



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

— **TELECOM** ESCUELA
TÉCNICA **VLC** SUPERIOR
DE INGENIERÍA DE
TELECOMUNICACIÓN

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de
Telecomunicación

Diseño y puesta en marcha de instalación audiovisual para
sala de videoconferencias

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de
Telecomunicación

AUTOR/A: Gonzalez Camacho, Benigno Jose

Tutor/a: Igual García, Jorge

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



Resumen

El presente trabajo detalla la propuesta, diseño y puesta en marcha de la sala para reuniones virtuales en una empresa, con la finalidad de mejorar la experiencia de comunicación remota entre empleados de distintas localidades. La misma ha demandado estándares básicos de calidad para una sala de videoconferencias. Se ha presentado una evaluación detallada de las necesidades tecnológicas, asegurando la integración armoniosa de los componentes técnicos. Este proyecto se ha dividido en fases, comenzando con un análisis de requerimientos específicos en sistemas dedicados al ámbito de videoconferencias, seguido de la selección de equipos de audio y video de última generación, y culminando con la implementación y pruebas. Se han considerado factores referentes a la sala, como la iluminación, la ergonomía y la conectividad, junto con un presupuesto base, garantizando un entorno de uso intuitivo y eficiente. En resumen, este proyecto no solo aporta una solución técnica avanzada, sino que también considera el impacto en la productividad y la calidad de la comunicación dentro de un entorno profesional, destacando la importancia de las tecnologías audiovisuales en la era digital.

Resum

El present treball detalla la proposta, disseny i posada en marxa de la sala per a reunions virtuals en una empresa, amb la finalitat de millorar l'experiència de comunicació remota entre empleats de diferents localitats. La mateixa ha demandat estàndards bàsics de qualitat per a una sala de videoconferències. S'ha presentat una avaluació detallada de les necessitats tecnològiques, assegurant la integració harmoniosa dels components tècnics. Este projecte s'ha dividit en fases, començant amb una anàlisi de requeriments específics en sistemes dedicats a l'àmbit de videoconferències, seguit de la selecció d'equips d'àudio i vídeo d'última generació, i culminant amb la implementació i proves. S'han considerat factors referents a la sala, com la il·luminació, l'ergonomia i la connectivitat, juntament amb un pressupost base, garantint un entorn d'ús intuïtiu i eficient. En resum, este projecte no sols aporta una solució tècnica avançada, sinó que també considera l'impacte en la productivitat i la qualitat de la comunicació dins d'un entorn professional, destacant la importància de les tecnologies audiovisuals en l'era digital.

Abstract

This work details the proposal, design, and implementation of a virtual meeting room for a company, with the aim of improving remote communication experiences among employees in different locations. The company has required basic quality standards for a videoconference room. A detailed evaluation of technological needs has been presented, ensuring the harmonious integration of technical components. This project has been divided into phases, starting with an analysis of specific requirements for systems dedicated to videoconferencing, followed by the selection of the latest audio and video equipment, and culminating with implementation and testing. Factors related to the room, such as lighting, ergonomics, and connectivity, have been considered, along with a base budget, to guarantee an intuitive and efficient usage environment. In summary, this project not only provides an advanced technical solution but also considers the impact on productivity and the quality of communication within a professional environment, highlighting the importance of audiovisual technologies in the digital age.

RESUMEN EJECUTIVO

La memoria del TFG del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación debe desarrollar en el texto los siguientes conceptos, debidamente justificados y discutidos, centrados en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación

CONCEPT (ABET)	CONCEPTO (traducción)	¿Cumple? (S/N)	¿Dónde? (páginas)
1. IDENTIFY:	1. IDENTIFICAR:		
1.1. Problem statement and opportunity	1.1. Planteamiento del problema y oportunidad	S	6-7 y 17
1.2. -Constraints (standards, codes, needs, requirements & specifications)	1.2. Toma en consideración de los condicionantes (normas técnicas y regulación, necesidades, requisitos y especificaciones)	S	17-18 y 30-31
1.3. Setting of goals	1.3. Establecimiento de objetivos	S	17
2. FORMULATE:	2. FORMULAR:		
2.1. Creative solution generation (analysis)	2.1. Generación de soluciones creativas (análisis)	S	20-29
2.2. Evaluation of multiple solutions and decision-making (synthesis)	2.2. Evaluación de múltiples soluciones y toma de decisiones (síntesis)	S	20-29
3. SOLVE:	3. RESOLVER:		
3.1. Fulfilment of goals	3.1. Evaluación del cumplimiento de objetivos	S	42 - 47
3.2. Overall impact and significance (contributions and practical recommendations)	3.2. Evaluación del impacto global y alcance (contribuciones y recomendaciones prácticas)	S	47



A mis padres, a Isa y a Oli, por su apoyo todos estos años

A mi tutor Jorge, por su tiempo y dedicación

“My intuition is telling me they'll be better days” – J. Cole, *“Change”*

Índice

1. Introducción.....	6
1.1 Objetivo del proyecto	6
1.2 Contexto profesional y justificación.....	6
1.3 Primera toma de contacto con el cliente.....	7
2. Teoría de Instalaciones para Videoconferencias.....	8
2.1 Dispositivos de captura y visualización	8
2.1.1 Cámaras	8
2.1.2 Micrófonos	9
2.1.3 Altavoces.....	11
2.1.4 Pantallas.....	12
2.2 Equipos de procesamiento y transmisión	13
2.2.1 Codificadores y Decodificadores	13
2.2.2 Procesadores de control para audio/vídeo	13
2.3 Software de videoconferencias.....	14
2.4 Cableado habitual	15
2.4.1 Cables de red (Ethernet).....	15
2.4.2 Cables HDMI	16
2.4.3 Cables USB	16
3. Análisis de Necesidades.....	17
3.1 Modo de presentación y conectividad	17
3.2 Flexibilidad.....	17
3.3 Presupuesto disponible	17
4. Revisión Inicial del Espacio	18
5. Solución	19
5.1 Diseño de la integración audiovisual.....	19
5.2 Selección final y justificación de equipos audiovisuales.....	20
5.2.1 Fuentes.....	20
5.2.1.1 Equipo propio de presentación	21
5.2.1.2 Sistema de videoconferencia	21
5.2.1.3 Micrófonos inalámbricos	23
5.2.1.4 Cámaras	24
5.2.2 Equipos de interconexión y procesamiento	25
5.2.2.1 Codificación/Decodificación	25

5.2.2.2	Sistemas de procesamiento y amplificación de audio.....	27
5.2.3	Salidas de audio y vídeo	29
5.2.3.1	Altavoces en el techo	29
5.2.3.2	Monitores	29
5.3	Coste del proyecto	30
5.3.1	Coste individual de cada equipo.....	30
5.3.2	Coste de instalación e ingeniería	31
5.3.3	Coste total.....	31
6.	Puesta en Marcha	32
6.1	Configuración de hardware QSC.....	32
6.1.2	Configuración Core Nano Q-SYS y QIO-L4o	32
6.1.2	Software Q-SYS Designer.....	33
6.1.2.1	Training Q-SYS Level 1	33
6.1.2.2	Proyecto en Q-SYS Designer	33
6.2	Configuración de hardware Crestron.....	36
6.2.1	Configuración UC-CX-100-Z	36
6.2.2	Configuración DM-NVX-360	38
6.3	Configuración de hardware Shure	40
6.3.1	Configuración MXWAPT4	40
6.3.2	Configuración MXNWCS4.....	40
6.4	Configuración de hardware AVer.....	41
6.4.1	Configuración CAM 520 Pro2 y CAM 340+	41
6.5	Periodo de pruebas	42
6.5.1	Configuración del entorno de pruebas.....	42
6.5.2	Proceso de pruebas	42
6.5.3	Resultados de las pruebas.....	42
6.6	Resultado final de la instalación.....	43
6.6.1	Gestión y organización del hardware	43
6.6.2	Control y operación para reuniones.....	44
6.6.3	Distribución de vídeo	44
6.6.4	Distribución de audio	45
6.6.5	Videollamada en operación	46
7.	Conclusiones	47
8.	Bibliografía	48

Índice de Figuras

Figura 1. Cantidad exacta de pixeles en alta y ultra definición.....	8
Figura 2. Ejemplo de cámara Aver PTZ310N.....	8
Figura 3. Estilo de micrófonos de superficies	9
Figura 4. Estilo de micrófonos de techo.....	9
Figura 5. Ejemplo gama Microflex Wireless de Shure	10
Figura 6. Ejemplo Rally Bar de Logitech.....	10
Figura 7. Ejemplo altavoces de techo Bose.....	11
Figura 8. Ejemplo de altavoz de pared.....	11
Figura 9. Configuración con monitores de escritorio.....	12
Figura 10. Ejemplo de exposición usando la tactilidad.....	12
Figura 11. Logo de Crestron	13
Figura 12. Logo de QSC	14
Figura 13. Logo de Extron	14
Figura 14. Logo de Zoom.....	14
Figura 15. Ejemplo cable Cat6.....	15
Figura 16. Ejemplo de Cable HDMI 1.4.....	16
Figura 17. Sala antes de la integración audiovisual	18
Figura 18. Techo sin ningún material audiovisual	18
Figura 19. Techo desde el punto de vista exponente.....	18
Figura 20. Modelado en AutoCAD del diseño audiovisual y conexionado de hardware	19
Figura 21. Representación de BYOD en el plano	21
Figura 22. Componentes del sistema.....	21
Figura 23. Tablet para iniciar videollamada.....	21
Figura 24. PC núcleo y convertidor HD-USB del sistema.....	22
Figura 25. Tablet de control y sus botones.....	22
Figura 26. PC núcleo de frente.....	22
Figura 27. Convertidor ya integrado en la placa para rack.....	23
Figura 28. UC Presentation Transmitter de frente	23
Figura 29. Punto de acceso y estación de carga	23
Figura 30. Estación de carga sin micrófonos	24
Figura 31. Punto de acceso para los micrófonos	24
Figura 32. Cámaras en el diseño	24
Figura 33. CAM520 Pro2 de AVer	25
Figura 34. CAM340+ de AVer	25
Figura 35. Codificadores desde la salida HDMI del PC núcleo.....	26

Figura 36. Decodificador #2 transmitiendo al monitor de apoyo.....	26
Figura 37. Decodificador #1 y sus conexiones del sistema.....	26
Figura 38. DM-NVX-360 de Crestron,	26
Figura 39. Dispositivos de audio junto con el switch del cliente	27
Figura 40. Core Nano de QSC.	27
Figura 41. QIO-I4o de QSC	28
Figura 42. CT 4150 de Crown.....	28
Figura 43. Kit extensor de USB Crestron	28
Figura 44. Altavoz Control 25-1 de JBL.....	29
Figura 45. Monitores de la sala.	29
Figura 46. Logo del software.	33
Figura 47. Logo del training.....	33
Figura 48. Proyecto en Q-SYS Designer.	33
Figura 49. Visualización de lo que se busca representar en el software.	34
Figura 50. Cadena de audio en microfonía.....	34
Figura 51. Cadena hasta la salida de altavoces.	34
Figura 52. Cadena de audio de la reunión.	35
Figura 53. Ultima parte de la cadena de audio.	35
Figura 54. Visión general del sistema	36
Figura 55. Parte posterior del UC Engine.	37
Figura 56. Parte frontal del conversor HD.	37
Figura 57. Parte posterior del UC Presentation Transmitter.	37
Figura 58. Conexionado del panel táctil.....	38
Figura 59. Configuración codificación/decodificación.	39
Figura 60. Configuración de red.	39
Figura 61. Nueva sala de videoconferencias.....	43
Figura 62. Rack dedicado al hardware.	43
Figura 63. Interfaz gráfica de la reunión virtual.....	44
Figura 64. Monitor de refuerzo por detrás.	44
Figura 65. Cámara de cara al público encima de monitor principal.....	45
Figura 66. Cámara en el techo de cara al exponente.	45
Figura 67. Micrófonos debajo del monitor principal listos para usar.....	45
Figura 68. Altavoces del lado izquierdo del público.....	46
Figura 69. Ejemplo de invitación a la reunión a través de smartphone.....	46
Figura 70. Visualización del invitado en el monitor de refuerzo.	46

1. Introducción

Hoy en día, la tecnología audiovisual ha experimentado una evolución única, se ha convertido en una de las herramientas fundamentales en múltiples casos de la vida diaria y profesional. Desde hacer una simple videollamada con nuestro móvil inteligente, hasta reunirse en una sala con múltiples ordenadores, cámaras y micrófonos logrando comunicarnos desde España hasta Singapur sin ningún tipo de impedimento.

Tomando en cuenta como se multiplican las posibilidades cada día, nosotros como humanos tecnológicamente capaces nos permitimos crear y disfrutar de experiencias que hace años serían imposibles de realizar. Los avances en esta área han permitido no solo la mejora en la calidad de la imagen y el sonido, sino también la integración de sistemas complejos que facilitan la comunicación y el intercambio de información a nivel global.

1.1 Objetivo del proyecto

El objetivo principal de este trabajo es diseñar y detallar el proceso de cómo se han integrado todos los dispositivos audiovisuales en una sala de videoconferencias para una empresa que ha solicitado un espacio optimizado para sus necesidades de reuniones y colaboración remota. Este diseño debe cumplir con los más altos estándares de calidad y funcionalidad, integrando las últimas tecnologías audiovisuales para garantizar una experiencia de usuario excepcional.

