



ACUERDO N.º 002 DE 2021
25 de enero

Por el cual se autoriza contratar directamente la adquisición de dispositivos de video conferencia «todo en uno» requeridos para la ejecución del proyecto de inversión: «Adaptación de salones de docencia de la Universidad Industrial de Santander para operación en modo híbrido, Fase I. Código BPPI: 031901201159»

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
en uso de sus atribuciones legales, y

CONSIDERANDO:

- a. Que según la Ley 30 de 1992, por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior, y el Estatuto General de la Universidad Industrial de Santander le corresponde al Consejo Superior: «Definir la organización académica, administrativa y financiera de la Universidad» y «Expedir, previo concepto del Consejo Académico, los estatutos y reglamentos de la Universidad».
- b. Que el artículo 57 de la Ley 30 de 1992, sobre el régimen de contratación de las universidades estatales, señala que: «El carácter especial del régimen de las universidades estatales u oficiales comprenderá la organización y elección de directivas, del personal docente y administrativo, el sistema de las universidades estatales u oficiales, el régimen financiero y el régimen de contratación y control fiscal, de acuerdo con la presente Ley».
- c. Que la Corte Constitucional precisa en la Sentencia C-547-94 que la actividad contractual de las universidades estatales se rige por el Derecho Civil y Comercial, lo que permite que en materia contractual se acojan a disposiciones distintas a las previstas en el Estatuto General de Contratación Pública, salvo en asuntos tales como el régimen de inhabilidades e incompatibilidades previsto para la contratación estatal en la Constitución y en la Ley, así como la aplicación de los principios de la función administrativa.
- d. Que, en ejercicio de la prerrogativa prevista en los párrafos precedentes, el Consejo Superior de la Universidad Industrial de Santander, mediante el Acuerdo n.º 079 del 12 de diciembre de 2019, aprobó el Estatuto y Reglamento para la adquisición de bienes y servicios de la Universidad Industrial de Santander.
- e. Que mediante Acuerdo del Consejo Superior n.º 048 de 2020 se incluyó en el Plan Operativo Anual de Inversiones el proyecto denominado: «Adaptación de salones de docencia de la Universidad Industrial de Santander para operación en modo híbrido, Fase I. Código BPPI: 031901201159», que tiene por objeto principal modernizar los salones de docencia de la Universidad Industrial de Santander para operación en modo híbrido por medio de mejoras locativas e integración de medios audiovisuales para la implementación de la alternancia académica, mediante el funcionamiento de salones con capacidad tecnológica para la operación virtual, presencial e híbrida, que permita atender los retos actuales y futuros en la prestación del servicio público de la educación superior bajo las condiciones de calidad reconocidas en los registros calificados de los respectivos programas académicos.
- f. Que la División de Servicios de Información de la Universidad Industrial de Santander, como unidad gestora de los procesos de contratación requeridos para la adquisición de bienes y servicios para la ejecución del proyecto de inversión «Adaptación de salones de docencia de la Universidad Industrial de Santander para operación en modo híbrido, Fase I. Código BPPI: 031901201159», en la etapa de formulación del proyecto y de planeación contractual, dada la complejidad del sistema a implementar, adelantó durante tres meses actividades tendientes a identificar y priorizar las necesidades, establecer las posibles soluciones y sus potenciales proveedores, valorar los riesgos inherentes al proceso de contratación y adoptar las mejores prácticas para eliminarlos, reducirlos o contenerlos adecuadamente, mediante la realización de pruebas de rendimiento de diferentes tecnologías y soluciones disponibles en el mercado colombiano.
- g. Que producto del ejercicio de planeación al que se hace referencia en el considerando precedente, se identificó que la tecnología *Poly Studio de Polycom* satisface las necesidades institucionales y corresponde a la mejor alternativa tecnológica existente en el mercado nacional, en cuanto tiene la mejor relación precio-rendimiento entre las soluciones evaluadas y sus prestaciones cumplen las especificaciones establecidas para la implementación de la metodología de enseñanza híbrida en la Universidad, según lo expuesto en documento adjunto que hace parte integral del presente acuerdo.



ACUERDO N.º 002 DE 2021
25 de enero

- h. Que habiéndose identificado la tecnología que satisface las necesidades institucionales, los potenciales proveedores, los riesgos inherentes al proceso de contratación y las medidas para eliminarlos, reducirlos o contenerlos, en aplicación de los principios de planeación, eficacia, economía y selección objetiva, la Dirección de la Universidad solicita al Consejo Superior autorización para contratar directamente la adquisición de dispositivos de video conferencia «todo en uno» requeridos para la ejecución del proyecto de inversión: «Adaptación de salones de docencia de la Universidad Industrial de Santander para operación en modo híbrido, Fase I. Código BPPI: 031901201159».

