



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO
MAESTRÍA EN ARQUITECTURA: MENCIÓN EN PROYECTO

TRABAJO FINAL

**Revisión colaborativa multidisciplinar de
proyectos de arquitectura usando realidad virtual**
Aula experimental en Concepción, Chile

Arq. Sebastian Giraldi

Director: Dr. Arq. Rodrigo García Alvarado | Co-Director: Dr. Arq. Mauro Chiarella

Argentina | Marzo 2024

A Laura, mi inspiración y guía, porque nada de esto valdría la pena sin ella.
A mi tía Luli, que con su apoyo incondicional siempre ha estado presente en mi vida.

Agradecimientos

A todas las personas e instituciones que de una u otra forma hicieron parte de este trabajo, porque sin su colaboración y apoyo esto no hubiera sido posible.

A Rodrigo García y Mauro Chiallera, por todo su apoyo, guía y paciencia todo este tiempo.

A Beatriz Piderit, por toda su confianza y amistad, fue fundamental para llevar adelante este trabajo.

A la Universidad del Bío-Bío y al equipo de diseño del Future EduSpace, que me abrieron las puertas para realizar este trabajo y desarrollarme profesionalmente.

A la Universidad Nacional del Litoral, mi casa, donde me formé, por brindarme la posibilidad de realizar esta maestría.

Al Comité Académico del programa, y en especial a Luis Müller y Cecilia Parera por su presencia, consejos y ayuda.

A Carlos Coronado y Cristian Muñoz, por su disposición para discutir los temas de este trabajo.

A Jaime Soto, por su colaboración con los estudiantes de ingeniería en construcción.

A Marcelo Morales, por su ayuda y asistencia técnica con los equipos de realidad virtual.

A mi papá, mi hermano y mis tías, que siempre me apoyaron.

A Laura y Giuseppe, que son el motor de mi existencia.

Declaración de autoría

Yo, Sebastián Alberto Giraldi, declaro que soy autor del presente trabajo, que lo he realizado en su integridad y no lo he publicado para obtener otros grados o títulos. Declaro que he contado con la colaboración de las siguientes personas: Dr. Arq. Rodrigo García Alvarado, Dr. Arq. Mauro Chiarella y Dra. Arq. Laura Marín Restrepo, cuyas contribuciones quedan claramente expuestas en el texto.

Índice general

Índice general	4
Índice de figuras	6
Índice de tablas	8
Capítulo 1 Introducción	13
1.1. Antecedentes	13
1.2. Problema de investigación	20
1.3. Preguntas e hipótesis de investigación	20
1.4. Objetivos	21
1.5. Síntesis de la metodología de la investigación	21
Capítulo 2 Marco teórico	23
2.1. Definiciones sobre la realidad virtual	23
2.2. Evolución de la realidad virtual	27
2.3. La realidad virtual en la arquitectura	37
2.4. Revisiones de diseño colaborativas	40
2.4.1. De manera convencional	40
2.4.2. De manera inmersiva con realidad virtual	42
Capítulo 3 Metodología	45
3.1. Caso de estudio	45
3.2. Modelado y coordinación BIM	50
3.3. Recolección de datos	53
3.3.1. Sesiones de revisión de diseño	54
3.3.2. Encuestas	67
3.3.3. Entrevistas	69
3.4. Análisis de datos	70
Capítulo 4 Resultados	73
4.1. Sesiones de revisión de diseño	73
4.1.1. Sesión 01 (S01)	74
4.1.2. Sesión 02 (S02)	82

4.1.3. Sesiones complementarias	89
4.1.4. Sesión 03 (S03)	93
4.2. Encuestas	103
4.3. Entrevistas	107
4.4. Potencialidades y desafíos de la revisión colaborativa multidisciplinar usando realidad virtual inmersiva	119
4.5. Protocolo	120
Capítulo 5 Conclusiones y trabajo futuro	123
5.1. Conclusiones sobre las hipótesis	123
5.2. Conclusiones sobre los objetivos	124
5.3. Implicaciones teóricas y prácticas	126
5.4. Limitaciones del estudio y Trabajos Futuros	127
5.5. Reflexión final	129
Apéndice A Protocolo para la Implementación de Realidad Virtual en la Revisión Colaborativa y Multidisciplinar de Proyectos de Arquitectura en Fase de Diseño	130
Apéndice B Transcripciones Sesiones de Revisión en VR Equipo FutureEduSpace	167
Apéndice C Transcripciones Sesiones de Entrevistas Equipo FutureEduSpace	314
Bibliografía	353

Índice de figuras

1.1.	Decisiones en obra	15
1.2.	Decisiones en fases tempranas	15
1.3.	Decisiones bajo la perspectiva del BIM	16
1.4.	Niveles de madurez de adopción de BIM	17
2.1.	Pygmalios Spectacles	23
2.2.	Taxonomía de realidad virtual	24
2.3.	Grados de inmersión en realidad virtual	25
2.4.	Dispositivos de HMD (Head-mounted display)	26
2.5.	Panorama del pueblo de Scheveningen. Hendrik Willem Mesdag.	27
2.6.	Dos versiones del Estereoscopio. Holmes-type y Brewster-type siglo XIX	28
2.7.	Simulador de vuelo Link Trainer-Blue box	29
2.8.	Sensorama.	30
2.9.	Sword of Damocles.	30
2.10.	VPL Research.	31
2.11.	CAVE (Cave Automatic Virtual Environment).	32
2.12.	Virtual boy.	33
2.13.	Dispositivos de HMD (Head-mounted display)	34
2.14.	Revisión de diseño convencional.	41
2.15.	Revisión de diseño convencional-virtual	42
2.16.	Revisión de diseño colaborativo con RV	44
3.1.	Equipo multidisciplinar proyecto Future Eduspace	45
3.2.	Proyecto Future Eduspace	47
3.3.	Despiece lucarna modular	48
3.4.	Planta y sección arquitectónica del aula experimental Future Eduspace	49
3.5.	Variables tipológicas Proyecto Future Eduspace	50
3.6.	Modelos BIM por disciplinas	51
3.7.	Matriz de avance en los modelos. Adaptado de Plan BIM Chile	51
3.8.	Tabla de niveles de información NDI. Plan BIM Chile	52
3.9.	Modelo sesión 03	52
3.10.	Esquema de desarrollo metodológico.	53
3.11.	Extracción de información de las sesiones de revisión.	54