Para alcanzar este objetivo, el proyecto se centrará en:

- **Identificar y analizar las necesidades específicas de la empresa:** Esto incluye comprender el tipo de reuniones que se llevarán a cabo, el número de participantes, la frecuencia de uso de la sala y las expectativas en cuanto a la calidad de audio y video.
- **Seleccionar e integrar la tecnología audiovisual más adecuada:** Esto implica elegir cámaras, micrófonos, altavoces, pantallas y software de videoconferencia que ofrezcan una calidad óptima y una fácil integración con los sistemas existentes de la empresa.
- **Fase de pruebas y puesta en marcha:** Asegurar que el sistema esté listo para su uso una vez instalado por el cuerpo técnico. Esta fase también incluye la capacitación del personal para el uso eficiente de la sala de videoconferencias.

1.2 Contexto profesional y justificación

Las reuniones y conferencias virtuales de empresas han ganado una relevancia significativa especialmente a raíz de la pandemia de COVID-19, que impulsó un cambio drástico hacia el trabajo y la educación remota. Esta modalidad de comunicación no solo permite superar barreras geográficas como se ha mencionado anteriormente, sino que también promueve una colaboración más estrecha y dinámica entre equipos dispersos.

A nivel personal, como carrera y teniendo más de un año de experiencia en este sector de las telecomunicaciones que tanto he disfrutado, he tenido la suerte de haber desempeñado el puesto de Ingeniero de Proyectos en la empresa Sono Tecnología Audiovisual, donde he formado parte de un equipo de ingenieros que me han brindado todo el apoyo y conocimiento en tecnologías de este ámbito, de esa forma dotándome de las habilidades para la realización de este proyecto audiovisual con un nivel de complejidad adecuado a mi formación profesional.

1.3 Primera toma de contacto con el cliente

La primera toma de contacto con la empresa cliente se ha realizado a través de correo electrónico, debido a que ellos conocían nuestras prácticas y nombre en el mercado, fue un contacto directo sin intermediarios, básicamente demandando lo que buscaban para su sala de reuniones. El encargado de llevar a cabo esta primera comunicación antes de realizar una propuesta formal de equipamiento para la sala ha sido el director comercial de la empresa.

Este ha sido el correo procedente del Infrastructure Systems Engineer (ISE), encargado de este tipo de proyectos para la empresa cliente:

“Hello Team,

Hope you are doing well.

I am reaching you because we would like to build a all-hands spaces for our office in Barcelona.

We would like to have something like this <https://support.zoom.us/hc/en-us/articles/360028354732-Crestron-all-hands-space>

Please let me know if you could realize it and we can meet in the office to discuss further.

Thanks in advance”

El ISE ha dado como ejemplo de sus necesidades una sala de videoconferencias de gran tamaño a través de un enlace a internet, una vez se ha retomado de vuelta el contacto directo ha especificado tema de costes, presupuesto, instalación y posibles formaciones al equipo encargado de gestionar este nuevo espacio audiovisual.

Se aprovecha este espacio para aclarar un punto importante, al ser la empresa cliente uno de los grandes nombres en el sector de ciberseguridad se ha mantenido el anonimato de esta en la realización de este trabajo.

También se deja saber que, en el siguiente apartado enfocado en temas teóricos de este sector, es importante recalcar que cada figura ha sido extraída del enlace a internet que se encuentra adjunto en el título de esta.

2. Teoría de Instalaciones para Videoconferencias

Los sistemas de videoconferencias están compuestos por diversos equipos y tecnologías que trabajan en conjunto para proporcionar una experiencia de comunicación fluida y de alta calidad. A continuación, se presentan algunos de los conceptos y componentes básicos que forman parte de una instalación de videoconferencias:

2.1 Dispositivos de captura y visualización

Juegan un papel crucial en la calidad y efectividad de la comunicación. Los dispositivos de captura como cámaras y micrófonos son los responsables de transmitir audio y vídeo con claridad. Los dispositivos de visualización como monitores y televisores permiten que los participantes vean el contenido de la videoconferencia en alta definición. La integración adecuada de estos dispositivos asegura una experiencia fluida, segura y de máxima calidad en una reunión virtual.

2.1.1 Cámaras

Capturan vídeo en resoluciones CIF, 4SIF, y HD, siendo las más notables Full HD y 4K, permitiendo que los participantes se vean claramente. La **Figura 1** muestra las cantidades de píxeles expresadas de estas dos. Algunas cámaras más avanzadas tienen capacidades de zoom y seguimiento automático del orador

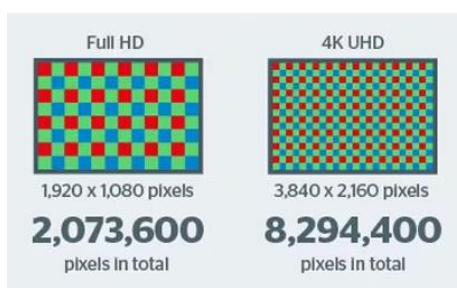


Figura 1. Cantidad exacta de píxeles en alta y ultra definición.

En este tipo de instalaciones se suele optar por una cámara full HD, llegando a utilizar inclusive 4K UHD si se puede considerar a través del presupuesto disponible para el proyecto. En la **Figura 2** se detalla un ejemplo clásico de estas, suelen ir en mesa, debajo de una pantalla o en el techo.



Figura 2. Ejemplo de cámara Aver PTZ310N.

2.1.2 Micrófonos

Los micrófonos son cruciales para capturar el audio de los participantes. Los sistemas de videoconferencia pueden incluir micrófonos integrados en las cámaras, micrófonos de mesa o sistemas de micrófonos distribuidos que aseguran una captación clara y uniforme del sonido en toda la sala.

A continuación, ejemplos de distintos tipos de micrófonos diseñados para videoconferencias:

- **Micrófonos de superficie:** La **Figura 3** muestra como cubren un ángulo de recepción y captación de audio en unos 90, 180 e inclusive 360 grados. Presentan altavoz integrado y son muy cómodos de trasladar dependiendo de la flexibilidad que se necesita, pero presentan desventajas como verse afectados por interferencias de ruido ambiental, retroalimentación y verse bloqueados por otros dispositivos presentes en las superficies



Figura 3. Estilo de micrófonos de superficies.

- **Micrófonos de techo:** Están para captar el sonido de toda la sala, eliminando la necesidad de micrófonos de mesa que pueden desordenar el espacio. Al estar alejados de las superficies como se ve en la **Figura 4**, son menos propensos a captar ruidos no deseados, también una vez instalados y configurados, requieren poca o ninguna intervención por parte de los usuarios, pero son sensibles a un mal tratamiento acústico de la sala. Tampoco tienen la flexibilidad deseada en temas de direccionamiento en la captación de audio.



Figura 4. Estilo de micrófonos de techo.

- **Micrófonos inalámbricos:** Son una opción versátil y conveniente para videoconferencias ofreciendo movilidad sin la limitación de cables. Incluyen diferentes tipos de micrófonos, como de mano, de solapa y de diadema [Figura 5], ofreciendo opciones para diversas necesidades y preferencias de los usuarios. Se suelen configurar a través de la base receptora conectada a internet, pero son más costosos, propensos a interferencias y dependientes de batería recargable.



Figura 5. [Ejemplo gama Microflex Wireless de Shure.](#)

- **Barras de videoconferencia:** Integran múltiples componentes esenciales, como cámaras, micrófonos y altavoces, en un solo equipo compacto [Figura 6]. Al combinar varios componentes en un solo dispositivo, las barras de videoconferencia son fáciles de instalar y configurar. Presentan limitaciones de escalabilidad en salas de reuniones muy grandes donde probablemente se requiera una solución más especializada y robusta.



Figura 6. [Ejemplo Rally Bar de Logitech .](#)

2.1.3 Altavoces

Los altavoces de alta calidad garantizan que el audio de los participantes remotos se escuche con claridad. Estos pueden ser altavoces integrados en pantallas o sistemas de sonido más complejos distribuidos por la sala. En las salas de videoconferencia, la calidad del audio es crucial para asegurar una comunicación clara y efectiva, razón por la cual los altavoces juegan un papel vital en este tipo de instalaciones.

Existen distintos tipos que son adecuados dependiendo de las necesidades:

- **Altavoces integrados:** Los altavoces integrados suelen ir, como su nombre lo indica, integrados en otros dispositivos de videoconferencia, como lo son las barras [Figura 6]. El mismo caso se da con los de mesa, suelen venir integrados con micrófonos que irán apoyados en superficies de la sala, con emisión de audio de 360 grados [Figura 3].
- **Altavoces de techo:** Estos van integrados directamente en el techo de la sala, proporcionan una solución discreta para la distribución del sonido, como se observa en la Figura 7. Son ideales y útiles en espacios donde la estética y espacio son importantes. Algunas desventajas son que requieren una instalación cuidadosa, y costosa, así como también una vez instalados, es casi imposible reubicarlos ya que suelen ir perforados al techo.



Figura 7. [Ejemplo altavoces de techo Bose.](#)

- **Altavoces de pared:** Están diseñados para proporcionar un sonido claro y potente, distribuyendo el audio uniformemente por todo el espacio. Muchas veces estos altavoces también suelen ser utilizados en techos técnicos. Proporcionan una calidad de sonido superior, pero presentan mayores dificultades, como lo son las interferencias, posibles perforaciones en paredes de concreto y un tamaño más robusto [Figura 8].



Figura 8. [Ejemplo de altavoz de pared.](#)

2.1.4 Pantallas

Son utilizadas para mostrar a los participantes remotos, presentaciones y contenidos. Pueden ser individuales, pantallas de televisión o proyectores. La elección de la pantalla adecuada puede influir significativamente en la calidad de la comunicación y la experiencia general de la reunión.

Dependiendo de la experiencia que quiera proporcionar el encargado de exponer a los oyentes, se podría optar por distintos tipos de monitores, estos son algunos de ellos:

- **Monitores de escritorio:** Utilizados principalmente en configuraciones personales o en pequeñas salas de reuniones donde se suelen compartir entre dos o más espectadores. Suelen ser de materiales costosos y debido a esto aumentan a razones de presupuesto, tienen tamaño limitado y no suelen ser ideales para grupos grandes [Figura 9].



Figura 9. [Configuración con monitores de escritorio.](#)

- **Monitores interactivos táctiles:** Mejoran significativamente la colaboración y la interactividad en reuniones virtuales. Con características como alta resolución y software integrado. En la **Figura 11** se observa la interacción del encargado de exponer con la pantalla, aumentando la productividad y atención de los espectadores



Figura 10. [Ejemplo de exposición usando la tactilidad.](#)

- **Monitores o pantalla de refuerzo:** Sirven de apoyo visual. Estos monitores complementan a la pantalla principal y son útiles en salas grandes o cuando hay varios participantes que necesitan una buena visibilidad desde diferentes ángulos.

2.2 Equipos de procesamiento y transmisión

Esta categoría abarca los componentes que procesan y transmiten las señales de audio y video, asegurando que los datos lleguen de manera eficiente y sin interrupciones. También tomando en cuenta la calidad de audio y video que se quiere asegurar.

2.2.1 Codificadores y Decodificadores

Son dispositivos que convierten señales de audio y video en datos digitales que pueden ser transmitidos a través de redes IP. Como su nombre lo indica, codifican y decodifican la señal deseada para transmitir en el formato deseado. Entre sus ventajas presentan una eficiencia en el uso de ancho de banda, ya que la compresión permite transmitir video de alta calidad usando menos ancho de banda.

Como desventajas presentan costes más elevados, debido a la tecnología que va por detrás y el servicio que pueden ofrecer, también se necesitan conocimientos técnicos de redes y en transmisión de audio/vídeo para su correcta instalación y funcionamiento con el resto de los equipos audiovisuales

2.2.2 Procesadores de control para audio/vídeo

Permiten la integración, el procesamiento y el control centralizado de diversas fuentes de audio y video, asegurando la transmisión de manera eficiente y sin problemas. Reciben señales de múltiples fuentes de audio y video como micrófonos, cámaras, reproductores multimedia y las integran en un sistema cohesivo. También ofrecen controles de domótica como lo es la capacidad de apagar luces, encender proyectores en salas, bajar cortinas, entre otras.

Ofrecen un control centralizado, simplificando la gestión de sistemas audiovisuales complejos mediante una única interfaz de control. La configuración y programación de estos equipos pueden ser complejas, también como su coste inicial

Algunas de las empresas líderes enfocadas en control del sector son:

- **Crestron:** empresa líder en soluciones de control y automatización, conocida por sus avanzados sistemas de control de audio y video. Los procesadores de Crestron permiten la integración y gestión centralizada de sistemas AV en entornos corporativos, educativos y residenciales.



Figura 11. [Logo de Crestron.](#)

- **QSC:** Conocida por sus soluciones de audio y control en entornos profesionales, como en sistemas de sonido para eventos, instalaciones de audio en edificios, y también en soluciones de videoconferencia. Su sistema **Q-SYS** es una plataforma de control y audio digital que permite la integración de audio, video y control en una sola solución. Ofrece flexibilidad en la programación y gestión de sistemas complejos, lo que la hace popular en aplicaciones empresariales y educativas.



Figura 12. [Logo de QSC.](#)

- **Extron:** Es otro líder en control y automatización. Con productos que incluyen sistemas de control, conmutadores de video, y procesadores de señales. Sus soluciones están diseñadas para proporcionar un control fácil y eficiente de sistemas audiovisuales en entornos comerciales, educativos y de gobierno.