En mérito de lo anterior,

ACUERDA:

ARTÍCULO 1º. Autorizar contratar directamente la adquisición de dispositivos de video conferencia «todo en uno» necesarios para la ejecución del proyecto de inversión: «Adaptación de salones de docencia de la Universidad Industrial de Santander para operación en modo híbrido, Fase I. Código BPPI: 031901201159».

ARTÍCULO 2º. El Rector establecerá el procedimiento para surtir el proceso de contratación, en el marco de la autorización de contratación directa otorgada mediante el presente acuerdo y atendiendo los principios que rigen la contratación en la Universidad.

ARTÍCULO 3º. El presente acuerdo rige a partir de su expedición.

PUBLÍQUESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE,

Expedido en Bucaramanga, a los veinticinco (25) días del mes de enero de 2021

EL PRESIDENTE DEL CONSEJO SUPERIOR,



NERthink MAURICIO AGUILAR HURTADO
Gobernador de Santander

LA SECRETARIA GENERAL,



SOFÍA PINZÓN DURÁN



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

**ADAPTACIÓN DE SALONES DE DOCENCIA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL
DE SANTANDER PARA OPERACIÓN EN MODO HÍBRIDO, FASE I**

EVALUACIÓN DE OPCIONES TECNOLÓGICAS

Enero 2021

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS DEL PROYECTO	4
3. POBLACIÓN, ZONA AFECTADA Y POBLACIÓN OBJETIVO DEL PROYECTO ..	5
4. ENSEÑANZA HÍBRIDA.....	5
5. ESPECIFICACIONES TECNOLÓGICAS PARA LA ENSEÑANZA HÍBRIDA	7
6. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS.....	10
7. CONCLUSIONES.....	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Especificaciones del dispositivo de video conferencia todo en uno (All-in-One Huddle Room Video Conference Device).....	9
Tabla 2: Elementos diferenciadores de la opción de integración en sitio y su presupuesto estimado.....	11
Tabla 3: Comparativo de dispositivos de videoconferencia todo en uno en el mercado.....	12
Tabla 4: Pruebas Locales de Rendimiento de Productos	13
Tabla 5: Actividades realizadas	18

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Industrial de Santander viene adelantando el proyecto denominado: ADAPTACIÓN DE SALONES DE DOCENCIA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER PARA OPERACIÓN EN MODO HÍBRIDO, FASE I, y en su desarrollo se deben garantizar los recursos informáticos y de telecomunicaciones adecuados y necesarios para realizar actividades académicas en presencialidad remota y normal en los salones de clase de la Universidad. Ante la complejidad del sistema y la necesidad de adquirir elementos que fuesen plenamente compatibles, de tal manera que se pudiese asegurar la garantía pretendida, exigencia que está plenamente justificada por tratarse de la función misional de docencia, los profesionales a cargo del proyecto han venido probando las tecnologías y configuraciones que fueron contempladas para dar cumplimiento al objetivo señalado. En esa etapa de pruebas, evaluando cada una de las opciones consideradas, se determinó experimentalmente la importancia de implementar una solución que cancele ruidos no solo esporádicos, sino también repetitivos no deseados e, incluso, los murmullos que normalmente se presentan por la interacción entre estudiantes que están presentes en el aula. También, las pruebas realizadas permitieron valorar la conveniencia de considerar la facilidad en la administración y en la configuración del enfoque de la cámara. Asimismo, se corroboró la necesidad de disponer de una potencia adecuada al tamaño de los salones de clase.

En este documento se presentan los objetivos del proyecto y la población objetivo. Además, en él se resume el concepto de enseñanza híbrida, se mencionan las especificaciones tecnológicas para la enseñanza híbrida, se presentan los resultados de la evaluación de alternativas tecnológicas y se exponen las conclusiones del trabajo realizado por los profesionales encargados del proyecto para probar las opciones que estuvieron disponibles. El

documento pretende sustentar la justificación técnica de solicitar al Consejo Superior autorización para llevar a cabo una compra directa que permita la adquisición de dispositivos de video conferencia todo en uno, requeridos para la ejecución del proyecto de inversión: Adaptación de salones de docencia de la Universidad Industrial de Santander para operación en modo híbrido, Fase I. Código BPPI: 031901201159». La autorización permitirá la compra directa del sistema «todo en uno» Poly Studio, fabricado por Polycom Studio, por ser el sistema que con el presupuesto disponible permite adecuar aulas híbridas cumpliendo los requerimientos de cancelación de ruido, es de fácil administración, posee una potencia adecuada y brinda un sonido más nítido ofreciendo la mejor relación costo beneficio entre las alternativas evaluadas experimentalmente.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1 OBJETIVO GENERAL

Adecuar los salones de clase para que permitan de forma híbrida las clases en presencialidad normal y remota simultáneamente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Garantizar los recursos informáticos y de telecomunicaciones adecuados y necesarios para la realización de actividades académicas en presencialidad remota y normal en los salones de clase de la universidad.
- Adecuar los salones con la instalación e integración de los diferentes recursos informáticos y de telecomunicaciones para la alternancia académica (profesores en el aula o remotos y algunos estudiantes presenciales y otros remotos).