3.12.	Esquema de desarrollo de las sesiones de revisión.	56
3.13.	Línea de tiempo del desarrollo de las actividades	57
3.14.	Dispositivos de conexión. Sesión 01	58
3.15.	Modelo Prospect, casa en la playa	60
3.16.	Dispositivos de conexión. Sesión 02	61
3.17.	Dispositivos de conexión. Sesión 03	63
3.18.	Sesiones complementarias al proyecto Future Eduspace.	64
4.1.	Experiencia previa con Realidad virtual	74
4.2.	Interacción de participantes durante la sesión	75
4.3.	Categorías de interacción. Sesión 01	76
4.4.	Interacción sobre aspectos instrumentales durante la sesión	77
4.5.	Uso del comando Go To en el software Prospect	80
4.6.	Delimitación del espacio guardián	81
4.7.	Categorías de interacción. Sesión 02	83
4.8.	Interacciones sobre aspectos de diseño. Sesión 02	84
4.9.	Interacciones por participantes. Sesión 02	85
4.10.	Confusión entre el espacio real y virtual	86
4.11.	Proceso de configuración sistema guardián	87
4.12.	Revisión trabajos prácticos alumnos UBB. Sesión 03	91
4.13.	Interacciones de participantes. Sesión 03	94
4.14.	Categorías de interacción. Sesión 03	95
4.15.	Interacciones sobre aspectos de diseño. Sesión 03	96
4.16.	Revisión de viga de fundación. Sesión 03	98
4.17.	Discusión sobre sistema de ventilación. Sesión 03	99
4.18.	Señalamiento de inconsistencia en el modelo. Sesión 03	100
4.19.	Cantidad de participantes. Sesión 03	101
4.20.	Cantidad de participantes por disciplina y experiencia previa	105
4.21.	Experiencia revisión usando realidad virtual	106

Índice de tablas

2.1. Especificaciones de los dispositivos Oculus y Meta Quest. Adaptado de Meta	34
3.1. Equipo multidisciplinar encargado del desarrollo del proyecto Future Eduspace. La sigla se utilizará en adelante para referirse a los involucrados	46

Resumen

Las decisiones de diseño que usualmente se postergan para ser tomadas al pie de obra generan sobrecostos y retrasos en la construcción. Aunque el uso del BIM debería facilitar decisiones tempranas, la falta de madurez en su adopción lleva a que se sigan tomando en terreno. La realidad virtual inmersiva surge como una herramienta para simular la experiencia de estar en la obra, ofreciendo un entorno más intuitivo para los actores involucrados. Sin embargo, existen pocos estudios sobre su implementación integrando múltiples disciplinas de forma remota.

Este estudio explora el uso de la realidad virtual en la revisión de proyectos de arquitectura. A través de un caso de estudio, se realizaron entrevistas, encuestas y sesiones de revisión con el equipo de diseño y externos. Se identificaron potencialidades y barreras en la implementación de la realidad virtual y se propone un protocolo para su uso en equipos multidisciplinarios durante las revisiones de diseño. Los principales hallazgos indican que la realidad virtual mejora la colaboración y la toma de decisiones, facilitando la identificación de errores y la comprensión espacial de los proyectos. No obstante, es crucial abordar los desafíos para una implementación efectiva.

El protocolo propuesto promueve un entorno colaborativo más eficiente, destacando la necesidad adaptarse a un mercado globalizado, tecnológicamente avanzado y que cambia vertiginosamente. Este trabajo puede guiar la evolución de la práctica y la investigación de la realidad virtual basada en BIM, ofreciendo nuevas oportunidades de desarrollo profesional para arquitectos actuales y futuros, donde la conexión humana es clave.

Abstract

Design decisions that are usually postponed to be made on-site generate cost overruns and construction delays. Although the use of BIM should facilitate early decisions, the lack of maturity in its adoption leads to these decisions still being made at the construction site. Immersive virtual reality emerges as a tool to simulate the experience of being on-site, offering a more intuitive environment for the actors involved. However, there are few studies on its implementation integrating multiple disciplines remotely.

This study explores the use of virtual reality in the design review of architectural projects. Through a case study, interviews, surveys, and review sessions were conducted with the design team and external participants. Potentialities and barriers in the implementation of virtual reality were identified, and a protocol is proposed for its use in multidisciplinary teams during design reviews. The main findings indicate that virtual reality improves collaboration and decision-making, facilitating the identification of errors and spatial understanding of projects. However, it is crucial to address the challenges for effective implementation.

The proposed protocol promotes a more efficient collaborative environment, highlighting the need to adapt to a globalised, technologically advanced, and rapidly changing market. This work can guide the evolution of practice and research of virtual reality based on BIM, offering new opportunities for professional development for current and future architects, where human connection is key.

Estructura del trabajo

Este trabajo es un proyecto de aplicación que aborda de manera exploratoria la implementación de la realidad virtual inmersiva en la revisión colaborativa de proyectos de arquitectura con equipos multidisciplinares de manera remota. Se desarrolla de manera transversal sobre un estudio de caso.

El capítulo 1 presenta una visión general del trabajo, introduce el problema, definiendo la pertinencia y relevancia de la investigación. Se establecen las preguntas e hipótesis, los objetivos y se sintetiza la metodología general.

El capítulo 2 presenta la revisión de literatura y la construcción del marco teórico. Por un lado, se define la realidad virtual, presentando su evolución y aplicación en el campo de la arquitectura, ingeniería y construcción. Por el otro, se presenta el contexto de las revisiones de diseño colaborativas, diferenciando aquellas convencionales de las inmersivas con realidad virtual, objeto de este trabajo.

El capítulo 3 detalla la metodología del trabajo. Primero, se expone el caso de estudio abordado, Future EduSpace, incluyendo los aspectos asociados al modelado y coordinación BIM. Posteriormente se detallan los métodos y procedimientos llevados a cabo para la recolección y análisis de datos, que abarcan sesiones de revisión, encuestas y entrevistas.

El capítulo 4 expone los resultados obtenidos con diversos instrumentos de recolección de datos para responder a los objetivos del trabajo. Describe cronológicamente las sesiones de revisión con el equipo Future Eduspace, analiza las respuestas a las encuestas comparando el método convencional con la realidad virtual, y expone los hallazgos de las entrevistas sobre la implementación de la realidad virtual en la revisión de proyectos. Discute las oportunidades y desafíos de la revisión colaborativa multidisciplinar usando realidad virtual, y propone un protocolo basado en las mejores prácticas y estrategias identificadas.