Figura 13. [Logo de Extron.](#)

2.3 Software de videoconferencias

Son herramientas que permiten a los usuarios comunicarse cara a cara a través de Internet. Estos programas suelen ofrecer características como video en alta definición, chat en tiempo real, compartición de pantalla, grabación de reuniones y herramientas de colaboración.

Un ejemplo claro de este software sería:

- **Zoom:** Reuniones en línea con video y audio en alta definición, posee funciones de grabación y transcripción. La habilidad de compartir pantalla y pizarra virtual e integración con calendarios y otras herramientas.



Figura 14. [Logo de Zoom.](#)

2.4 Cableado habitual

El cableado es uno de los apartados fundamentales en el diseño y puesta en marcha de una sala de videoconferencias. La calidad y el tipo de cables afectan a la estabilidad de la conexión, la calidad del audio y vídeo, así como la capacidad general de toda la integración en el sistema audiovisual.

2.4.1 Cables de red (Ethernet)

Estos cables son el estándar más utilizado para la transmisión de datos en redes de área local (LAN en inglés). Son esenciales para la comunicación exitosa en un sistema de videoconferencias, ya que soportan velocidades de transmisión de hasta 10 Gbps.

Los cables de red también son capaces de dar alimentación a distintos equipos audiovisuales para que estos funcionen sin la necesidad de estar conectados a una toma eléctrica, esto gracias a la tecnología denominada PoE (Power over Ethernet) y PoE+ (Una versión más avanzada de la misma).

Existen distintos tipos de cable y se identifican por categorías:

- **Categoría 5e (Cat5e):** Soporta velocidades de hasta 1 Gbps y funciona para gran cantidad de aplicaciones en redes estándar, como conexiones a internet y transmisiones de datos en entornos residenciales y comerciales.

Uso común: Redes de área local, conexión de computadores, routers, switches.

- **Categoría 6:** Ofrece un rendimiento mejorado con el respecto al Cat 5e, soportando velocidades de hasta 10 Gbps, pero lastimosamente solo se encuentran estos cables en longitudes de hasta 55 metros. Funciona muy bien en entornos donde se necesita mayor ancho de banda. [Figura 15]

Uso común: Redes empresariales, conexiones de alta velocidad entre dispositivos de videoconferencias en HD

- **Categoría 6a:** Una versión mejorada del Cat 6, que soporta velocidades de 10 Gbps e incluso una mayor distancia de cableado (hasta 100 metros).

Uso común: Grandes edificios, oficinas con alta demanda de datos, sistemas de videoconferencia en 4K.



Figura 15. [Ejemplo cable Cat6.](#)

Pueden llegar inclusive hasta Categoría 8, pero muchos de estos aún se encuentran en periodo de pruebas antes de su seguro lanzamiento al mercado de este sector.

2.4.2 Cables HDMI

Los cables HDMI son el estándar para la transmisión de vídeo y audio de alta calidad en la actualidad. Permiten la conexión estable y segura entre computadoras, proyectores y otros equipos multimedia, facilitando la transmisión de contenido en alta definición sin la necesidad de comprimir.

Actualmente solo existen tres categorías de estos cables:

- **HDMI 1.4:** Suele ser el más habitual de uso cotidiano y en instalaciones básicas de videoconferencias, soporta vídeo de resolución de 1080p y 4K a 30Hz de refresh rate con audio de alta calidad. [Figura 16]
- **HDMI 2.0:** Ideal para aplicaciones que requieren una calidad de imagen superior. Es capaz de transmitir calidad 4K a 60Hz de refresh rate, tiene mejora de calidad en el color y también soporte de HDR (High Dynamic Range).
- **HDMI 2.1:** La versión más avanzada de este tipo de cableado, soporta resoluciones de hasta 8K y tasas de refresco más altas, ofreciendo la mejor calidad de audio y vídeo disponible. Es adecuada para aplicaciones de videoconferencia de última generación y sistemas de cine en casa.



Figura 16: [Ejemplo de Cable HDMI 1.4.](#)

2.4.3 Cables USB

Provenientes del Bus Serie Universal, son diseñados para realizar conexiones de diferentes tipos de dispositivos a través de un solo tipo de puerto y cable. Su finalidad original es el intercambio de datos, pero en la actualidad son capaces de alimentar dispositivos. Tienen tasas de velocidad en transmisión de datos: Baja velocidad (**1.0**), alta velocidad (**2.0**), superalta velocidad (**3.0**)

Los más utilizados en la actualidad son:

- **USB-A y USB-B:** Son las versiones más antiguas de USB y eran utilizadas para la conexión de periféricos como teclados, ratones y cámaras.
- **USB-C:** Es de los más utilizados en la actualidad, soporta transferencia de datos, salida de vídeo y suministro de energía todo a través del mismo cable.

3. Análisis de Necesidades

El análisis de las necesidades es un paso fundamental en el diseño de la sala de videoconferencias, ya que permite entender a fondo los requisitos específicos del cliente y adaptar la solución a sus expectativas y demandas.

El cliente ha proporcionado un ejemplo extraído de la página web de Zoom, haciendo referencia a una sala de conferencias del estilo “All-Hands Space” con una integración audiovisual proporcionada por Crestron, más adelante se hará detalle teórico de estos gigantes en negocio de sistemas de videoconferencias.

A partir de esta referencia y de conversaciones con el cliente, se han identificado los siguientes elementos clave a ser considerados en nuestro diseño:

- **Equipamiento tecnológico:** La sala deberá estar equipada con una cámara de alta definición, un sistema de micrófonos versátil e intuitivo para capturar el audio de los participantes y exponente, altavoces de calidad, y una pantalla grande de refuerzo para la visualización de los participantes remotos y presentaciones
- **Interactividad y facilidad de uso:** Se requiere la integración de sistemas de presentación interactiva y herramientas de colaboración en tiempo real, que posean interfaces intuitivas para el control del equipo audiovisual, facilitando la operación por parte de usuarios sin conocimientos técnicos avanzados.
- **Conectividad:** Se requiere la capacidad de permitir múltiples opciones de conectividad para diferentes dispositivos (laptops, tablets, smartphones) aplicando de forma práctica el concepto BYOD.

3.1 Modo de presentación y conectividad

Si nos enfocamos en el concepto B.Y.O.D (“Bring Your Own Device” o “Trae tu propio dispositivo”), el cual se refiere a la práctica de permitir que los usuarios del sistema puedan generar una presentación profesional y fluida simplemente conectando sus dispositivos personales, esta sala deberá cumplir con todo lo necesario para cumplir este objetivo.

De no requerir ejercer la práctica del BYOD, se proporcionará un sistema de videoconferencias integrado, con un PC de control donde ejecutar una videollamada a través de una pantalla de control, seleccionando a los integrantes de la empresa, los cuales estarán afiliados a la aplicación de reuniones virtuales con sus respectivos usuarios, un ejemplo de esto puede ser un ordenador con la licencia de Zoom ya preinstalado.

3.2 Flexibilidad

Se determina como uno de los puntos claves a satisfacer, el diseñar una sala interactiva la cual pueda brindar flexibilidad y conveniencia al momento de hacer reuniones virtuales necesarias dentro de la empresa, ya sea para hacer una reunión virtual de muchos participantes como si es una presentación uno a uno.

3.3 Presupuesto disponible

Em base al ejemplo que ha servido como modelo y tomando en cuenta sus necesidades, se ha establecido con el cliente un presupuesto tope de 60.000€.

4. Revisión Inicial del Espacio

El primer paso antes de realizar cualquier propuesta referente a material audiovisual es visualizar las posibilidades y espacio disponible para lograr la integración deseada. En la **Figura 17** se encuentra el espacio en la sala donde estará localizado el responsable de exponer en la videollamada y el público presente.

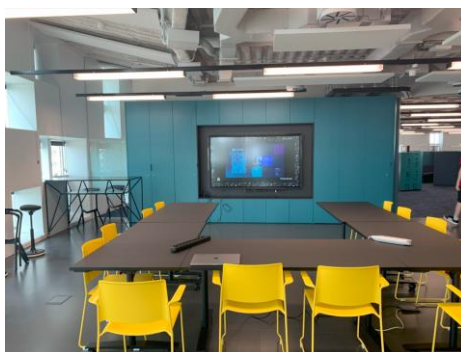


Figura 17. Sala antes de la integración audiovisual.

También se han realizado fotos de como se ve el techo de la sala sin ningún tipo de cámaras o altavoces instalados, esto para tomar en cuenta que tipo de solución seleccionar con respecto al audio y vídeo de la sala. [Figura 18] y [Figura 19]



Figura 18. Techo sin ningún material audiovisual.

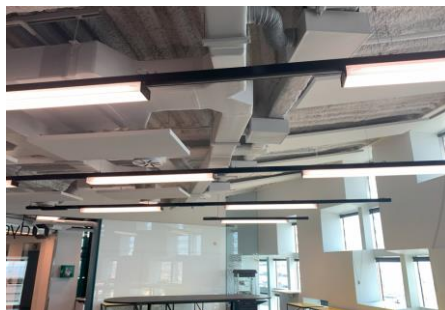


Figura 19. Techo desde el punto de vista exponente.

Después de haber analizado detenidamente las necesidades del cliente y los aspectos teóricos relevantes, es momento de presentar una propuesta concreta para la sala de videoconferencia y posteriormente realizar un diseño de conexionado y equipos elegidos.

5. Solución

El diseño propuesto no solo busca satisfacer las necesidades técnicas y funcionales del cliente, sino también crear un ambiente cómodo y ergonómico que potencie la experiencia del usuario. La propuesta se complementará con esquemas virtuales y planos detallados para ofrecer una visión clara de la sala de videoconferencia proyectada

A continuación, se detallarán los elementos clave del diseño, incluyendo la distribución del espacio, los equipos seleccionados, las razones detrás de cada elección y también las condicionantes, como lo son el presupuesto disponible y equipos alternativos para esta solución.

5.1 Diseño de la integración audiovisual

Este diseño se ha realizado a mano alzada en papel, por primera vez, tomando en cuenta las necesidades del cliente y la comparativa con el modelo que el mismo ha proporcionado. Esto para luego poder hacer una propuesta formal de equipos y precios, como lo es la mencionada en el apartado anterior.

Como la propuesta de toda la integración audiovisual ha sido aceptada, el diseño hecho en papel y lápiz por mí ha sido trasladado al software de modelado profesional AutoCAD, con correcciones, detalles añadidos entre otras cosas, por el arquitecto especializado en retoque de la empresa para la cual me encontraba trabajando. [Figura 20]

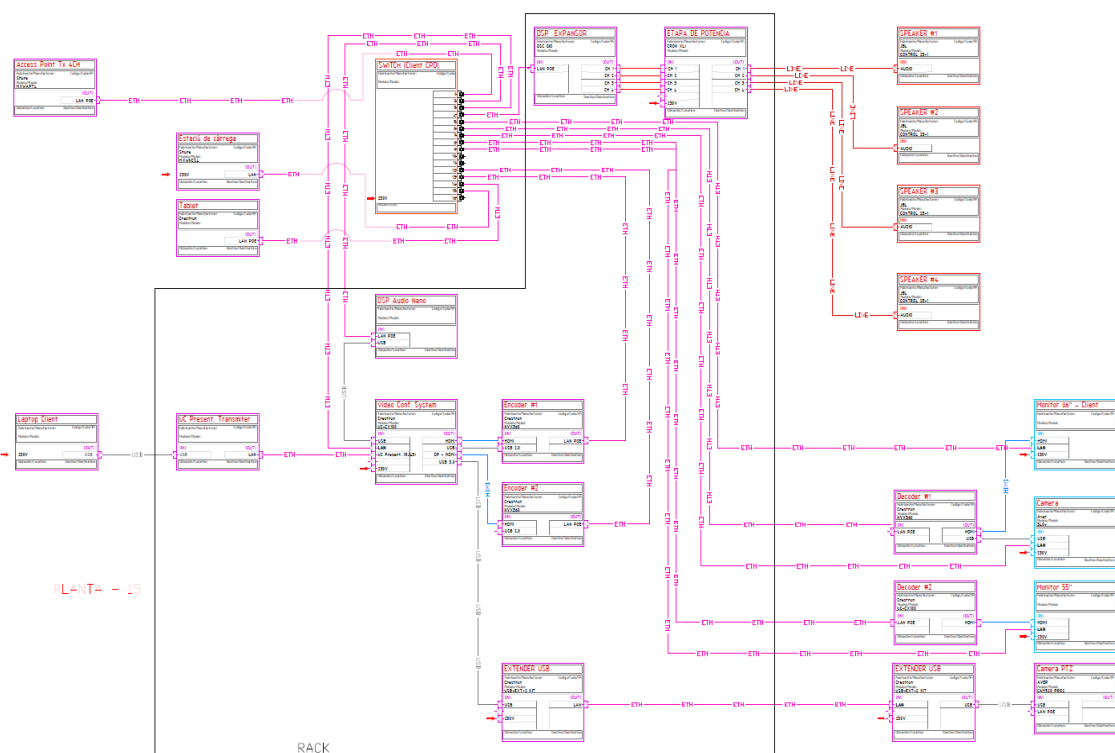


Figura 20. Modelado en AutoCAD del diseño audiovisual y conexionado de hardware.