3. POBLACIÓN, ZONA AFECTADA Y POBLACIÓN OBJETIVO DEL PROYECTO

La población objetivo del proyecto es la comunidad universitaria en general, conformada por estudiantes, docentes, personal administrativo y visitantes. Principalmente, los estudiantes y profesores conforman la población objeto del proyecto, al verse beneficiados por contar con herramientas que les permitan la interacción durante las horas de trabajo con acompañamiento docente tanto en el aula de clase como de forma remota.

4. ENSEÑANZA HÍBRIDA

La educación superior, desde antes de la emergencia sanitaria por COVID-19, ya había identificado la oportunidad de evolucionar de procesos de formación rígidos, en una sola metodología y centrados en lo cognitivo, hacia esquemas de trabajo híbridos (o *blended learning* por su denominación en inglés) y que fomenten el aprendizaje activo y el desarrollo de competencias procedimentales, actitudinales y socio emocionales a la par con las cognitivas.

Se concibe como aprendizaje híbrido el que se logra mediante procesos en los cuales los estudiantes no se encuentran exclusivamente en una modalidad de trabajo académico presencial o virtual, sino que llevan a cabo interacciones con los docentes y con sus compañeros de forma combinada, aprovechando las posibilidades ofertadas por cada una de las tecnologías y las metas de aprendizaje asociadas al programa que desarrollan¹.

¹ Mejía Gallegos, Michalón Dueñas, Michalón Acosta, López Fernández, Palmero Urquiza y Sánchez Gálvez, “Espacios de aprendizaje híbridos. Hacia una educación del futuro en la Universidad de Guayaquil” MediSURm Vol 15, Numero 3, Junio de 2017.

Según Horn y Staker², se considera un programa de aprendizaje híbrido cuando el estudiante aprende: 1) al menos a través del aprendizaje en línea, con algún elemento de control del estudiante sobre el tiempo, lugar, la ruta de aprendizaje o el ritmo; 2) al menos en un lugar físico supervisado fuera de casa y 3) las modalidades a lo largo de la ruta de aprendizaje de cada estudiante dentro de un curso o materia están conectadas para promocionar una experiencia de aprendizaje integrada.

La situación de emergencia sanitaria por COVID-19 aceleró el proceso de transición hacia esquemas híbridos en la medida en que las diferentes instituciones de educación – tanto superior como básica y media – han debido establecer una oferta educativa remota de emergencia. A medida que las condiciones de regreso a los campus en condiciones de bioseguridad se den, los diferentes colectivos docentes y estudiantes tendrán la oportunidad de identificar aquellas componentes del proceso de formación que pueden desarrollarse de forma más eficaz mediante esquemas híbridos.

Las oportunidades para desplegar aprendizaje híbrido se podrán aprovechar en la medida en que la infraestructura física y tecnológica en los diferentes campus permita este flujo de trabajo – tanto para programas académicos presenciales como para aquellos concebidos de forma híbrida, como para los que tradicionalmente conocemos de modalidad a distancia o virtual. Diversos autores consideran la educación híbrida como un modelo novedoso que combina lo mejor de cada modalidad y mejora la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje en diferentes niveles organizacionales de una

2 Horn and Staker, “Blended learning definitions” San Francisco: Jossey-Bass; 2014
Disponible en <https://www.christenseninstitute.org/blended-learning-definitions-and-models/> [Consultado en enero 18 de 2021]

institución educativa y ofrece varias posibilidades de realizar combinaciones para los procesos formativos³.

Las tecnologías de la información y la comunicación apoyan los procesos de formación en sus diferentes modalidades y son base fundamental para el aprendizaje híbrido, pues son la herramienta indispensable para el uso eficiente de la información, al facilitar su adquisición, absorción y comunicación. Cuando las TIC sirven de apoyo a procesos de formación posibilitan, entre otros aspectos, el protagonismo de los estudiantes, una mayor cantidad y calidad en las interacciones entre profesores y estudiantes, un acceso permanente a los contenidos y una personalización de la formación.