El capítulo 5 presenta una síntesis del trabajo y las conclusiones principales. Así mismo, se discute sobre las implicaciones teóricas y prácticas, así como sobre las limitaciones y posibles líneas de trabajo futuro.

Consideraciones Iniciales

Antes de comenzar el recorrido por este trabajo final de maestría, con mención en proyecto, se presentan algunas consideraciones. Estas pueden ayudar a entender mejor el contenido del trabajo.

Este documento, enfocado como un trabajo final y no como una tesis convencional, busca aplicar conocimientos teóricos y habilidades técnicas. Se sitúa en un contexto arquitectónico práctico, alineado con el reglamento de la Maestría en Arquitectura de la Universidad Nacional del Litoral. En este estudio, se examina la realidad virtual basada en BIM como un medio innovador para revisiones de diseño. Se invita al lector a considerar el impacto de estas tecnologías en la arquitectura. El proyecto, de carácter colaborativo y multidisciplinar, destaca la importancia de la sinergia entre diversos campos para mejorar el diseño.

El enfoque práctico del proyecto se complementa con una base teórica que orienta su desarrollo y las decisiones tomadas. Es crucial reconocer cómo la teoría sustenta y enriquece la práctica a lo largo del documento.

En cuanto a mi desarrollo profesional, he incorporado diversas experiencias sobre cómo se ha implementado el BIM en obras de distintas escalas, públicas y privadas, especialmente en el Centro Sur de Chile. Presenté parte de estas experiencias en el congreso BIM Latam en 2017, bajo el título "BIM en obra: entre la virtualidad y la realidad: pautas para su implementación en edificios para la salud en el Gran Concepción". A lo largo de mi carrera profesional, he identificado fortalezas y debilidades de esta metodología en proyectos arquitectónicos, tanto en diseño como en construcción. Sistematizar estas experiencias me permitió abordar de manera más integrada y organizada los campos en los que había trabajado de manera más fragmentada.

Para concluir, este trabajo sintetiza el aprendizaje obtenido en la Maestría en Arquitectura de la Universidad Nacional del Litoral. Se espera que el contenido de este documento aclare el tema tratado y ofrezca perspectivas útiles para futuras investigaciones en arquitectura.

Este trabajo se realizó en Chile, con el apoyo de la Universidad del Bio-Bio y el proyecto Future EduSpace, iniciativa financiada por el Gobierno Regional del Biobío, a través del Fondo de Innovación para la Competitividad.

Capítulo 1

Introducción

En la actual era digital, la arquitectura enfrenta retos particulares en la coordinación de proyectos multidisciplinarios. El Modelado de Información para la Construcción (BIM) o su definición en inglés Building Information Modeling, ha marcado un avance significativo, en nuestros contextos locales, su adopción plena se ve frenada por la ausencia de protocolos estandarizados y diferencias en los niveles de madurez tecnológica entre los equipos. En este escenario, la realidad virtual inmersiva, al combinarse con BIM, no solo se presenta como una herramienta con gran potencial, sino también como un impulsor de la innovación en la colaboración y la toma de decisiones durante las fases iniciales del diseño.

Un desafío adicional en la implementación de soluciones como el BIM y la realidad virtual es la divergencia generacional en la adopción de la digitalización. Los distintos niveles de familiaridad y comodidad con las tecnologías digitales entre los profesionales de diferentes edades pueden representar un obstáculo significativo. Esta brecha generacional, frecuentemente subestimada, puede influir en la eficacia con la que se adoptan nuevas herramientas y métodos de trabajo en los proyectos de arquitectura.

En este contexto, la realidad virtual emerge como una solución potencialmente unificadora. Integrada con la metodología BIM, puede crear una obra virtualizada que es accesible e intuitiva para los usuarios, independientemente de su experiencia previa con la tecnología digital. Este enfoque inmersivo no solo facilita un entendimiento espacial y constructivo más profundo de los proyectos, sino que también podría servir como puente entre las generaciones, democratizando el acceso a la información y mejorando la colaboración. Al llevar a los actores a una representación virtual detallada de la obra, muchas decisiones críticas podrían tomarse antes de la fase de construcción, potencialmente reduciendo errores, malentendidos y retrasos costosos.

1.1. Antecedentes

El proceso de diseño y construcción de un proyecto de arquitectura es un hecho colectivo bastante complejo, el cual tiene muchas aristas e involucra a múltiples actores de distintas áreas. En un proyecto tipo, estas pueden ir desde la arquitectura, ingeniería estructural,

instalaciones, constructoras, mandantes, consultores, etc. Se puede decir que va desde lo disciplinar, la Arquitectura, hacia lo multidisciplinar, ya que, si bien son diferentes disciplinas, estas trabajan en el mismo campo de acción (Villa et al., 2017)

Dichos actores deben trabajar colaborativamente, generar consensos y lograr entendimientos compartidos con menor o mayor grado de participación dependiendo del tipo de proyecto a fin de poder realizar una obra previsible y sin grandes problemas. Entre estos actores se presentan tanto intereses individuales como colectivos que muchas veces están en completa tensión y que en mayor medida esas tensiones aumentan en la etapa de construcción. Una mala comunicación, malos entendidos y falta de colaboración en la etapa de diseño conducen a problemas que repercuten en que el proyecto sufra retrasos en los tiempos de construcción, sobrecostos, modificaciones al diseño original, entre otros (Du et al., 2018). Por lo tanto, si en la etapa de diseño el proyecto nace bien coordinado y con alta colaboración de los distintos actores principalmente en las reuniones de revisión de diseño, se llegaría a una etapa de construcción menos conflictiva, considerando a estas reuniones de revisión como hitos importantes en el proceso de diseño (Wolfartsberger, 2019).

En nuestros contextos profesionales la mayor parte de las decisiones proyectuales que se toman de manera colaborativa con las distintas disciplinas se hacen en la fase que conocemos como diseño de detalle o de desarrollo del pliego ejecutivo en el caso de Argentina. Sin embargo, la evidencia empírica de la actividad profesional diaria, nos muestra que muchas definiciones de diseño quedan sin resolver en esta etapa para posteriormente ser resueltos en la etapa de construcción. Existe una frase muy común dentro de los profesionales del sector que dice “eso se resuelve en obra”. Esto quiere decir postergar las decisiones proyectuales que impliquen consensos con los actores de las otras disciplinas para el momento de la construcción, en el cual se reúnen dichos actores de forma presencial al pie de la obra para lograr definir y acordar aquellos aspectos que quedaron sin resolver.