En la **Figura 20** se observa el diseño global de toda la instalación audiovisual. En los siguientes apartados entraremos en más detalle con el zoom y recorte necesario aplicado a cada equipo para que se puedan interpretar de forma correcta sus entradas, salidas, conexiones y demás. Mientras tanto, podemos ver en la **Figura 20**, se encuentran lo que sería:

- **En la parte derecha:** Nuestras fuentes o entradas de audio y video, que serían laptops u ordenadores de presentación, micrófonos y sistemas de videoconferencias ya integrados.
- **En el centro dentro de un recuadro:** Lo planeado de instalar en un rack especializado para hardware audiovisual, manteniendo el orden para futuras configuraciones. Procesadores de control y audio, etapas de amplificación de sonido, decodificadores y codificadores de audio/video.
- **Del lado izquierdo:** Las salidas donde obtendremos sonido, imagen y audio de calidad, proveniente de monitores profesionales y altavoces. Se han dibujado también cámaras. Cabe acotar que deberían estar del lado derecho como fuentes de video, pero ya que van conectadas a decodificadores se han puesto del lado izquierdo debido a la bidireccionalidad que estos poseen

5.2 Selección final y justificación de equipos audiovisuales

Después de realizar un análisis detallado de las necesidades del cliente y las características de la sala de videoconferencias, se ha llevado a cabo un proceso de evaluación exhaustiva de las opciones disponibles en el mercado.

Este apartado plantea los equipos audiovisuales que han sido elegidos para esta instalación, explicando las razones detrás de cada elección en términos de rendimiento, compatibilidad y coste-beneficio.

Además, se verán resaltadas las alternativas consideradas, justificando por qué se optó por los equipos seleccionados en lugar de otras opciones. La selección final se basa en criterios clave como la calidad de audio y vídeo, la facilidad de integración y la capacidad de satisfacer las expectativas específicas del cliente.

Esta justificación asegura que la solución propuesta, aparte de ser técnicamente sólida, también se encuentra alineada con los objetivos y el presupuesto del proyecto.

5.2.1 Fuentes

En el contexto de sistemas audiovisuales y videoconferencias, las fuentes son los dispositivos o equipos que generan y proporcionan el contenido de audio y video que se utilizará en la sala.

Las fuentes son esenciales porque son el origen del contenido que se va a mostrar, compartir o discutir durante la videoconferencia o presentación.

Estas señales de audio y video generadas por las fuentes luego se procesan, distribuyen y reproducen a través de otros equipos en la sala, como monitores, altavoces y sistemas de proyección.

5.2.1.1 Equipo propio de presentación

Como se ha explicado anteriormente, este sería uno de los componentes que cubre las necesidades de versatilidad, cumpliendo con el modelo BYOD. En este caso, es el dispositivo que será conectado para que presente el contenido a los espectadores, laptop, ordenador, Tablet. Puede ser cualquier dispositivo que el expositor necesita, con tal de que tenga una salida HDMI, USB-A o USB-C para así poder integrarse a la instalación. **[Figura 21]**

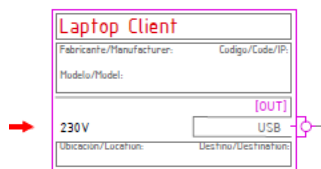


Figura 21. Representación de BYOD en el plano.

Es necesaria en cualquier instalación audiovisual referente a una sala de conferencias la posibilidad de poder presentar con el dispositivo que mejor convenga. Gracias a la facilidad de uso y versatilidad que esta técnica brinda, se puede integrar facilitando los deseos del cliente.

5.2.1.2 Sistema de videoconferencia

El protagonista de hacer posible estas videoconferencias entre empleados de la empresa, será el equipo Crestron CX-100Z. Este será el encargado de gestionar el sistema de Zoom Room, la versión no gratuita de este software, la cual utiliza el cliente para que sus empleados se comuniquen entre sí, donde se crean reuniones y se invitan a los empleados necesarios gracias al email corporativo que poseen. Este sistema completa la integración de todos los periféricos propuestos debido a la gran cantidad de entradas y salidas que posee.

En la **Figura 22** están representados en el plano el “UC Present Transmitter” y el “Video Conf System”. En la **Figura 23** está representada la tablet donde se lanza la videollamada a los participantes y se hace el control del dispositivo entero. En los siguientes apartados entraremos en cada componente con detalle.

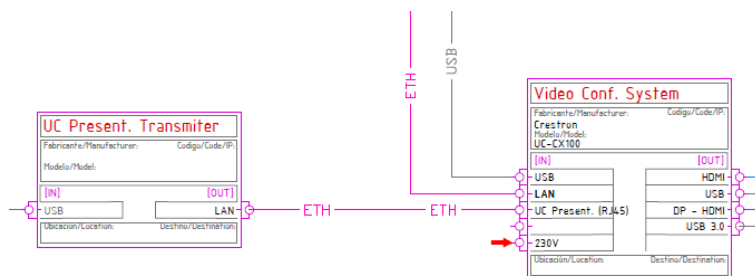


Figura 22. Componentes del sistema.

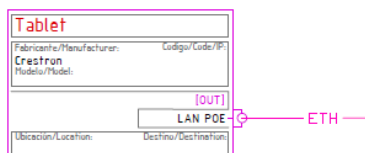


Figura 23. Tablet para iniciar videollamada.

Se ha evaluado la posibilidad de utilizar el Poly Studio X50 de la marca Poly, otro grande en el ámbito de las videoconferencias, pero tomando en cuenta que este es uno de los componentes más importantes en la instalación, vale la pena hacer una mayor inversión en el equipo seleccionado. Si bien el Poly es fácil de utilizar, no ofrece una flexibilidad y una interfaz táctil tan intuitiva como lo la del Crestron XC-100Z. En la **Figura 24** se observan 3 componentes del sistema, dejando fuera a la tablet, listos para ser instalados en un rack especializado.



Figura 24. PC núcleo y convertidor HD-USB del sistema.

El UC-CX-100Z incluye el siguiente material de hardware:

- **TS-1070-B-S:** Es un panel táctil o tablet de 10.1 pulgadas diseñada para el control del sistema y de las videoconferencias que se generan. Ofrece una interfaz intuitiva para controlar cámaras, micrófonos y la presentación en general, ya sea invitando, expulsando o añadiendo participantes a la llamada. Puede ser montado en pared o colocado sobre una mesa, adaptándose fácilmente a diferentes necesidades y entornos. [Figura 25].



Figura 25. Tablet de control y sus botones.

- **Mini PC núcleo:** Incluye un Dell OptiPlex 7080 XE, está optimizado para ejecutar aplicaciones de videoconferencias, de esta forma el software Zoom y el hardware trabajan en conjunto. Este mini PC sirve para configurar la red/internet que se utilizara en el sistema, como para descargar actualizaciones de firmware y servir de enlace para micrófonos y cámaras en la videollamada. [Figura 26]



Figura 26. PC núcleo de frente.

- **Convertidor HD-USB:** El modelo HD-CONV-USB-260 permite convertir una señal de video USB 2.0/3.0 (cámara extra de alta calidad) en un formato compatible con el software de videoconferencia. Podremos visualizarla en los ajustes de la reunión en la tabla. [Figura 27]



Figura 27. Convertidor ya integrado en la placa para rack.

- **Video Transmitter para BYOD:** El modelo es el UC Presentation Transmitter, esta pieza de hardware parte del UC-CX-100Z es el encargado de facilitar la presentación de contenido desde laptops u otros dispositivos móviles a una pantalla principal en una sala de reuniones. Este equipo facilita la integración del sistema mediante prácticas de BYOD gracias a las entradas USB-A, USB-C y HDMI que posee.



Figura 28. UC Presentation Transmitter de frente.

Las imágenes que aparecen en las figuras han sido extraídas de la página oficial de [Crestron](https://www.crestron.com).

5.2.1.3 Micrófonos inalámbricos

En este apartado se encuentran dos fuentes características por así decirlo, lo que sería la estación de recarga de micrófonos inalámbricos a implementar, como la estación “Access Point” para poder conectarlos e integrarlos vía internet al sistema de videoconferencias.

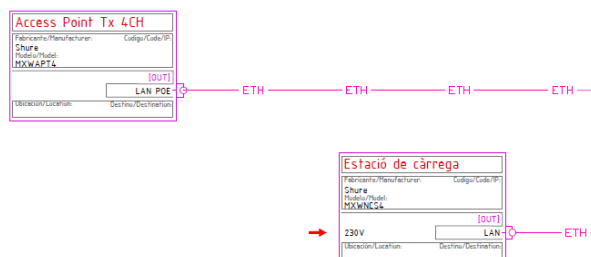


Figura 29. Punto de acceso y estación de carga

Entrando un poco en detalle del propósito de estos dos componentes en la instalación audiovisual:

- **Estación de carga de micrófonos:** Es un cargador de red para micrófonos inalámbricos, en este caso, se ha escogido el Shure MXWNCS4. Una de las opciones existentes podría haber sido el Sennheiser EW-D ME2, pero este va más enfocado a eventos en vivo, mientras que el Shure posee conectividad de audio Dante (haremos detalle más adelante sobre esta tecnología) lo cual nos conviene en esta instalación.



Figura 30. [Estación de carga sin micrófonos.](#)

La estación como tal no incluye los micrófonos, pero en este caso se añadirán dos micrófonos de mano modelo SM58 y dos de petaca modelo MXW1, ambos de la serie [Microflex Wireless](#) de Shure.

- **Punto de acceso inalámbrico:** El Shure MXWAPT4 está diseñado para trabajar en conjunto con los micrófonos inalámbricos de la serie Microflex, se encarga de gestionar la transmisión inalámbrica y coordina las comunicaciones entre los micrófonos y otros componentes de la red.



Figura 31. [Punto de acceso para los micrófonos.](#)

5.2.1.4 Cámaras

Lo ideal en este diseño es tener una cámara en el techo encargada de grabar al exponente, como también tener una en el monitor principal de presentación, la cual tendrá como función grabar al público presente en la reunión.

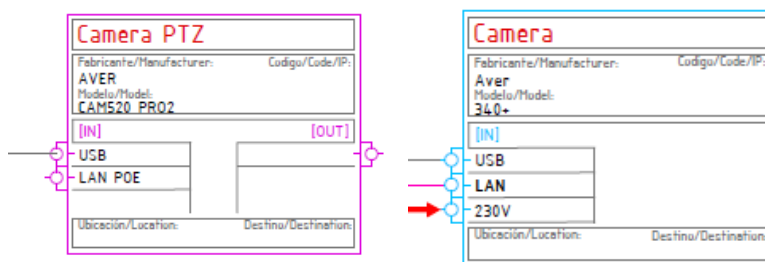


Figura 32. Cámaras en el diseño.

- **Cámara de techo:** Como lo que se quiere es grabar al exponente en este caso es ideal una cámara PTZ (Pan Tilt Zoom en inglés) de muy buena resolución, con full HD 1080p bastaría. La indicada es la CAM520 Pro2 de AVer, debido a que es más competente que su rival la Logitech C920 en esta aplicación, ya que posee zoom óptico de 12x, seguimiento automático del exponente, campo de visión de 85 grados y conectividad más versátil.



Figura 33. [CAM520 Pro2 de AVer](#)

- **Cámara de vista al público:** Para conseguir una muy buena calidad de imagen se ha optado por la AVer CAM340+, es ideal ya que es de un tamaño compacto, pero admite resoluciones de hasta 4K y cumple con su función específica de mantener una buena imagen del público presente.



Figura 34. [CAM340+ de AVer](#)

5.2.2 Equipos de interconexión y procesamiento

Estos dispositivos son esenciales para garantizar la correcta transmisión y manipulación de las señales de audio y vídeo dentro de la instalación, ya que conforman el núcleo técnico de sistema audiovisual diseñado. Se incluyen codificadores y decodificadores, que permiten la conversión y el transporte eficiente de las señales, junto con extensores USB que cumplen el mismo propósito, etapas de potencia para amplificar el audio y procesadores digitales de señal para tener un control amplio en microfonía y distribución de audio.

5.2.2.1 Codificación/Decodificación

En el diseño del sistema se han evaluado cuatro en total, dos codificadores [Figura 35] que irán conectados a las salidas HDMI del sistema de videoconferencia con el propósito de transmitir estas señales de vídeo a los decodificadores, para recibir una de las señales en un monitor de apoyo de cincuenta y cinco pulgadas que se le proporcionará al cliente [Figura 36], con la finalidad de ver a los invitados de la reunión que se encuentran a distancia, mientras que el otro decodificador transmitirá a la pantalla principal ya instalada en la sala. [Figura 37]

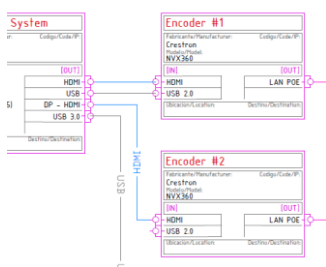


Figura 35. Codificadores desde la salida HDMI del PC núcleo.

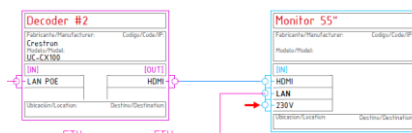


Figura 36. Decodificador #2 transmitiendo al monitor de apoyo.

El decodificador #1 aprovecha su bidireccionalidad para integrar a través del USB la AVer 340+ al sistema, recordemos que va direccionado al PC núcleo, proporcionando la cámara como una de las opciones de visualización al momento de ejecutar una reunión.

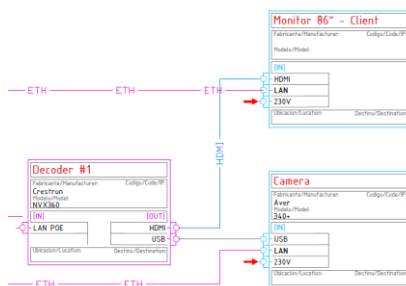


Figura 37. Decodificador #1 y sus conexiones del sistema.