En ese contexto, con la ejecución de este proyecto la comunidad universitaria obtiene beneficios tales como la disponibilidad de uso de herramientas tecnológicas adecuadas para el desarrollo de diversas actividades universitarias, con elementos hardware y software que soporten la implementación de una alternancia académica que permita a los miembros de la comunidad universitaria mantener los protocolos de bioseguridad necesarios para prevenir el contagio de la COVID 19.

5. ESPECIFICACIONES TECNOLÓGICAS PARA LA ENSEÑANZA HÍBRIDA

Diversas universidades han implementado esquemas tecnológicos para la enseñanza híbrida, algunas involucrando una integración tecnológica a la medida y otras con soluciones específicas en el mercado. De forma básica se considera que para que un aula se considere dotada de tecnología para el desarrollo de procesos de enseñanza–aprendizaje híbridos debe tener:

³ Balladares–Burgos, “El aprendizaje híbrido y la educación digital del profesorado universitario” Revista Cátedra, vol 1, Numero 1, 2018, pp 53–69.

- 1) Conectividad a internet (preferiblemente con punto de red dedicado)
- 2) Sistema de despliegue de imagen en sitio (video beam o televisor)
- 3) Sistema de entrada de audio y video (micrófonos omnidireccionales y cámaras)
- 4) Sistema de salida de audio (parlantes con alcance al área del salón)
- 5) Sistema de integración de datos y señales (computador de uso general o dedicado)

Adicionalmente, se debe contar con una plataforma software para realizar las sesiones de clase con estudiantes presenciales y remotos de forma simultánea (Plataforma Zoom, MS Teams, Cisco Webex, Google Classroom, etc).

La implementación de aulas para la enseñanza híbrida puede realizarse mediante la integración en sitio de elementos individuales o recurriendo a diversas opciones tecnológicas de sistema de video-conferencia «todo en uno» que se encuentran en el mercado. La integración en sitio permite el desarrollo de una solución a la medida y de bajo costo. Sin embargo, como fue verificado por el equipo a cargo del desarrollo del proyecto, presenta inconvenientes asociados a costo y tiempo de instalación; posibles fallos por múltiples conexiones; garantías no unificadas y susceptibilidad de interferencias electromagnéticas. Por eso, en un proyecto de esta naturaleza es necesario considerar la opción de sistema de video-conferencia «todo en uno», cuidando el costo para que la solución sea viable financieramente.

La figura 1 muestra el esquema del sistema de aula híbrida considerando el dispositivo de videoconferencia todo en uno. Las especificaciones correspondientes se muestran en la tabla 1.



Figura 1. Esquema de los componentes del aula híbrida. Elementos: 1) monitor para mostrar el mosaico de estudiantes remotos; 2) dispositivo de videoconferencia todo en uno; 3) cámara usb adicional para abarcar el grupo presencial de estudiantes; 4) pantalla grande para realizar presentaciones o interactuar con estudiantes remotos.

Tabla 1: Especificaciones del dispositivo de video conferencia todo en uno (All-in-One Huddle Room Video Conference Device)

<p>Arreglo de micrófonos configurables</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Alta sensibilidad y direccionables ◦ Cancelación de ruido ◦ Conversación bidireccional en tiempo real ◦ Función estéreo ◦ Respuesta en frecuencia de 120 Hz a 16 KHz, ◦ Rango de sensibilidad de 3.6 m..
<p>Cámara de Video</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Capacidad de seguimiento del interlocutor a través del sonido ◦ Resolución configurable de 720 a 4K ◦ Zoom de 5X
<p>Sistema de altavoces estéreos integrado</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Respuesta en frecuencia de 100Hz a 20KHz ◦ Salida de 90db a 0.5mts

Sistema de administración remota	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Compatible con MacOS y Windows 10
Interconexión	<ul style="list-style-type: none"> ◦ WiFi 802.11ac ◦ Bluetooth 4.2 ◦ Control remoto
Interfaces	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Puerto USB C 3.0 compatible con 2.0 ◦ Micrófono externo opcional ◦ Entrada de audio de 3.5mm ◦ Slot de seguridad tipo Kensington

6. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

Dada la necesidad de especificar con precisión los requerimientos tecnológicos de los diferentes equipos requeridos para el proyecto de inversión, su novedad y el reto de escalar la solución para un alto número de aulas se realizó una evaluación rigurosa de alternativas tecnológicas.

Se describen a continuación las diferentes opciones consideradas y la línea de tiempo del desarrollo de estas pruebas, en las cuales se encontró la pertinencia de implementar los salones híbridos con un sistema de video conferencia «todo en uno» y su viabilidad financiera.