Esta manera de proceder para muchos profesionales puede resultar más práctico, ya que estar parado frente a la obra en escala 1:1, particularmente aquellos ajenos al proceso de diseño arquitectónico, es mucho más práctico resolver las definiciones en la obra que estar frente a planos y modelos digitales. Sin embargo esta manera de trabajar conlleva varios problemas ya que se ha demostrado que mientras más tarde se tomen las decisiones en los proyectos, van a tener un mayor impacto en el costo final de obra y esto va a conducir a tener sobrecostos, retrasos y conflictos y por ende menores beneficios (J. Zhang et al., 2018).

El proceso de un diseño “ideal” sería que gran parte de las decisiones sean tomadas durante las fases tempranas de diseño previa a la construcción, donde tienen menor costo y mayores beneficios Figura 1.2. Para lograr este ideal se requerirá una mayor colaboración multidisciplinar desde dichas fases. En esa dirección ha ido cobrando fuerza desde hace unas décadas una forma de gestión de los proyectos que viene de

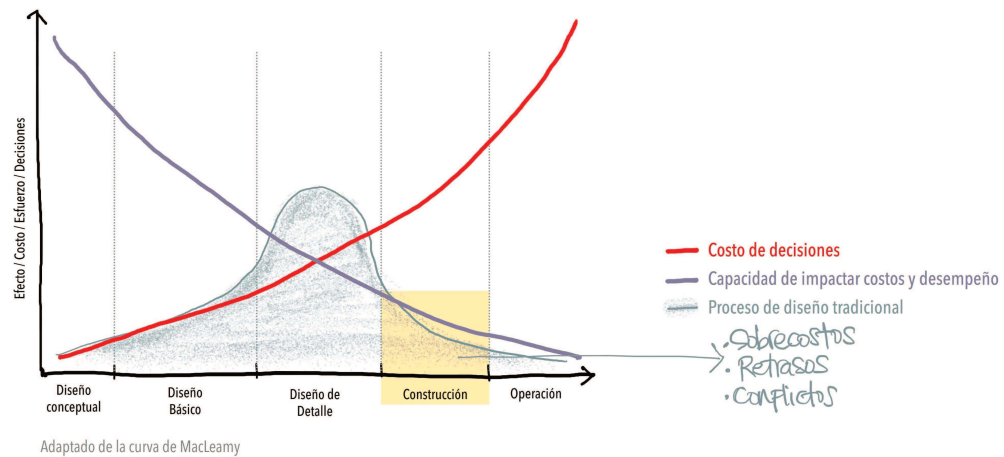


Figura 1.1. Decisiones en obra

la industria de la construcción de los Estados Unidos y es conocida bajo la sigla IPD (Integrated Project Delivery). Esta hace foco en el desarrollo de un proyecto integrado desde su comienzo. Esta forma de desarrollar los proyectos integrando a las distintas disciplinas desde una fase temprana apunta a tener una mayor colaboración entre los equipos con el fin de aumentar la optimización del proyecto (Echeverría-Valiente et al., 2019).

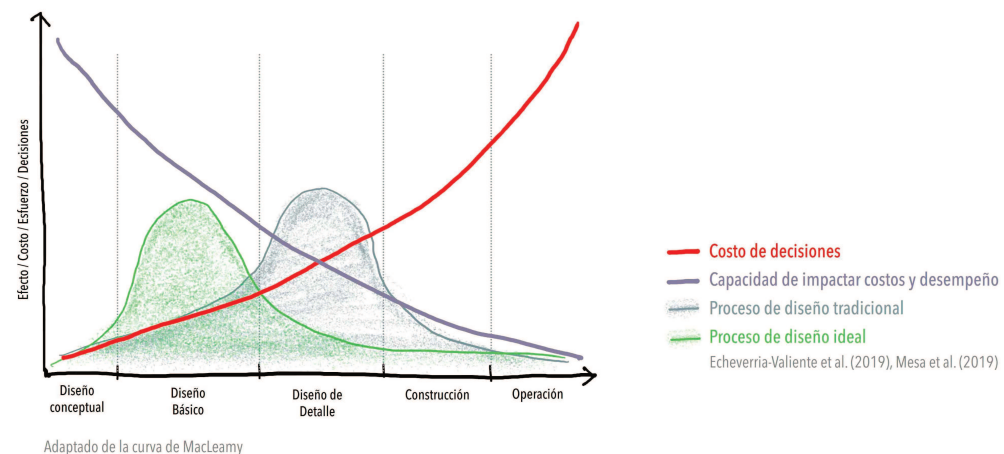


Figura 1.2. Decisiones en fases tempranas

Otra variable importante que considerar en la revisión y coordinación de proyectos es la introducción del BIM (Building Information Modeling) en las últimas décadas. Según el Estándar Nacional para Proyectos Públicos de Chile el BIM se define como “un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual”. Otra definición

importante que deja el estándar es que BIM busca replantear el trabajo tradicional de los diseñadores que se caracteriza principalmente por ser asilado y fragmentado, frente a un flujo de trabajo colaborativo e integrado ya desde las fases tempranas de diseño (Soto et al., 2019).

Una de las principales razones por el cual BIM ha ido ganando terreno en el campo del AEC (Architecture, Engineering and Construction) es porque posibilita, siempre y cuando esté estratégicamente bien instrumentado, poder tomar decisiones informadas en etapas tempranas del proceso de diseño basándose en modelos digitales inteligentes y de manera colaborativa con otras disciplinas (Forcael et al., 2020). Esto representa un cambio de mentalidad frente a la manera tradicional de desarrollar los proyectos, en la cual la colaboración se basa principalmente en el intercambio de planimetrías 2D ya sea digital o en papel.

Bajo la óptica del BIM, esta manera tradicional de trabajar se ha puesto en tela de juicio, ya que se ha mostrado que los equipos multidisciplinares trabajan de manera aislada y fragmentada y en donde se dejan muchas definiciones del proyecto para la etapa de construcción. Esto ha sido bastante estudiado y se ve ejemplificado en el gráfico vectorial de Patrick MacLeamy tal como se indica en la Figura 1.3. En dicha gráfica se muestra el impacto de las decisiones tomadas en etapas tempranas de diseño basadas en BIM versus aquellas tomadas en etapa de construcción.