- **Hardware de codificación/decodificación:** Aprovechando la compatibilidad con el sistema de videoconferencias UC-CX100Z de Crestron, tomando en cuenta flexibilidad y versatilidad se han seleccionado dispositivos de la misma marca siendo los DM-NVX-360 el modelo elegido.



Figura 38. [DM-NVX-360 de Crestron](#),

Es importante destacar que se ha escogido este modelo en la solución ya que posee la capacidad de funcionar en el sistema como codificador o decodificador, dependiendo de la configuración que se aplique al momento de la puesta en marcha.

5.2.2.2 Sistemas de procesamiento y amplificación de audio

En este apartado se describen los dispositivos encargados de optimizar, distribuir y potenciar las señales de audio que se integran al sistema de videoconferencia. La idea de estos equipos es que juntos sean capaces de garantizar un sonido claro, efectivo y perfectamente ajustado a las necesidades de la instalación audiovisual. [Figura 39]

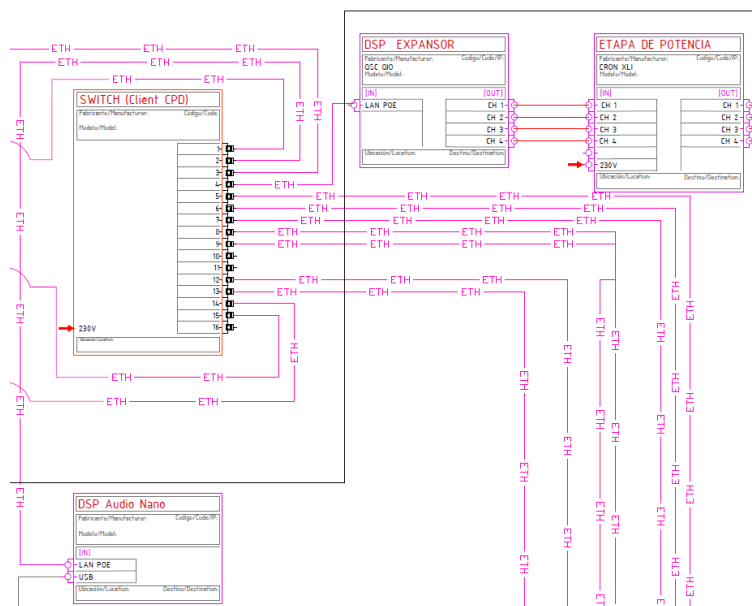


Figura 39. Dispositivos de audio junto con el switch del cliente.

- **DSP de audio:** Es el dispositivo encargado de distribuir el audio por el sistema, esta captura el sonido proveniente de los micrófonos del expositor y lo redireccionará hacia el sistema UC-CX-100Z, para que sea procesado como la entrada de audio en la reunión virtual. A su vez, también generará el audio de salida con claridad por los altavoces. El modelo seleccionado es el Core Nano Q-SYS de QSC, ya que se puede configurar toda la distribución y procesamiento del audio a través del software [Q-SYS Designer](#). [Figura 40]



Figura 40. [Core Nano de QSC](#).

Se han evaluado dos opciones como alternativa, el Crestron DM-NVX-E760C y el Biamp TesiraFORTÉ AVB VT, ambas siendo opciones más caras, con escalabilidad limitada y menos fluidez y procesamiento que el dispositivo seleccionado.

El Core Nano es compatible con la gama más amplia de protocolos y estándares de la industria, como Dante y AES67, también los equipos de control Crestron son más acertados para instalaciones audiovisuales que tengan aspectos de domótica básica, como lo es apagado y encendido de luces, control de proyectores, entre otras capacidades.

- **Switch de red:** Es un componente central en la instalación audiovisual y en este caso es el cliente el cual lo proporciona, debido a que es el switch nativo de la oficina y desean tener control sobre el tráfico que se generará cada vez que se haga una reunión virtual. Su función es gestionar y distribuir el tráfico de datos entre los distintos elementos conectados, como codificadores, decodificadores, procesadores de audio y controladores.

Básicamente, casi todos los dispositivos del proyecto van conectados a este switch, ya que su deber es tenerlos a todos conectados bajo la misma red local, esto para lograr la comunicación rápida y eficiente entre dispositivos al momento de transmitir información de audio/vídeo.

- **DSP Expansor:** Como todo el audio es transmitido por red, una vez el DSP de audio filtre la señal para dar salida hacia los altavoces, es este dispositivo el encargado de llevar esa señal por IP hasta la etapa de potencia.

El modelo utilizado es el QIO de QSC, ya que al ser ambos de la misma marca, conviene que se diseñe la transmisión y procesado con el mismo software Q-SYS Designer que utiliza el Core Nano. [Figura 41]



Figura 41. [QIO-140 de QSC.](#)

- **Etapla de potencia:** Una vez el audio en red sea procesado por el expansor, este a través de sus salidas de línea, envía la señal de audio a la etapa de potencia, esto con la finalidad de amplificar el sonido para que salga con el volumen adecuado hacia la sala por los altavoces de techo seleccionados.

La etapa de potencia seleccionada es la CT 4150 de la marca Crown, ya que es una etapa básica sin mucho requerimiento energético y cumple con las necesidades del sistema y sus altavoces. [Figura 42]



Figura 42. [CT 4150 de Crown.](#)

- **Extensor USB para cámara de techo:** Como una de las cámaras se encuentra en el techo, se ha seleccionado el USB-EXT-2-KIT de Crestron, para que su integración sea fácil con el resto de los componentes. Este extensor, como su nombre lo indica, extiende la señal USB de la Cam 520 Pro2 hasta el PC núcleo del sistema de videoconferencias. [Figura 43]



Figura 43. [Kit extensor de USB Crestron.](#)

5.2.3 Salidas de audio y vídeo

En este apartado se describen aquellos componentes encargados de dar salida al audio y vídeo de toda la integración.

5.2.3.1 Altavoces en el techo

Al ver que es una sala relativamente grande y que la mayor parte del tiempo que se hagan reuniones se encontrará bastante llena, la solución ideal es usar cuatro altavoces de pared, pero en el techo de sala, de esa forma tendrán un volumen adecuado a todas las personas presentes.

- **Altavoces seleccionados:** El modelo seleccionado es el Control 25-1 de JBL, ya que se suele utilizar en instalaciones comerciales debido a su rendimiento, durabilidad y facilidad de instalación. [Figura 44]

Una de las opciones valoradas han sido los 1C-BK de Behringer, pero estos poseen menor potencia frente a los JBL, una menor calidad de sonido y tampoco son tan versátiles como los JBL. En conclusión, los JBL poseen mayor durabilidad, potencia y mejor calidad de sonido para cubrir espacios grandes.



Figura 44. [Altavoz Control 25-1 de JBL.](#)

5.2.3.2 Monitores

El cliente posee un monitor 4K de ochenta y seis pulgadas. Se ha planteado un monitor de refuerzo de cincuenta y cinco pulgadas para que las personas presentes en el espacio puedan ver a los participantes en remoto.

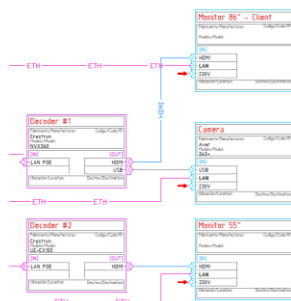


Figura 45. Monitores de la sala.

- **Monitor de refuerzo seleccionado:** Se sabe que la sala ya tiene un monitor grande y de buena calidad, la mejor opción es colocar un monitor profesional de 4K, de esa forma no se perderá ningún detalle en la videoconferencia. El modelo escogido es el [55BDL3511 de Phillips](#).

5.3 Coste del proyecto

Se proporciona una visión global del impacto financiero, destacando que la inversión está alineada con la calidad y funcionalidad deseada para la sala. A su vez, también se desglosan costes de ingeniería e instalación.

Todo esto tomando en cuenta que una de las necesidades del cliente será que el presupuesto final no sobrepase los 60.000€ de coste para todo el proyecto.

5.3.1 Coste individual de cada equipo

La **Tabla 1** detalla la cantidad y el precio final de cada equipo.

Cantidad	Modelo	Marca	Importe
1	UC-CX100Z	Crestron	5.317,34€
4	DM-NVX-360	Crestron	6.724,48€
1	Kit Extensor USB	Crestron	762,49€
1	55BDL3511	Phillips	780,64€
1	CAM520 Pro2	AVer	977,55
1	CAM 340+	AVer	784,70€
1	MXWAPT4	Shure	2.531,55€
1	MXNWCS4	Shure	1.261,77€
2	SM58	Shure	1.070,30€
2	MXW1	Shure	1.183,22€
1	Core Nano	QSC	4.107,04€
1	CT 4150	Crown	1.143,80€
4	Control 25-1	JBL	1.958,44€
1	QIO-L4	QSC	1150€
1	Soporte cámara de TV	Vogel	99,75€
1	Soporte suelo de TV	Vogel	312,55€
4	Soporte para altavoces	Vogel	680,96€
1	Soporte de techo para cámara	Vogel	79€
		SUMA	30.925,58€

Tabla 1. Precio individual de cada equipo y sus cantidades.

El cableado HDMI, USB, de potencia, entre otros, no se toma en cuenta, ya que todo el conexionado entre equipos va incluido dentro de la política de nuestra empresa como beneficio al cliente.

5.3.2 Coste de instalación e ingeniería

Será el presupuesto necesario para llevar a cabo la implementación del proyecto. El presupuesto se procesa y se genera a través del [software SAP](#), este incluye una estimación de los gastos asociados a la instalación, honorarios de ingeniería, como también las horas de trabajo necesarios para que todo se encuentre en marcha cuanto antes.

En la instalación de los equipos, se evalúan costos laborales asociados a la instalación física de los equipos, incluyendo montaje cableado y configuración, por ejemplo. [Tabla 2]

La partida de instalación incluye:

- Realización de rack donde se dispondrá el hardware de videoconferencia.
- Cableado profesional: HDMI 2.0, cable de categoría SF/UTP para transmisión de señales de vídeo y audio a través de Ethernet.
- Accesorios y pequeño material para la mecanización de los equipos en rack.
- Instalación de equipos audiovisuales.
- Instalación de soportes e infraestructuras.

En lo que serían honorarios de ingeniería se toman en cuanto costos por planificación, diseño del sistema, supervisión de instalación, así como la correcta realización de las especificaciones técnicas propuestas al cliente. [Tabla 2]

La partida de ingeniería incluye:

- Documentación y realización del proyecto
- Configuración y ajuste de equipos
- Programación de sistemas de control
- Periodo de pruebas

Detalle	Importe
Instalación	9.563,74 €
Ingeniería	3.525,00 €
SUMA	13.088,74 €

Tabla 2. Gastos asociados a instalación e ingeniería.

5.3.3 Coste total

Todo la instalación e integración audiovisual para este proyecto, tomando en cuenta las necesidades del cliente, costo de equipos individuales, más servicios de instalación e ingeniería tendrá un coste total de **44.014,32 €**.

6. Puesta en Marcha

Es una fase crucial en la implementación del sistema, ya que asegura que todo el hardware se encuentre correctamente configurado. Es necesario describir todos los pasos en la configuración inicial del sistema de videoconferencias.

Además, en la sección de pruebas, se entrará en detalle de todos los procesos por el cual se someten estos dispositivos para verificar su funcionamiento antes de ser instalados por el equipo de técnicos asignados en este proyecto. Una vez estas pruebas hayan sido completadas satisfactoriamente, se procederá a la instalación definitiva del sistema en la sala, con la certeza de que el hardware está configurado correctamente, cumple con los requisitos de diseño especificados y funciona de forma óptima.

6.1 Configuración de hardware QSC

Este proceso comienza con la conexión física de los dispositivos, en nuestro caso, conectando el procesador Core Nano y el extensor QIO-L4o a la misma red local en un switch, para que puedan comunicarse entre sí. Una vez conectados físicamente a través de un switch, se integran y configuran entre sí gracias al software Q-SYS Designer. [Figura 47]

6.1.2 Configuración Core Nano Q-SYS y QIO-L4o

Para configurar estos equipos se deben de conectar ambos a la misma red local a través de un switch mediante un cable de ethernet. Por lo general estos dispositivos poseen asignación de dirección IP por DHCP.

Para configurar estos equipos se deben de seguir [estos pasos](#):

1. Abrir el software Q-SYS Designer y seleccionar el apartado de Q-SYS Configurator, donde aparecerán todos los dispositivos Q-SYS conectados a la red.
2. Seleccionar el dispositivo a configurar, en este caso, el Core Nano o el QIO-L4o y verificar su estado, si está en verde se encuentra en el mismo rango de red, si está rojo tiene una dirección IP diferente a la de nuestra red y no podremos acceder a él.
3. Una vez estemos en la misma red que nuestros dispositivos, podremos acceder a la interfaz web de cada dispositivo.
4. Dentro de esta interfaz web, existe la posibilidad de cambiar la dirección IP, desactivar el protocolo DHCP, cambiar su nombre, como ver la configuración predeterminada.
5. Por último, se debe de verificar que el dispositivo en nuestro proyecto de Q-SYS Designer, tiene el mismo nombre que el que se muestra en la interfaz web, de esa forma evitaremos problemas al cargar proyectos. Y siempre actualizar el firmware a la versión mas reciente.

6.1.2 Software Q-SYS Designer

En este software se crea un proyecto específico simulando lo que sería nuestra sala de videoconferencias, donde se definen y ajustan parámetros esenciales como la mezcla de micrófonos, cancelación de eco, y enrutamiento general de la señal de audio.