6.1 OPCIÓN DE INTEGRACIÓN EN SITIO.

La opción de integración en sitio se diferencia de la opción todo en uno en la necesidad de adquirir e instalar por separado los elementos que se presentan en la tabla 2. Esos elementos sirvieron de base para la elaboración del presupuesto aprobado por el Consejo Superior para el proyecto en noviembre de 2020. En la tabla 2 también se presenta el presupuesto estimado para cada componente.

Tabla 2: Elementos diferenciadores de la opción de integración en sitio y su presupuesto estimado

Micrófonos	Micrófonos omnidireccionales de techo con alcance mínimo de 4 m. conexión USB	\$ 1.600.000
Cámara USB tipo Web	Cámara usb tipo web con sensor 4K apertura mínima de 70 grados función hdr y manejo de 60 fps en 1080, certificación con aplicaciones MS Teams y Zoom	\$ 1.600.000
Parlantes	Sistemas de parlantes autopotenciado de potencia mínima de 50 W rms conexión xlr y línea ecualizador bluetooth control de bajos y medios	\$ 800.000
Hub USB 2.0	Extensor de 50 m. usb 2.0 para mínimo 5 puertos	\$ 180.000
Total	Presupuesto para elementos equivalentes al dispositivo de videoconferencia todo en uno	\$4.180.000

Como se puede visualizar en la Tabla 2, el costo estimado para los elementos individuales que se reemplazan por la solución todo en uno es de cuatro millones ciento ochenta mil pesos por cada salón (\$4.180.000).

6.2 OPCIÓN «TODO EN UNO»

La Tabla 3 presentan diferentes opciones de dispositivos de videoconferencia todo en uno disponibles en el mercado, que a criterio del grupo de trabajo son las más representativas de las soluciones todo en uno, que están orientadas para el sector académico y que pudiesen adaptarse mejor a los requerimientos de la Universidad. De la tabla se observa que la solución que ofrece *Polycom Studio* tiene la mejor relación precio-desempeño. Además, cubre los requerimientos de los salones de clase de la

UIS, teniendo en cuenta los requerimientos impuestos por el modelo de salas híbridas adoptado.

Adicionalmente, el sistema «todo en uno» *Poly Studio*, que ofrece *Polycom Studio*, cumple con todas las especificaciones requeridas en cuanto a micrófonos, cámara y parlantes, con un precio razonable. Asimismo, se encuentra certificado para todas las aplicaciones de video conferencia con que cuenta la UIS en estos momentos y, además, el fabricante tiene representación en Colombia. Otras soluciones de mayor rendimiento que las consideradas aquí tienen un costo elevado o tienen tiempos de entrega que superan las fechas límite del proyecto (el 31 de marzo próximo).

Tabla 3: Comparativo de dispositivos de videoconferencia todo en uno en el mercado.

Product	Logitech MeetUp	Polycom Studio	Yamaha CS-700	Vaddio HuddleSHOT
Horiz. Angle of View	120° (170° AOV using pan/tilt)	120°	120°	125°
Resolution	4K	4K	1080p	1080p
Digital Zoom	5x	5x	2.25x	2x
Microphone	3-element beam-forming array	6-element beam-forming array	4-element beam-forming array	2 standard microphones
Audio Capture Range	13.1 ft	12 ft	12 ft	12 ft
Expansion Mic	Yes	Yes	Yes	Yes
Speakers	Single speaker	Dual Speakers	4-way Speakers	Dual Speakers
Bluetooth	Yes	Yes	Yes	No
SIP Interface	No	No	Yes, with CS-700 SIP	No
PC Connection	USB 3.0 Type C	USB 3.0 Type C	USB 3.0	USB 3.0 Type C
Remote Control	Included	Included	Not available	Not available
Remote Mgmt.	No	Yes	Yes	Yes
Waranty	2 Year	1 Year	1 Year	2 Year
Advertised Price	\$899.99	\$949.00	\$799.00	\$1,599.00

Tomado de: <https://zsyst.com/2019/07/all-in-one-video-conferencing-solutions-compared/>

6.3 PRUEBAS LOCALES DE RENDIMIENTO DE PRODUCTOS

El trabajo adelantado contempló la realización de pruebas locales de rendimiento de las soluciones para las cuales fue posible disponer de los equipos. Las tecnologías evaluadas se presentan en la tabla 4.