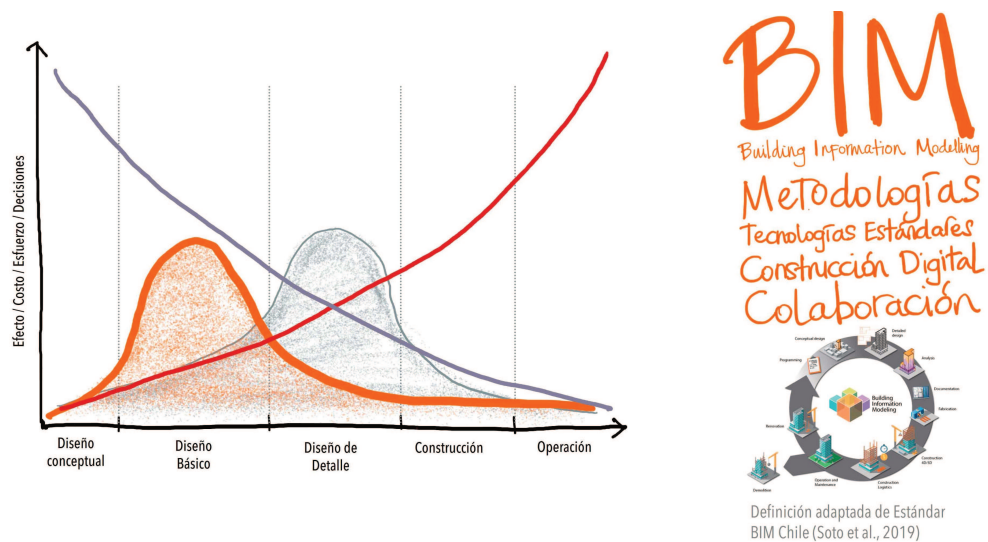


Figura 1.3. Decisiones bajo la perspectiva del BIM

Esto ha sido la punta de lanza para que BIM haya ido ganando terreno día a día en el campo disciplinar, en la actualidad muchos países de Latinoamérica como el caso del estado chileno, ya han implementado desde hace unos años el BIM como mandato obligatorio el diseño y construcción de proyectos públicos. En simultáneo, en el sector privado día a día teniendo mayor adopción en la gestión de los proyectos.

Pero sin embargo y a pesar de las medidas gubernamentales, uno de los problemas que la adopción de BIM ha venido afrontando en Latinoamérica es que no se ha dado de una manera ordenada y planificada, su implementación mas bien ha sido de forma rudimentaria y no estandarizada (Morales et al., 2022). En este sentido, muchos profesionales del sector han tenido que migrar su flujo de trabajo convencional en la gestión de los proyectos a un flujo de trabajo con BIM para mantener vigencia y competitividad en el sector. De esta manera, es muy frecuente encontrarse que no todos los equipos que participan en un mismo proyecto tengan un mismo grado de madurez en el uso de BIM, lo que resta eficiencia a la metodología.

Estos niveles de madurez se han definido desde un nivel 0 a un nivel 3 en donde cero es de escasa o nula colaboración con las otras disciplinas basándose principalmente en generar planimetría 2D en sistemas CAD (Computer Aided Design). El nivel tres se caracteriza por tener una alta colaboración sistematizada desde el inicio del proyecto basándose principalmente en la generación de modelos 3D inteligentes alojados en la nube con acceso de manera remota por los distintos equipos multidisciplinares («Department of Business, Innovation and Skills. A report for the Government Construction Client Group Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper», 2011; Succar, 2010).

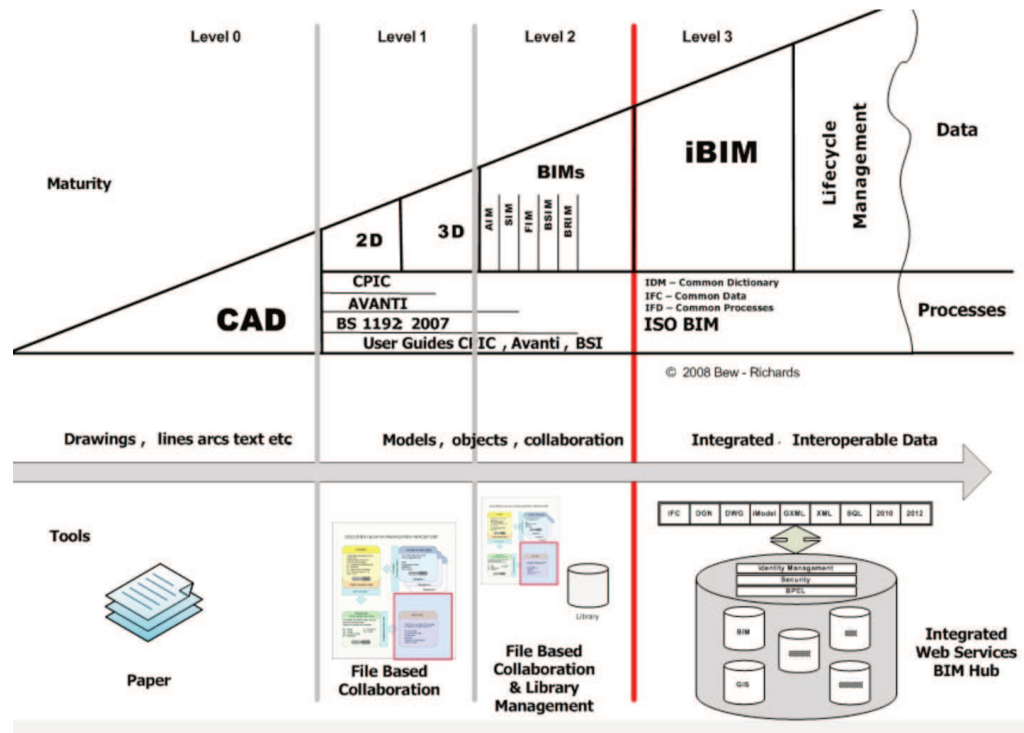


Figura 1.4. Niveles de madurez de adopción de BIM

La implementación parcial de la metodología BIM en los proyectos puede atribuirse a varios factores. Entre estos, destaca el desequilibrio en los niveles de madurez entre

los equipos multidisciplinares. A esta situación se le añaden otros desafíos: la falta de capacitación adecuada, recursos limitados y la carencia de equipos necesarios. Sin embargo, el obstáculo más significativo es la ausencia de una cultura de colaboración profunda entre los profesionales. Estas limitaciones impiden aprovechar el potencial completo del BIM, especialmente para la toma de decisiones en las etapas tempranas del diseño. Como resultado, las decisiones proyectuales a menudo se posponen hasta la fase de construcción, replicando los métodos tradicionales de gestión de proyectos.