Sirve también para configurar protocolos de comunicación, como Dante o AVB, para asegurar la sincronización y compatibilidad con otros sistemas



Figura 46. Logo del software.

6.1.2.1 Training Q-SYS Level 1

Para poder realizar el diseño en el software, es necesario cursar el training de [Q-SYS Level 1](#), ya que proporciona conocimientos fundamentales sobre la plataforma, incluyendo la configuración y programación básica de los sistemas QSC. [Figura 47]

El training proporciona conocimientos de como interactúan los diferentes componentes dentro de una red Q-SYS, también una breve familiarización con la interfaz de usuario para diseño de proyectos desde cero.



Figura 47. Logo del training.

Esta formación me permitió manejar con fluidez las herramientas y funcionalidades del software, asegurando un diseño eficiente y conforme a las mejores prácticas de integración audiovisual.

6.1.2.2 Proyecto en Q-SYS Designer

Como se ha mencionado anteriormente, la idea es recrear la sala con los distintos componentes que irán conectados física como por internet a nuestro expansor QIO-I40 y núcleo Core Nano. En la **Figura 48** se observan los distintos componentes de nuestro sistema proyectados en la interfaz gráfica del software, donde podemos editar cada componente de forma individual.

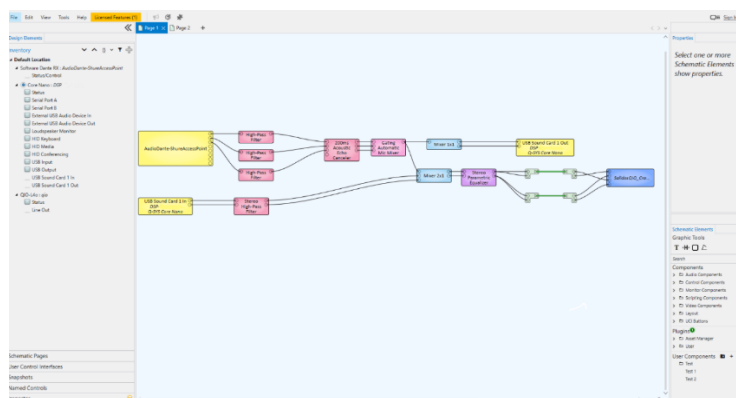


Figura 48. Proyecto en Q-SYS Designer.

Lo que se quiere lograr en el software, es representar los equipos y lograr un conexionado que de lugar a la técnica que se conoce como “[Audio Bridge](#)”, donde el sonido del exponente a través del micrófono entrará al sistema de videoconferencia mientras se reproduce por los altavoces de la sala. A su vez, el sonido proveniente de la videoconferencia también se reproducirá por los altavoces. [Figura 49]

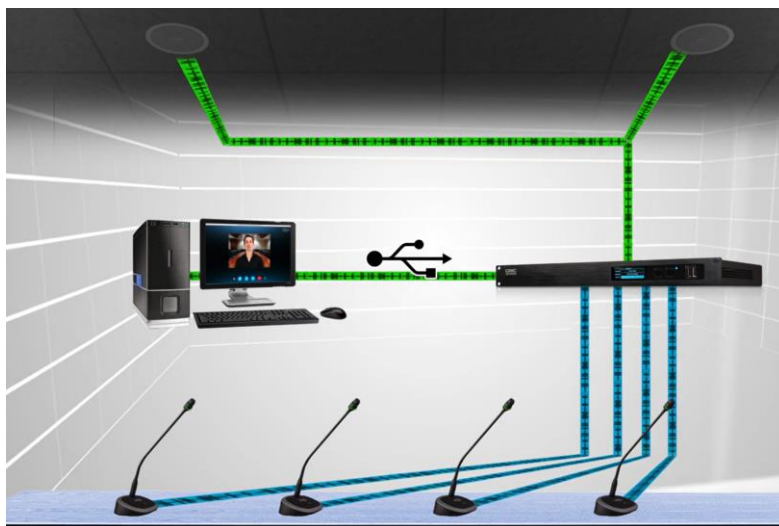


Figura 49. Visualización de lo que se busca representar en el software.

A continuación, cada bloque de dispositivo representada con su explicación:

- **Microfonía:** El bloque en amarillo representa la base receptora de los micrófonos que se utilizan en la sala, aquí se puede editar el nivel volumen que queremos en cada micrófono. El siguiente paso es que cada canal de audio atraviese un filtro paso alto, un cancelador de eco y una puerta automática, la cual detecta cuando ya no se emite sonido y apaga el micrófono para evitar ruidos indeseados. [Figura 50]

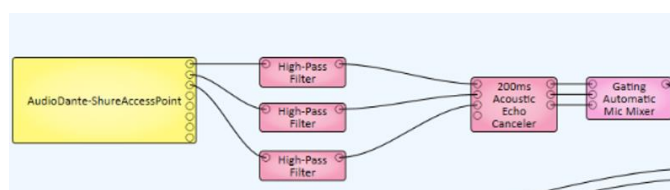


Figura 50. Cadena de audio en microfonía.

El siguiente paso es transmitir el audio ya mezclado a lo que sería el input de sonido a la videollamada o reunión virtual (bloque amarillo USB sound card 1 Out), también se desvía parte de la cadena hacia la salida del expansor (bloque azul Salidas QIO) hasta los altavoces. [Figura 51]

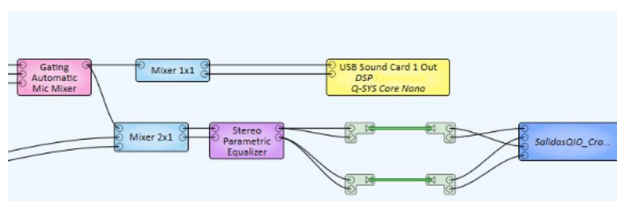


Figura 51. Cadena hasta la salida de altavoces.

- **Audio de la reunión virtual:** Como también se desea que el audio de la reunión sea reproducido por los altavoces, es necesario generar otra cadena de audio. El bloque amarillo (USB Sound Card 1 In) representa el sonido de la reunión, se filtra a través de un filtro estéreo paso alto hasta llegar a un mixer 2x1. [Figura 52]

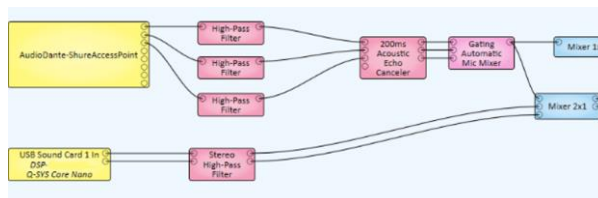


Figura 52. Cadena de audio de la reunión.

En ese bloque de color azul se observa cómo llega la señal de audio de los micrófonos ya mezclada y la de la reunión para luego atravesar un ecualizador paramétrico de estéreo y obtener el audio de salida mezclado hasta el expansor. [Figura 53]

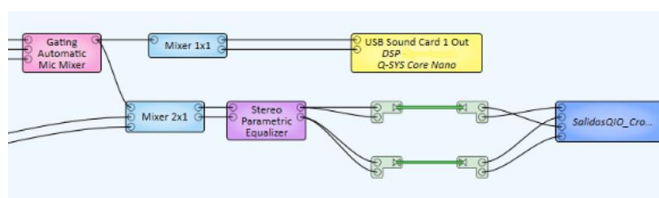


Figura 53. Última parte de la cadena de audio.

Cabe destacar que cada bloque del proyecto el cual representa un dispositivo tiene una configuración interna, a la cual se puede acceder para hacer cualquier tipo de modificación con un simple “clic”. Tanto los ecualizadores, como el expansor y la etapa de microfonía poseen modificaciones al bloque original que te genera el proyecto.

En este [enlace](#) de un vídeo del curso de Training Q-SYS Level 1 se explica cómo lograr un “Audio Bridge” para este tipo de proyectos.

6.2 Configuración de hardware Crestron

El objetivo de esta sección es describir como se ha configurado todo el material de Crestron, centrándonos en el sistema de sistema de videoconferencia UC-CX-100-Z y los transmisores DM-NVX-360.

6.2.1 Configuración UC-CX-100-Z

Gracias a los recursos disponibles en la página oficial de Crestron, se ha podido lograr una configuración óptima y fluida. Este tipo de equipos suelen venir con [guías](#) para hacer un “quick start” y tener una visión general del sistema. [Figura 54]

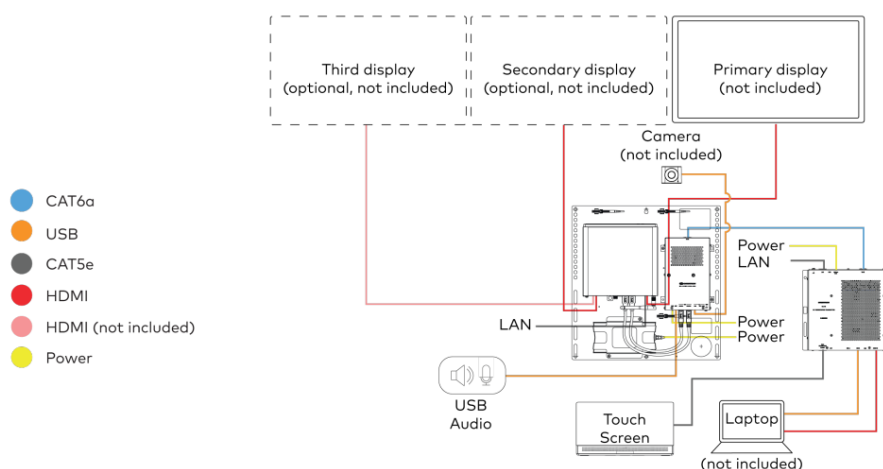


Figura 54. Visión general del sistema.

- **Laptop:** Representa el equipo de B.Y.O.D.
- **Primary display:** Pantalla de 86 pulgadas de la sala.
- **Secondary display:** Pantalla de 55 pulgadas de refuerzo.
- **Camera:** Cualquiera, tanto la de techo como la que está encima de la pantalla.
- **Touch Screen:** Panel táctil incluido para generar la videollamada.

Los pasos para configurar este equipo son los siguientes:

1. Hacer las conexiones físicas entre el PC núcleo (UC Engine) y el convertor HD (HD-CONV-USB-260). [Figura 55] [Figura 56]

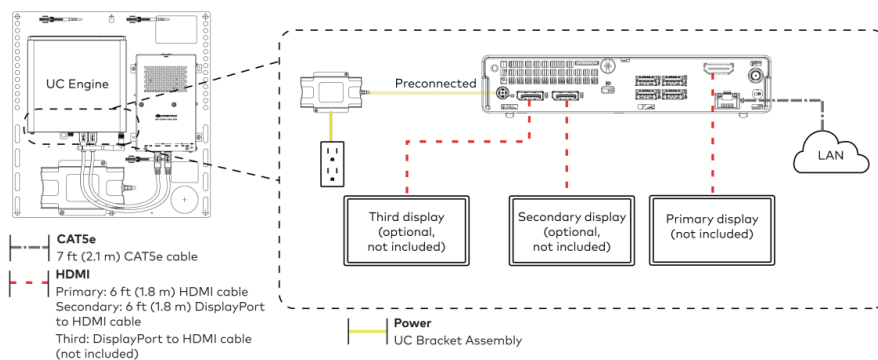


Figura 55. Parte posterior del UC Engine.

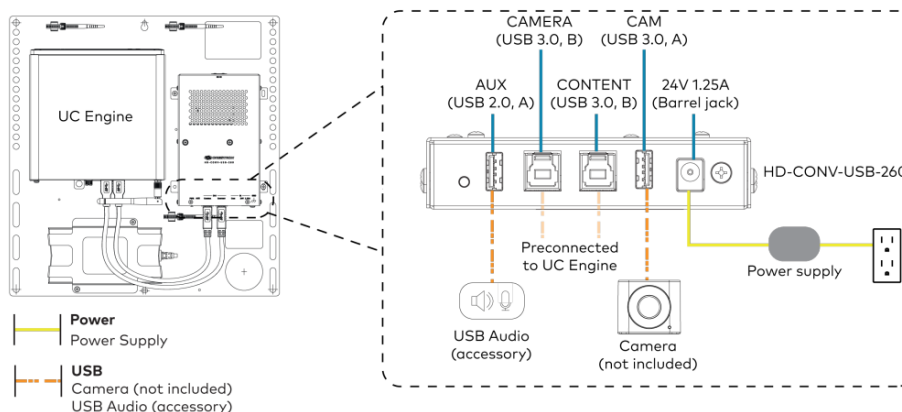


Figura 56. Parte frontal del convertor HD.

Se conectan estos dos dispositivos para ampliar las entradas y salidas USB del UC Engine y tener acceso a periféricos extras como cámaras y accesorios de audio.

- Conectar el UC Presentation Transmitter a través de un cable de red al convertidor HD, de esa forma será posible realizar B.Y.O.D y empezar videollamadas con el panel táctil. [Figura 57] [Figura 58]

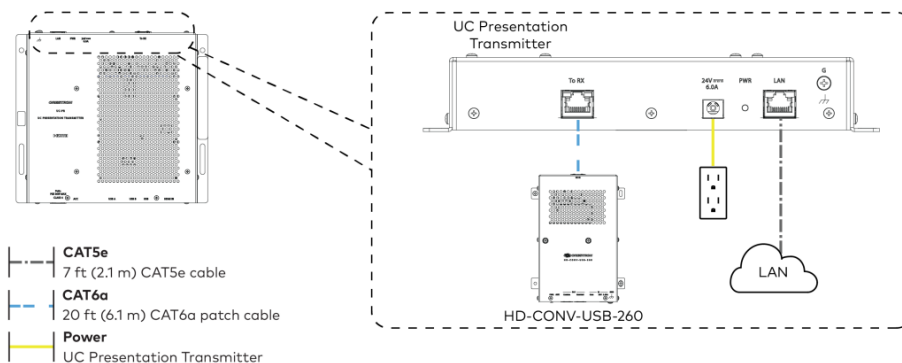


Figura 57. Parte posterior del UC Presentation Transmitter.