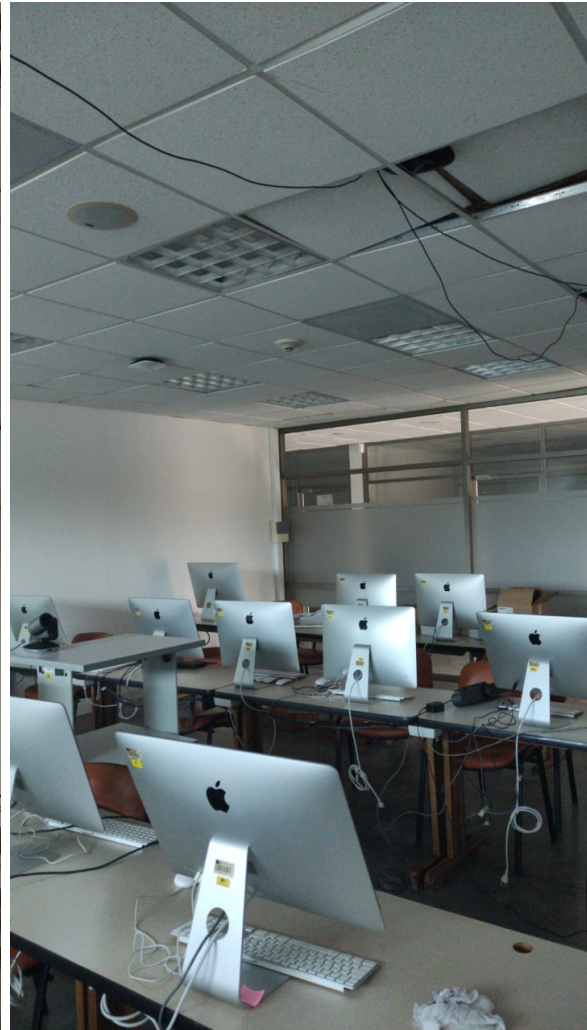
Tabla 4: Pruebas Locales de Rendimiento de Productos

Producto	Potencia de audio	Capacidad de presets	Tipo de cobertura
Logitech MeetUp	Baja potencia para 50m ²	Si	Salas pequeñas / aéreo y escritorio
Logitech Group	Baja potencia para 50m ²	Si	Salas medianas / escritorio
Poly Studio	Adecuada para 50m ²	Si	Salas grandes / aéreo y escritorio

6.3.1 Logitech Group

Este producto mostró los siguientes inconvenientes:

- Los parlantes incorporados tienen baja potencia de amplificación
- Es un equipo de mesa
- El cableado de fábrica no permite realizar instalaciones de mayor extensión
- No tiene la capacidad de almacenar la última posición de la cámara y se debe graduar cada vez que se enciende.
- No es adecuado para una instalación en el techo.



6.3.2 Logitech Meetup

Después de evaluar esta solución se encontraron los siguientes resultados:

- Baja potencia de los parlantes
- No tiene capacidad de configuración del alcance de recepción de los micrófonos

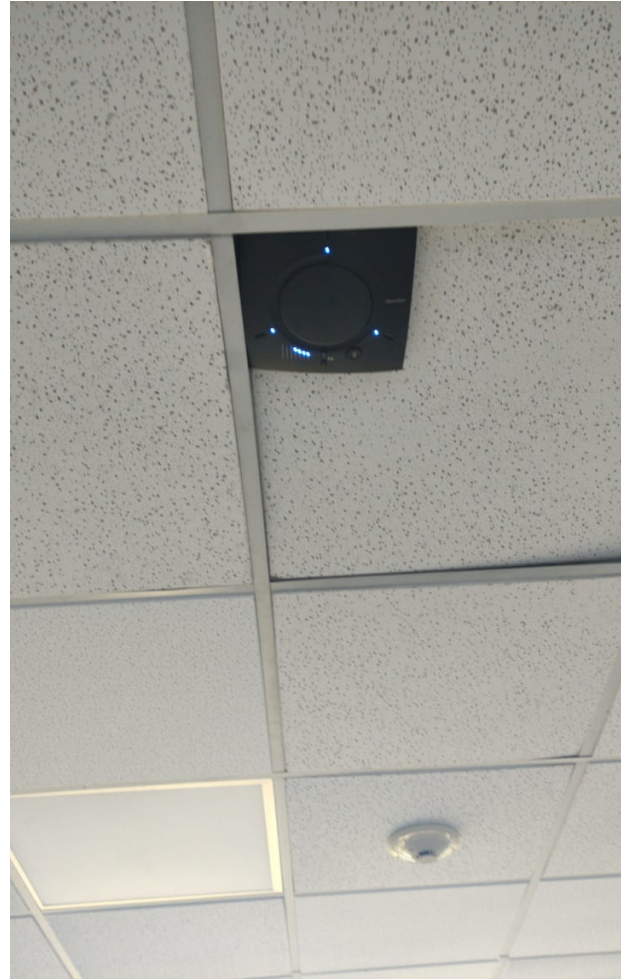


6.3.3 Integración en sitio

Se realizaron pruebas con componentes independientes con las siguientes especificaciones:

- Cámaras Logitech BCC950
- Micrófonos ClearOne Chat 150

- Amplificador de audio Challenguer 100W



Los inconvenientes observados en esta implementación son los siguientes:

- No hay integración
- No hay unificación de garantías
- Manejo de un puerto USB por cada elemento
- Susceptible a interferencia electromagnética.
- Costo de instalación (horas hombre de instalación, tubería y cableado).