Además, otro problema relevante es la metodología utilizada en la revisión de diseño con equipos multidisciplinares bajo el enfoque BIM. Este proceso implica la convocatoria de los miembros de diversas disciplinas a una reunión presencial, que se realiza en un espacio especialmente asignado. En dicha reunión, el coordinador BIM, quien lidera el encuentro, expone el modelo BIM integrado, que incluye las áreas de arquitectura, estructura, instalaciones, entre otras. Este método será referido en este documento como la 'revisión de diseño convencional'.

En la investigación realizada por Asl y Dossick (2019) señalan que la participación de los equipos en este tipo de revisiones es limitada. Aunque se emplean modelos 3D, la visualización se hace a través de una pantalla 2D, donde el coordinador BIM controla exclusivamente el punto de vista de la revisión. Este formato restringe la interacción dinámica con el modelo. La situación se ha visto aún más afectada por la pandemia de COVID-19, que ha obligado a trasladar estas reuniones a un entorno remoto, utilizando plataformas de videoconferencia como Zoom. Este cambio ha introducido nuevos desafíos y adaptaciones en el proceso de revisión de diseño.

Además de lo mencionado, este tipo de revisión enfrenta complejidades adicionales. Durante estas sesiones, el coordinador BIM comparte la pantalla de su computadora para mostrar el modelo BIM, mientras que los demás miembros del equipo participan de manera pasiva. Ellos comentan sobre las inconsistencias que se van identificando, pero no tienen la capacidad de interactuar directamente con el modelo. Este enfoque resulta en un proceso lento que puede generar fatiga y distracciones entre los participantes. Además, contribuye a un entendimiento parcial del proyecto, especialmente cuando algunos miembros no están familiarizados con la visualización de modelos BIM. Estos individuos, debido a sus experiencias previas, pueden requerir la representación de los proyectos en formatos 2D para su comprensión. Este aspecto es crucial, ya que la toma de decisiones informadas y el logro de acuerdos y consensos para abordar las problemáticas del proyecto requieren un entendimiento completo del mismo.

Por otro lado, en las últimas décadas la industria del AEC ha empezado a utilizar la realidad virtual inmersiva basada en BIM por medios de dispositivos conectados a un ordenador, y conocidos como HDMs en su sigla en inglés (head mounted display). Estos permiten tener una estereovisión con un campo de visión de 110 grados y así tener una noción de profundidad (Zaker & Coloma, 2018). Investigaciones recientes han demostrado que su uso es cada vez es más masivo por parte de los profesionales del

sector. Como las tecnologías asociadas a la realidad virtual evolucionan rápidamente en el tiempo (Wang et al., 2018), deben estar bajo constante revisión para saber cómo afectan el ejercicio profesional, cómo se perfilan, hacia donde se dirigen y cómo se pueden aprovechar dentro del campo disciplinar.

Según la literatura, la realidad virtual es entendida como un espacio generado por un ordenador. Wang et al. (2018) citando las taxonomías de Milgram y Colquhoun (2001), definen diferentes categorías para la realidad virtual que van desde la presencia Real en un espacio hacia la Virtual. Y en este paso de una hacia la otra, hay matices que ellos categorizan como presencia real pura, virtualidad aumentada, realidad aumentada y por último realidad virtual pura (RV).

En ese sentido, la realidad virtual pura aplicada a BIM, ha permitido que los usuarios no solamente puedan visualizar los modelos BIM sino también experimentar una interacción con los mismos de una manera mucho más intuitiva. Sumado a esto, esta tecnología posiciona al observador en un entorno inmersivo en escala 1:1 en la que desplazarse virtualmente como si estuviera caminando, generando un avance perceptual-motriz o experiencia espacio temporal en relación con el proyecto (Zaker & Coloma, 2018).

Las investigaciones en el área han demostrado que la realidad virtual es un apoyo efectivo para los equipos de diseño en la revisión de los proyectos ya que se reducen los errores de diseño y ayuda a una mejor comunicación entre los equipos interdisciplinarios (Asl & Dossick, 2019; Du et al., 2018; Liu et al., 2020; Wolfartsberger, 2019; Zaker & Coloma, 2018). No obstante, estas investigaciones se han centrado en su mayoría en el uso de la realidad virtual solitaria, es decir, la experiencia del usuario al ponerse el casco e ingresar al mundo virtual se hace de manera individual. Si bien Du et al. (2018) han estudiado el tema de la revisión colaborativa con RV, no exploran la participación en forma remota con los participantes. Esto puede deberse en gran parte a que solo recién hace unos pocos años la tecnología de los software de RV, que ha surgido de los videos juegos principalmente, permite la conexión de manera remota a través de internet con los modelos BIM en la nube.

Este cambio de dinámica adquiere especial importancia en el contexto actual, donde la transición del trabajo presencial al teletrabajo ha sido una necesidad. Esta situación obliga a reconsiderar y desarrollar nuevas estrategias para facilitar el trabajo colaborativo. Es crucial comprender que una verdadera transformación digital trasciende la simple adquisición de tecnología avanzada, como los equipos de Realidad Virtual (RV). Requiere, más bien, una evolución en la mentalidad de los individuos. Esta nueva perspectiva debería fomentar una colaboración más intensa y efectiva dentro de los equipos de diseño. La adaptación a estas nuevas herramientas y métodos de trabajo no solo implica un cambio técnico, sino también un cambio cultural significativo hacia una mayor sinergia y cooperación.

1.2. Problema de investigación

La rápida evolución de las tecnologías de realidad virtual, especialmente notable en los últimos años, representa un reto considerable para el ámbito de la arquitectura (Wang et al., 2018). El desafío radica en cómo mantenerse actualizado con estos avances tecnológicos y cómo integrarlos efectivamente para optimizar los procesos de diseño y construcción. Ante la acelerada dinámica de cambio tecnológico, se hace esencial investigar de manera continua su impacto en la práctica arquitectónica. Es crucial comprender las tendencias emergentes y definir las estrategias más adecuadas para su adopción.