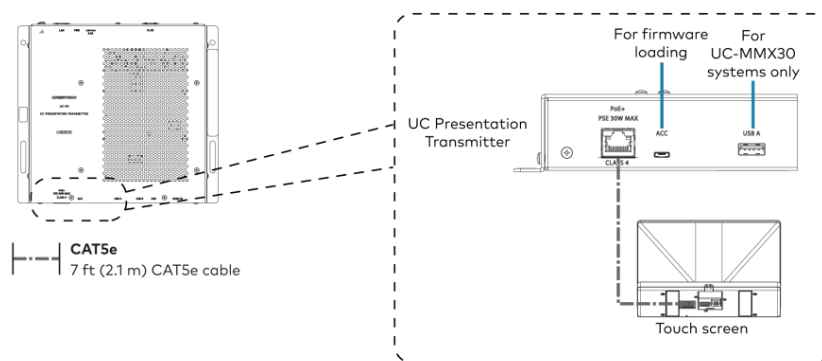


Figura 58. Conexión del panel táctil.

3. Conectar todos los dispositivos a sus respectivas fuentes de alimentación.
4. Generar una red local a través de un switch de red y conectar todos los equipos para que tengan comunicación entre ellos.
5. Una vez estén conectados y tengan comunicación entre sí, verificar a través de algún monitor conectado a la salida HDMI del UC Engine un código que aparecerá y apuntarlo.
6. En el panel táctil, seleccionar que software de videoconferencias se utilizará, en este caso será Zoom Rooms.
7. El código anteriormente apuntado se debe de introducir en el panel táctil para emparejar este dispositivo con el UC Engine. Una vez se haga esto, la aplicación controladora de Zoom Rooms aparecerá en el panel.
8. Finalmente iniciar sesión con las credenciales necesarias y configurar el entorno de videoconferencia.

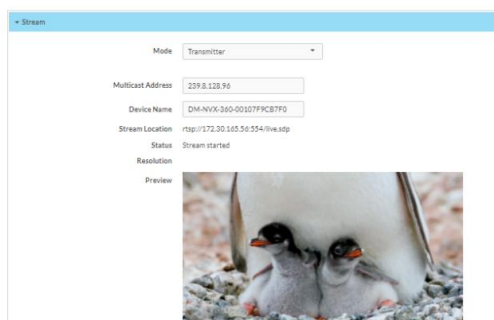
6.2.2 Configuración DM-NVX-360

La configuración de estos dispositivos implica varios pasos que abarcan tanto la conexión física como de software y red. Estos deben de conectarse primero a un switch de red para que tengan comunicación entre sí, tanto el codificador como el que hará de decodificador.

Los [pasos](#) para configurar estos equipos son los siguientes:

1. Verificar primero si nuestro switch de red tiene la capacidad de asignar direcciones IP, ya que por defecto estos dispositivos están en modo DHCP para que se les asigne una dirección.
2. Si este no es el caso, se deberá encender el equipo y conectar su salida HDMI a un monitor/pantalla y presionar el botón SETUP en el hardware. Una vez haya sido presionado, en pantalla aparecerá la dirección IP estática
3. Se debe acceder a la dirección IP mostrada a través de un explorador.

4. Una vez hayamos entrado en esta dirección, tendremos la interfaz web de estos dispositivos para empezar la configuración. La primera acción debe de ser actualizar el firmware al más reciente para evitar problemas en nuestras transmisiones.
5. Cuando ya esté instalado el firmware más reciente, se configura el modo de operación que tendrá cada uno, en este caso uno será codificador y otro decodificador, también asignaremos las direcciones IP de cada uno. [Figura 59]



- **Mode:** Select either **Receiver** or **Transmitter** from the drop-down menu.
- **Multicast Address:** Displays the multicast address.
- **Device Name:** Displays the name of the DM-NVX-360/363(C).
- **Stream Location:** Displays the location of the stream.
- **Status:** Displays the status of the device, for example, 'Stream stopped', 'Stream started', 'Connecting', etc.
- **Resolution:** Displays the resolution of an incoming stream.
- **Preview:** Displays a preview thumbnail of the stream.

Figura 59. Configuración codificación/decodificación.

Estos serían los pasos para lograr un canal de stream exitoso a través de la codificación y decodificación de video por IP. En la **Figura 60** se observan los detalles de configuración para desactivar la asignación de dirección IP por DHCP, como también la posibilidad de asignar una dirección estática y el nombre del dispositivo.

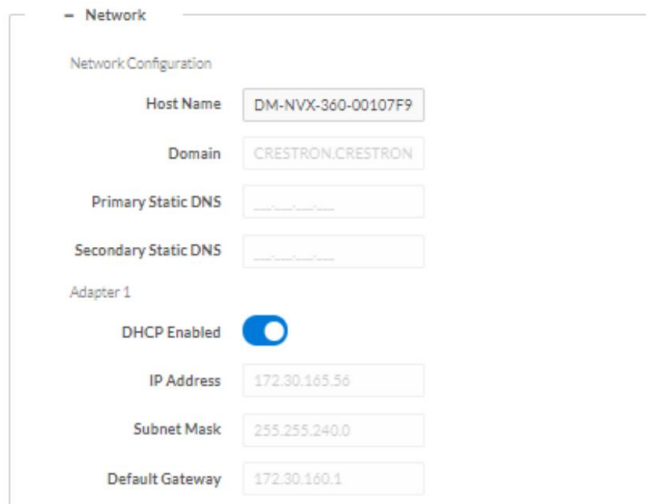


Figura 60. Configuración de red.

6.3 Configuración de hardware Shure

En este caso el responsable de la transmisión y recepción de señales es el punto de acceso MXWAPT4 y por otro lado tendremos el MXNWCS4 que hace de estación de carga para los micrófonos inalámbricos. En este apartado se detallará la configuración específica de los dispositivos, así como su integración global de la sala.

6.3.1 Configuración MXWAPT4

Se conectará este dispositivo a un switch que sea capaz de proporcionar Power over Ethernet (Poe o PoE+) y que esté a la vez conectado con nuestro Core Nano Q-SYS, ya que será el encargado de procesar este audio.

Una vez estén en la misma red, se realizan los siguientes pasos:

1. Primero se debe de descargar el software [Shure Wireless Workbench](#) para gestionar y configurar los dispositivos conectados a este punto de acceso. Otro software que se debe descargar es [Dante Controller](#) para la configuración y gestión del audio Dante.
2. Se accede a la interfaz de configuración ingresando la dirección IP del dispositivo en el navegador, esta se consigue gracias al Shure Wireless Workbench o mediante un escaneo de red.
3. Luego se asignan los canales a cada micrófono conectado a este punto de acceso. En la interfaz de configuración se debe buscar la sección “Channel Management”.
4. En esta misma interfaz, se habilita la funcionalidad Dante para cada canal. Esto permitirá que los canales de audio se transmitan a través de la red Dante hacia otros dispositivos, por ejemplo, al Core Nano encargado de procesar este audio.
5. Abrir el Dante Controller y verificar que los canales de audio Dante son visibles.
6. Por último, se integran estos canales de audio Dante en el Q-SYS Designer añadiendo un bloque Dante Receiver (como se observa en el bloque amarillo de la **Figura 51**), para que el Core Nano pueda procesarlos.

6.3.2 Configuración MXNWCS4

Para configurar la estación de carga se realizan menos pasos y mucho más sencillos:

1. Acceder a la interfaz web de la misma forma que con el MXWAPT4.
2. Asegurarse de instalar el firmware más reciente de esta estación de carga.
3. Verificar que todos los micrófonos inalámbricos estén correctamente emparejados y configurados para cargarse, esto se puede monitorear a través del Shure Wireless Workbench.
4. Comprobar que se integran de forma correcta en todo el sistema conectando y desconectando micrófonos sin perder la transmisión de audio.

6.4 Configuración de hardware AVer

El espacio cuenta con dos cámaras profesionales de videoconferencia, una que va desde el techo, la cual hace uso del extensor USB de Crestron hasta el decodificador (CAM 520 Pro2) y una más pequeña posicionada encima del tv que se encuentra detrás del exponente (CAM 340+).

El extensor USB-EXT-2-Kit es un equipo que no requiere de configuración, solo su debida toma de alimentación para funcionar y un cable de red Cat5e/6 que irá de la unidad transmisora hacia la receptora.

6.4.1 Configuración CAM 520 Pro2 y CAM 340+

Para configurar ambas cámaras basta con descargar un software llamado [PTZApp 2](#), este permite controlar plenamente las funciones de las cámaras USB de AVer.

Una vez descargado este software se siguen los siguientes pasos:

1. Conectar ambas cámaras a sus fuentes de alimentación incluidas en el paquete y a sus respectivos dispositivos de transmisión, en este caso la 340+ al decodificador y la Pro2 al extensor USB. De esta forma se obtiene la imagen de estas en nuestros monitores de sala.
2. Hay que asegurar que ambas cámaras estén conectadas a la red. De esta forma se podrá acceder a la interfaz web o la PTZApp 2 ingresando la dirección IP (ambas cámaras vienen ya con una dirección IP de caja, se encuentra en el manual de usuario).
3. Verificar si hay actualizaciones de firmware disponibles en la página de soporte de AVer. De esta forma se asegura que ambas cámaras funcionarán con las últimas mejoras y correcciones de errores.
4. Realizar el ajuste de red (dependiendo si se deja una IP estática o se activa protocolo DHCP) y el de imagen, seleccionando y activando el seguimiento automático incluido en la Pro 2 y ajustando el zoom junto con la calidad de transmisión.
5. Guardar presets usando los controles de la interfaz web o la App, para poder mantener la configuración de imagen cada vez que se inicie una reunión virtual o se enciendan estas cámaras.
6. Por último, realizar pruebas para verificar que las cámaras se encuentran funcionando de forma correcta dentro del sistema de videoconferencia y ajustar los parámetros finales según sea necesario para mejorar la calidad de la imagen.

6.5 Periodo de pruebas

Antes de proceder con la instalación final en la sala, se realizó un periodo de pruebas en un entorno simulado dentro de mi antigua oficina. El objetivo principal de estas pruebas fue verificar la correcta integración y funcionalidad de todos los dispositivos en una red local, asegurando que cada componente del sistema pudiera comunicarse con el resto y operar de manera fluida para lograr el objetivo final.

Este tipo de pruebas son muy importantes, ya que ayudan a garantizar que todo funcionará correctamente una vez que el sistema esté instalado en el entorno real.

6.5.1 Configuración del entorno de pruebas

Para simular el entorno de la sala de videoconferencia, todos los dispositivos fueron conectados a la misma red local, utilizando un switch de red con capacidades de PoE+ asegurando que alimentará a los dispositivos que necesitan de esta tecnología para funcionar.

Los dispositivos incluidos en estas pruebas han sido todos los que se detallan en el diseño original, dejando por fuera tres altavoces de los seleccionados en la solución y realizando las pruebas con un único monitor.

6.5.2 Proceso de pruebas

Se han llevado a cabo las siguientes actividades para asegurar la funcionalidad del sistema:

- **Integración y conectividad:** Cada dispositivo fue configurado y conectado a la red local, una vez conectado, se ha verificado que todos se reconocieran mutuamente para asegurar una comunicación adecuada entre ellos.
- **Pruebas de audio:** Se configuraron y probaron los micrófonos a través de su punto de acceso y estación de carga, esto junto con el Core Nano y el QIO L4o. Se verificó la claridad del audio a través de uno de los altavoces JBL y la potencia de este al salir de la etapa de amplificación Crown.
- **Pruebas de vídeo:** Las cámaras fueron conectadas al decodificador y al extensor USB, verificando la calidad de la imagen, la funcionalidad del control PTZ y la correcta transmisión vídeo en los DM-NVX-360 hacia los monitores.

6.5.3 Resultados de las pruebas

Las pruebas realizadas confirmaron que todos los componentes del sistema podían integrarse dentro de la red local simulada. El sistema de videoconferencias pudo ejecutar la reunión, las cámaras respondieron a los controles PTZ, el audio fue transmitido y procesado sin retrasos y el vídeo fue distribuido a los monitores sin pérdida de calidad.

Estos resultados proporcionaron la confianza necesaria para proceder con la instalación final en sala del cliente, asegurando que el sistema funcionaría de manera óptima en el entorno real.