6.3.4 Poly Studio

Esta solución tiene la mejor relación precio–rendimiento entre las soluciones evaluadas y sus prestaciones son suficientes para los salones de clase de la universidad.

Dentro de las características que resaltan se tiene:

- Puede almacenar 2 configuraciones predefinidas de la cámara de video.
- El alcance del arreglo de 6 micrófonos es configurable.
- Los parlantes tienen una potencia adecuada para los salones de clase de la universidad (probado en sitio).



Finalmente, para confirmar que las características de esta solución cumplen con los objetivos del proyecto se llevó a cabo una clase, la cual se puede ver en el siguiente enlace: <https://youtu.be/ITWv6CQ4BvQ>

6.4 Complejidad del Sistema

Las experiencias iniciales de las pruebas con elementos de bajo costos y configuraciones que combinaban elementos separados evidenciaron que el sistema completo debía incluir características técnicas más avanzadas, para compensar las distintas condiciones ambientales que pueden generar interferencias. Esto obligó a realizar un estudio más extenso de las distintas soluciones disponibles para este propósito, como las soluciones integradas («todo en uno») presentadas en la sección 6.2, pues incorporan procesamiento sofisticado en la gestión de interferencias acústicas. Este estudio fue realizado en un periodo de 3 meses, cuyas actividades se describen en la tabla 5: Actividades Realizadas. La complejidad del sistema extendió el estudio de la tecnología, que arrojó como resultado la necesidad de utilizar un dispositivo todo en uno por todas las ventajas que tiene frente a una solución de integración en sitio.

6.5 Cronograma de Pruebas y Actividades del Proyecto

En la tabla 5 se presenta una línea de tiempo de las diferentes actividades realizadas para evaluar la mejor alternativa tecnológica para el desarrollo del proyecto de inversión.

Tabla 5: Actividades realizadas

Fecha	Actividad	Descripción
24-oct-20	Planteamiento del proyecto de aulas híbridas	Se inició la revisión de casos de éxito implementados en otras universidades de Iberoamérica y se definió el modelo.
31-oct-20	Demostración de escenario con tecnologías de bajo costo	Se montó una prueba utilizando componentes de bajo costo para visualizar la dinámica inicial de las salas híbridas.
3-nov-20	Reunión de presupuesto	Se estima un presupuesto inicial de 3.750 millones que contempla los siguientes ítems a ser adquiridos individualmente e integrados en sitio: micrófonos, cámaras, pantallas, proyectores, instalación, mobiliario.

4-nov-20	Instalación en sala Cededuis	se planteó un modelo usando tecnología Logitech Group y Meetup, adicionalmente.
5-nov-20	Prueba de comparación	Usando las plataformas Logitech, se hizo conexión para evaluar cada solución
9-nov-20	Prueba de comparación	Se probó la tecnología de micrófonos Clear One Chat 150
13-nov-20	Prueba de registro	Se hizo un video comparativo de las soluciones y su funcionalidad
14-nov-20	Pruebas	Se consolidaron las ubicaciones de los equipos de la sala hibrida según su rendimiento: cámaras, micrófonos, amplificación, cableado.
17-nov-20	Pruebas y registros	Se hizo un video comparativo de las soluciones y su funcionalidad
18-nov-20	Se plantea la instalación desde cero nueva sala	Se ubicó un nuevo espacio para instalación de sala con tecnologías de diferentes marcas
20-nov-20	Verificación de la funcionalidad de los equipos	Se cambió el sentido de una cámara ya que no es compatible con MS Teams
26-nov-20	Se solicitó préstamo de equipo para pruebas	Se solicitó el préstamo de equipo Poly Studio para comparar con los modelos ya instalados
28-nov-20	Reunión de seguimiento	Se evaluaron las pruebas y se definieron nuevas pruebas con otro tipo de equipos
5-dic-20	Reunión de seguimiento	Se solicitaron las características técnicas de los equipos considerados ideales y se verificó la funcionalidad de proyectores
7-dic-20	Llegada del equipo Poly Studio	
8-dic-20	Instalación de equipo Poly Studio	Se instaló el equipo Poly Studio en sala 3-09 CENTIC
9-dic-20	Prueba de clases	El profesor Gilberto realizó prueba con estudiantes en la sala híbrida 4° piso y se da por descartado el equipo Logitech Group debido a que no es para techo. Adicionalmente se descarta el equipo Logitech Meet up, ya que no tiene una potencia de sonido adecuada.
10-dic-20 11-dic-20	Pruebas sala con clase real equipo Poly Studio	El profesor Said Pertuz hace sus primeras clases usando el equipo Poly Studio con dos grupos diferentes (uno el 10 y otro el 11). En cada caso tuvo 6 estudiantes presenciales y el resto del grupo remoto. Se tomó realimentación mediante encuesta a los estudiantes tanto presenciales como remotos.