Una área particularmente compleja y aun insuficientemente explorada es la interacción entre participantes de diversas disciplinas, con variados niveles de competencia tecnológica, durante las revisiones de diseño de proyectos arquitectónicos. Estas revisiones, que incorporan modelos BIM y realidad virtual de forma remota, presentan una complejidad añadida. La colaboración implica la convergencia de diferentes perspectivas y habilidades tecnológicas, lo que resalta la importancia de investigar cómo estas divergencias impactan la eficiencia de las revisiones de diseño y la toma de decisiones en un contexto colaborativo a distancia.

Esta investigación busca abordar este vacío, explorando cómo la realidad virtual puede transformar la experiencia de revisión de diseño arquitectónico, facilitando una colaboración más efectiva y decisiones de diseño más informadas y consensuadas entre los actores de las distintas disciplinas.

1.3. Preguntas e hipótesis de investigación

Teniendo en cuenta el problema identificado, surgen las preguntas:

¿Cómo el uso de realidad virtual inmersiva, basada en BIM, en sesiones de revisión de diseño de proyectos de arquitectura de manera remota, facilita la toma de decisiones en fase de diseño entre diferentes disciplinas y reduce las definiciones que generalmente se toman en fase de construcción? Esta toma de decisiones en la fase de diseño, usando realidad virtual inmersiva, ¿resulta en un proyecto más coordinado, con menos sobrecostos y tiempos de ejecución?

¿Cómo implementar la realidad virtual inmersiva de manera eficiente en sesiones de revisión colaborativas en fase de diseño, de tal manera que se mejore el entendimiento del proyecto y se propicie la toma de decisiones?

Se hipotetiza entonces que: 1) Estas revisiones colaborativas inmersivas anticipan las decisiones que se toman al pie de la obra en la fase de construcción, sirviendo de puente entre los diferentes equipos del proyecto y aprovechando al máximo la metodología BIM, lo que redundaría en última instancia en un proyecto más coordinado, con menos sobrecostos y tiempos de ejecución.

Para esto, 2) Es necesario contar con protocolos asociados a tiempos máximos de reunión, presencia de un anfitrión, pautas previas a la reunión, entre otros, para propiciar la toma

de decisiones a través de un enfoque creativo centrado en las personas y la interacción con la tecnología, simulando las situaciones que se generan en la vida real al pie de la obra pero en un entorno virtual.

1.4. Objetivos

General

Explorar las revisiones colaborativas de diseño usando realidad virtual inmersiva de manera remota con participantes de diferentes disciplinas asociados a un proyecto de arquitectura basado en la metodología BIM, generando un protocolo para optimizar estas revisiones.

Específicos

1. Identificar las potencialidades de la revisión colaborativa multidisciplinar usando realidad virtual inmersiva de manera remota para la toma de decisiones antes de la fase de construcción, en comparación con la revisión convencional.
2. Reconocer barreras y desafíos en la colaboración multidisciplinar en la revisión de proyectos de arquitectura con realidad virtual inmersiva de manera remota, identificando aspectos a ser incluidos en el protocolo para responder a estos.
3. Proponer un protocolo¹ para optimizar las revisiones colaborativas multidisciplinarias usando realidad virtual inmersiva de manera remota, de tal manera de facilitar la toma de decisiones, responder a los desafíos y aprovechar las potencialidades para una mejor implementación en equipos de diseño.

1.5. Síntesis de la metodología de la investigación

Este trabajo de maestría se propone desarrollar un protocolo para la conducción e implementación de sesiones de revisión de diseño de manera colaborativa, remota y multidisciplinaria utilizando realidad virtual inmersiva. El enfoque se centrará en un estudio de caso específico, que sirve como campo de prueba y fuente de aprendizaje en la aplicación práctica de la realidad virtual para revisiones de diseño. Inicialmente, el uso de la realidad virtual en el estudio de caso se realizó de forma intuitiva; sin embargo, a medida que las sesiones progresaban, se identificaron áreas clave para la mejora. Estas observaciones han sido fundamentales en la alimentación y refinamiento del protocolo propuesto.

A través de este enfoque iterativo, el estudio no solo se dedica a la elaboración de un protocolo teórico, sino que también explora su aplicación práctica y efectiva en

¹Nota: para este trabajo se considera “protocolo” una guía con recomendaciones dirigida a profesionales a cargo de la coordinación BIM y realidad virtual, para su implementación eficiente en equipos de diseño multidisciplinarios

un contexto real. El análisis de cómo la realidad virtual inmersiva puede influir en la eficiencia de la integración del diseño, el control de costos y la mejora de la dinámica colaborativa entre profesionales, ha sido enriquecido por las experiencias y hallazgos obtenidos en el transcurso del caso de estudio. Este proceso iterativo de observación, evaluación y ajuste ha sido clave para desarrollar un protocolo que pueda ser aplicado de manera más general en futuras revisiones de diseño, ofreciendo un marco estructurado y basado en la experiencia para maximizar los beneficios de la realidad virtual inmersiva en la arquitectura.

Capítulo 2

Marco teórico

Este capítulo presenta la revisión de literatura y la construcción del marco teórico de esta investigación. Se estructura en función de dos ejes principales:

1. La realidad virtual y sus antecedentes incluyendo la evolución de los equipos y sistemas asociados mas precisamente al campo del diseño.
2. Las sesiones de revisión de diseño de proyectos de arquitectura de manera multidisciplinar.