6.6 Resultado final de la instalación

La instalación de todo el sistema de videoconferencia ha sido completando con éxito, integrando todos los componentes de manera eficiente y asegurando una operación fluida en el entorno real. La sala ya se encuentra con tecnología de última generación y lista para ofrecer una experiencia de comunicación avanzada, combinando calidad de audio y vídeo, facilidad de uso y un diseño elegante. [Figura 61]

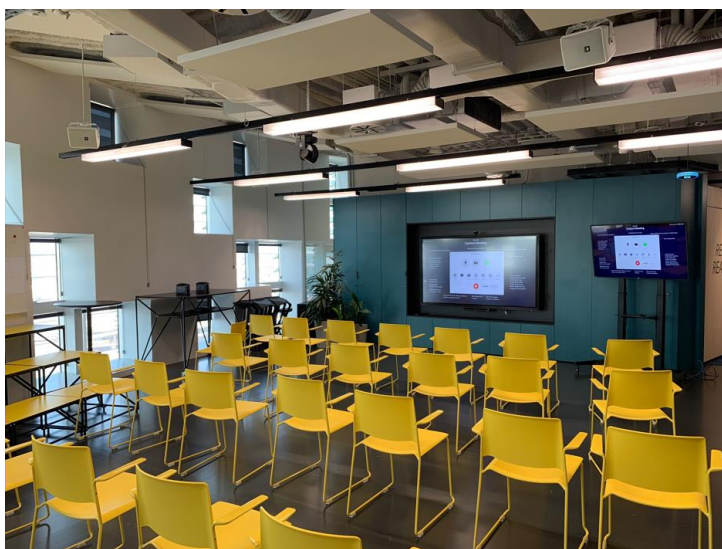


Figura 61. Nueva sala de videoconferencias.

6.6.1 Gestión y organización del hardware

Los equipos más importantes debido a temas de control y transmisión han sido montados en un rack, conservando un diseño elegante y sutil.

En la **Figura 61** se observa cómo se ha diseñado para tener almacenado el PC núcleo en la parte superior, debajo el primer decodificador y a su derecha el extensor USB de la cámara del techo, en la siguiente fila el otro codificador de la cámara del monitor y a su derecha el expansor de audio QIO-L4o y al final del rack se encuentran el Core Nano junto con la etapa de amplificación.



Figura 62. Rack dedicado al hardware.

6.6.2 Control y operación para reuniones

El panel táctil encima del rack en la **Figura 62** ha sido configurado para proporcionar un control intuitivo y centralizado del sistema, permitiendo al usuario lanzar videollamadas, ajustar cámaras y manejar el audio con facilidad.

La **Figura 63** detalla las distintas modalidades de usuario que posee la interfaz gráfica, como el control de invitados, ajuste y selección de cámaras y el nombre de la reunión, una vez se haya iniciado esta con su respectiva licencia de Zoom Room.

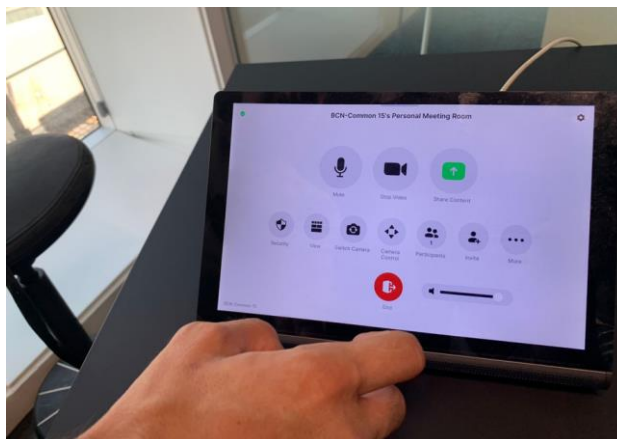


Figura 63. Interfaz gráfica de la reunión virtual.

6.6.3 Distribución de vídeo

Detrás del monitor principal se ha colocado un decodificador para la transmisión de imagen con la cámara que va encima de él. El monitor de refuerzo ha sido instalado al lado derecho y detrás de este el otro decodificador. [**Figura 64**]

Como se ha mencionado anteriormente, una de las cámaras se ha instalado en el techo de la sala, mientras que la otra se ha colocado encima del monitor principal de la sala de cara al público presente en la reunión. [**Figura 65 y 66**]



Figura 64. Monitor de refuerzo por detrás.



Figura 65. Cámara de cara al público encima de monitor principal.

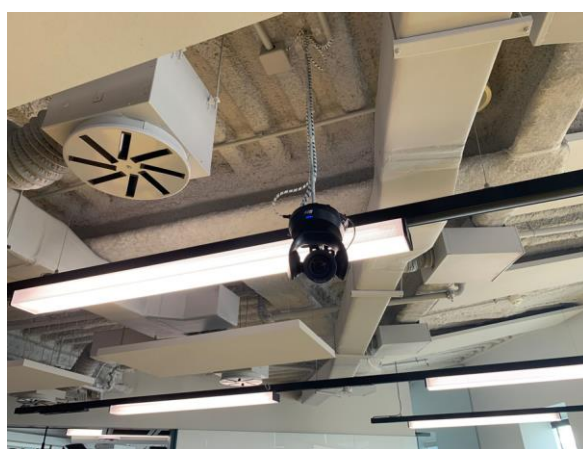


Figura 66. Cámara en el techo de cara al exposente.

6.6.4 Distribución de audio

Los micrófonos inalámbricos han sido instalados con su base de carga debajo del monitor principal, cada micrófono ha sido calibrado para capturar voces de forma adecuada y a un volumen adecuado, en la **Figura 67** se encuentra el cajón debajo del monitor principal donde estarán localizados.



Figura 67. Micrófonos debajo del monitor principal listos para usar.

Los 4 altavoces han sido instalados del lado izquierdo y del lado derecho (se pueden ver en la **Figura 61**), esto para asegurar una buena cobertura a todo el público presente en la reunión. Se ha asegurado su correcta calibración como el nivel de volumen de estos, en la **Figura 68** están los micrófonos del lado izquierdo del público más cerca de los ventanales de cristal.

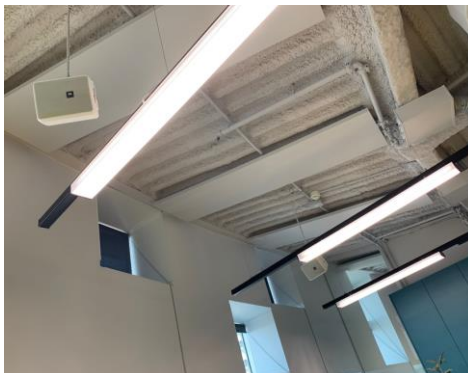


Figura 68. Altavoces del lado izquierdo del público.

6.6.5 Videollamada en operación

Para dar como entregada esta sala al cliente, se ha realizado una última prueba de funcionalidad en vivo, donde se han capturado imágenes de la ejecución de una videollamada real en la sala de videoconferencias para confirmar que todos los componentes del sistema se integran de forma exitosa. [Figura 69 y 70]

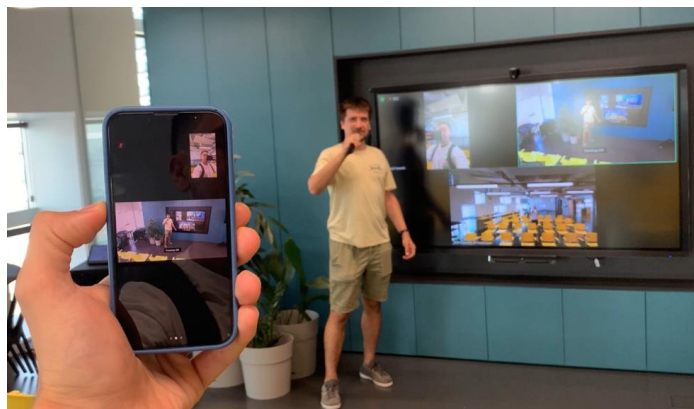


Figura 69. Ejemplo de invitación a la reunión a través de smartphone.

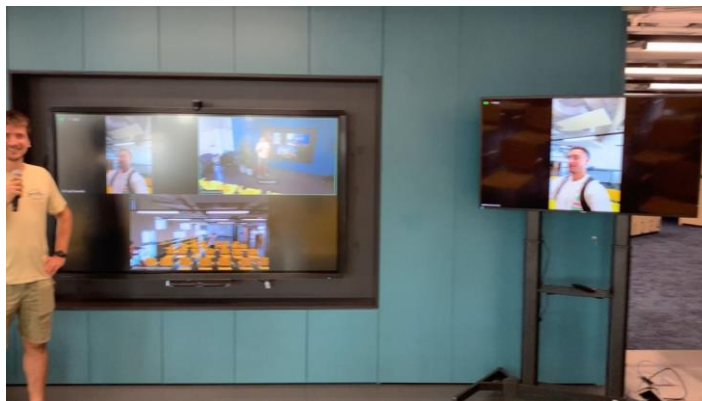


Figura 70. Visualización del invitado en el monitor de refuerzo.

7. Conclusiones

Este proyecto nace de la necesidad que tiene el cliente de implementar una sala de videoconferencia que les permita tener reuniones de trabajo a distancia de alta calidad con sus empleados y colaboradores, y a la vez, les permita aprovechar las ventajas de contar con un sistema de videoconferencia de alta definición, donde sin importar el tamaño de la audiencia, se tenga una comunicación de calidad y se cuente con todas las herramientas físicas y de colaboración que les permita tener reuniones efectivas, eficaces y eficientes.

Gracias a un dedicado estudio de mercado, se ha cumplido con todos los requerimientos del cliente y se ha equipado esta sala con las mejores tecnologías y productos de los fabricantes más reconocidos en este campo de las comunicaciones. El resultado es una sala de videoconferencias equipada para manejar comunicaciones de alta calidad, ofreciendo tanto a los usuarios locales como remotos una experiencia efectiva y sin interrupciones.

La implementación del sistema de videoconferencia en la sala ha sido un éxito, cumpliendo con todos los objetivos planteados al inicio del proyecto. A través de un cuidadoso proceso de planificación, pruebas, y configuración, se logró integrar todos los componentes tecnológicos en un sistema cohesivo y fácil de operar. A su vez, se han integrado múltiples disciplinas, combinando tecnologías de videoconferencia, procesamiento de audio y control centralizado, para crear un entorno de comunicación eficiente y accesible.

Este proyecto no solo demuestra la capacidad de integrar tecnologías avanzadas en un entorno de trabajo moderno, sino que también establece un estándar para futuras implementaciones en las instalaciones de esta empresa cliente.

La nueva sala ofrece una mejora notable en la calidad de las videoconferencias y presentaciones, facilitando la interacción entre equipos locales y remotos. La solución es escalable y puede adaptarse a diferentes tamaños de salas y requerimientos, ofreciendo un modelo replicable para futuras implementaciones.

Lastimosamente la dependencia de una infraestructura de red robusta podría limitar su eficacia en entornos con conexiones inestables o de baja calidad, también la necesidad de una correcta calibración y mantenimiento continuo puede requerir recursos adicionales de personal especializado.

Para este tipo de integraciones se recomienda implementar un plan de capacitación para los usuarios finales y el personal técnico, asegurando que puedan operar y mantener el sistema de manera eficiente. Se debería considerar la inclusión de redundancias o sistemas de respaldo para minimizar los impactos de posibles fallas en la red o el hardware.

En resumen, la solución adoptada no solo cumple con los objetivos planteados inicialmente, sino que también ofrece beneficios tangibles en múltiples áreas, incluyendo la salud, el bienestar y la sostenibilidad ambiental. Estas contribuciones reflejan la importancia de la ingeniería de telecomunicaciones y las tecnologías digitales en la creación de entornos de trabajo más eficientes, inclusivos y sostenibles.

Por último, se aprecia la importancia de la integración de sistemas en el ámbito de las telecomunicaciones, proporcionando un ejemplo práctico de cómo las tecnologías digitales pueden mejorar la comunicación corporativa y nuestro día a día.

8. Bibliografía

- Crestron Setup UC-CX100-Z (2024). https://www.crestron.com/getmedia/mg_qs_uc-cx100-z_1
- Dante Controller de Audinate (2024). <https://www.getdante.com>
- Shure Wireless Workbench (2024). <https://www.shure.com/descragas/wireless-workbench>
- All Hands Space de Crestron (2023). <https://support.zoom.com/hc/en/article?id>
- Q-SYS Designer Software (2024). <https://www.qsys.com/es/sistemas/software/software-q-systm-designer/>
- Crestron (2024). <https://www.crestron.com/>
- Shure (2024). <https://www.shure.com/es-ES>
- AVer (2024). <https://es.avereurope.com/default.aspx>
- QSC (2024). <https://www.qsc.com/>
- Zoom Room (2024). <https://www.zoom.com/es/products/meeting-rooms/>
- Install Magazine (2017). <https://installmagazine.com.mx/microfonia-para-conferencias/>
- Wondershare, artículo de Alfonso Cervera (2024). <https://recoverit.wondershare.es/photo-recovery/resolution-from-4k-to-8k.html>
- Crown (2024). <https://www.crownaudio.com/en>
- JBL (2024). <https://www.jbl.es/>
- Soft Controls, artículo de Pablo Sáez Villaroya (2020). <https://softcontrols.es/cables-de-video/>
- Daxel MX (2024). <https://daxel.mx/microfono-para-sala-de-juntas.php>
- AV Magazine, artículo de Guy Campos (2021). <https://www.avinteractive.com/news/>
- AV Magazine, artículo de Phil Ward (2024). <https://www.avinteractive.com/features/sound-advice-an-array-of-audio-adaptation-15-02-2024/>
- Universidad VIU (2018). <https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos>
- Avast, artículo de Harrison Gough (2024). <https://www.avast.com/es-es/c-what-is-lan>
- UNESUM, artículo de Melisa Pérez (2021). <https://revistas.unesum.edu.ec/article/view/582>
- Blog de Oficinas Montiel (2024). <https://www.oficinasmontiel.com/blog/sala-conferencias-moderna-inspiracion-guia/#respond>