11-dic-20	Reunión de seguimiento	Junto al Dr. Porras se evalúa la solución y se propone usar otros modelos digitales como tabletas digitalizadoras vs tabletas Android. Asimismo, verificar la funcionalidad y oportunidad de usar proyectores de tiro normal con tecnología led.
15-dic-20	Prueba de clases	El profesor Gilberto realiza una prueba en la sala con equipos Poly Studio y se crea registro de la clase.
21-dic-20	Pruebas sala con equipo Poly Studio	Se hace prueba con proyector Led y proyector halógeno de tiro medio. Se propone hacer pruebas con televisores.
22-dic-20	Estudio de mercado de pantallas	Se inicia una serie de solicitudes para cotizar pantallas de diferentes tipos y tamaños.
23-dic-20	Comprobación de CPU y pantalla 22"	Se plantea el uso de equipos de cómputo de una sola salida de video, lo cual no fue satisfactorio. Adicionalmente se evalúa agregar una pantalla de 22" sobre el equipo de comunicaciones.
7-ene-21	Verificación del estudio de mercado pantallas	Se analiza la cotización de estos elementos.
8-ene-21	Reunión de seguimiento	Se replantea una nueva estrategia para el proyecto descartando los proyectores Led dada la favorabilidad económica de las pantallas.
9-ene-21 10-ene-21 11-ene-21	Pruebas e inventarios de aulas y pantallas	Se analizaron en diferentes aulas los tamaños de TV para caracterizar un estándar, lo cual determinó para el proyecto tres tamaños: 60, 70 y 75 pulgadas. Adicionalmente se estandarizaron aulas para la instalación de 2 unidades según su ancho y largo.
12-ene-21	Reunión con fabricantes	Se propuso reunión con fabricantes para evaluación de soluciones y desempeño de productos en pantallas.
13-ene-21	Reunión de seguimiento	Se elaboró un inventario de 300 aulas para verificar la cantidad de pantallas a instalar y su tamaño
22-ene-21	Reunión de seguimiento	Se presentó el modelo Poly Studio a la comisión segunda de Consejo Superior.

7. CONCLUSIONES

A partir de las pruebas de rendimiento realizadas directamente por el personal de la universidad encargado del proyecto, llevadas a cabo en

salones de clase de la universidad, con áreas de entre 40 y 60 metros cuadrados, se concluye lo siguiente:

- La integración en sitio incrementará el costo y tiempo de instalación y no cuenta con capacidad de procesamiento de ruido de fondo. Además, el sonido es menos nítido que el presentado por los sistemas «todo en uno» evaluados en el estudio realizado.
- La solución Poly Studio evidenció la cancelación de ruido de fondo configurable en varios niveles y superior con respecto a las soluciones probadas en el estudio.
- El sistema Poly Studio permite configurar el alcance de recepción del arreglo de micrófonos, cuyos valores son adecuados para los salones de clase de la universidad.
- Las condiciones de espacio promedio de los salones de clase de la UIS no requieren un mayor nivel de rendimiento que el proporcionado por el sistema Poly Studio y las demás opciones todo en uno tienen un precio que supera el presupuesto establecido.
- Cada unidad *Poly Studio* tiene un precio estimado de USD \$1.115 (puesto en Colombia y con impuestos). Con ese valor, el precio en COP es de \$4.125.500 (usando una TRM de \$3.700 COP/USD). Este precio estimado se encuentra por debajo del presupuesto establecido en el inicio del proyecto, elaborado con base en la solución de integración en sitio (\$4.180.000, mostrado en la Tabla 2). Además, Polycom Studio tiene representación directa en Colombia.

Por lo expuesto, se considera que la mejor alternativa es el producto Poly Studio de Polycom, tanto desde el punto de vista tecnológico como económico y, por tanto, se recomienda la adquisición de la misma.