2.1. Definiciones sobre la realidad virtual

La concepción de la RV no es un concepto reciente. De hecho, la obra de ciencia ficción 'Pygmalion Spectacles' de Stanley Weinbaum (ver Figura 2.1), datada de 1935, es citada por Rubio-Tamayo y Barrio (2016) como una de las primeras menciones a un sistema

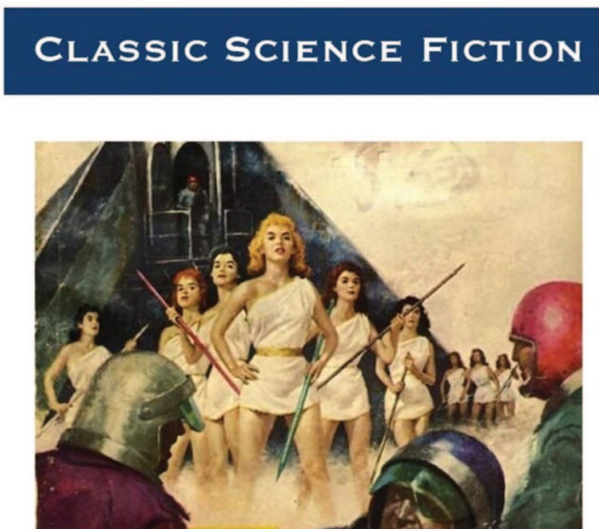


Figura 2.1. Pygmalios Spectacles

que se asemeja a lo que hoy conocemos como RV. Esto sugiere que la RV es el resultado de la evolución de diversas tecnologías y conceptos que la precedieron.

A lo largo de los años, han sido significativos los avances desde las primeras contribuciones de los pioneros en esta área. Podemos destacar, por ejemplo, el estereoscopio inventado por Charles Wheatstone en 1838, hasta llegar a las innovaciones actuales. Dentro de este trayecto, resaltan hitos como el Sensorama, una creación del cineasta Morton Heilig en los años 60, y el desarrollo del dispositivo Headsight por parte de Philco Corporation, bajo la dirección de Ivan Sutherland en 1968.

Gran cantidad de estudios han demostrado que estas tecnologías mejoran considerablemente la aprehensión del espacio arquitectónico al reducir la carga cognitiva por parte de los participantes, facilitan el diseño de los proyectos, pero principalmente proporcionan una fuerte ilusión de presencia para quien lo experimenta (Du et al., 2018; Y. Zhang et al., 2020).

Pero en este punto es necesario definir la RV ¿a qué hacemos referencia cuando hablamos de RV?

Según la literatura, la RV es entendida como un espacio generado por un ordenador. Según Wang et al. (2018) citando las taxonomías de Milgram y Colquhoun (2001) asociadas a la RV (ver Figura 2.2), en estas se definen diferentes categorías que van desde la presencia real en un espacio hacia completamente virtual. Y en este paso de una hacia la otra, hay matices que ellos categorizan como; presencia real pura, virtualidad aumentada, realidad aumentada y por último realidad virtual pura. Y es en esta última categoría es donde se centra este trabajo final de maestría y se excluyen todas las demás.

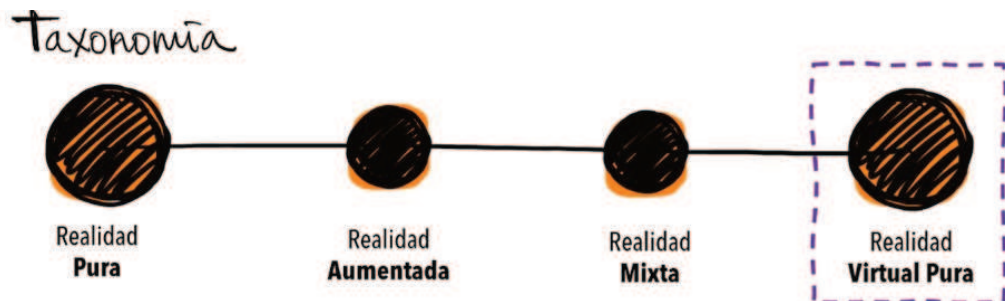


Figura 2.2. Taxonomía de realidad virtual. Adaptado de Milgram y Colquhoun (2001)

Clasificación de Dispositivos en Realidad Virtual

La Realidad Virtual utiliza una gama diversa de dispositivos para crear experiencias inmersivas que transportan a los usuarios a mundos virtuales. Estos dispositivos varían en su capacidad para sumergir al usuario, ofreciendo distintos grados de inmersión que son cruciales para la experiencia global en RV (ver Figura 2.3). Según la investigación de (Y. Zhang et al., 2020), la clasificación de estos dispositivos revela la profundidad y

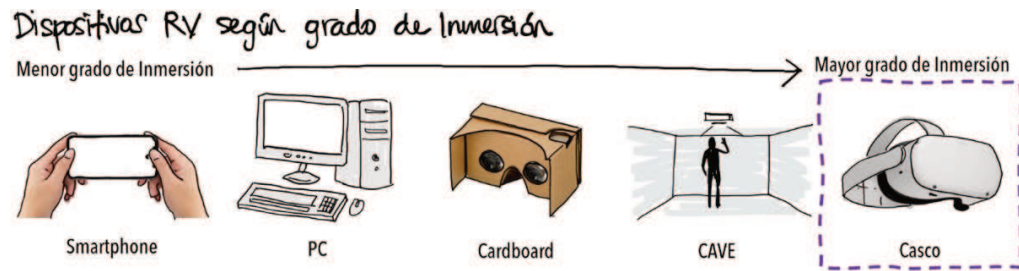


Figura 2.3. Grados de inmersión en realidad virtual. Adaptado de Zhang (2020)

amplitud de las experiencias de RV posibles. Se distinguen tres categorías principales de dispositivos:

1. Pantallas Estáticas:

■ Interfaz de PC y Laptop:

Esta modalidad es ampliamente reconocida por su accesibilidad y uso generalizado. La interacción se lleva a cabo en una pantalla 2D tradicional, donde el entorno virtual se presenta sin seguimiento de movimiento físico del usuario. La navegación y manipulación dentro del espacio virtual se realizan mediante dispositivos de entrada convencionales, como el ratón y el teclado.

Un ejemplo ilustrativo es la exploración de modelos arquitectónicos 3D en un entorno similar al de un videojuego, donde el movimiento a través del modelo se controla con el ratón (Wang et al., 2018).

■ Sistemas de Proyección Inmersiva (CAVE):

A diferencia de las interfaces estáticas de PC y laptop, los sistemas CAVE ofrecen una experiencia más inmersiva al proyectar imágenes de alta resolución en múltiples superficies alrededor del usuario, creando la ilusión de estar físicamente presente dentro del entorno virtual (Cruz-Neira et al., 1992). Esta tecnología se ha integrado cada vez más en la revisión de proyectos arquitectónicos y de ingeniería, utilizando modelos de información de construcción (BIM), en un formato conocido como BIM-CAVE, lo que permite una inmersión y comprensión espacial significativamente mejoradas.

2. Pantallas Montadas en la Cabeza (HMD):

Los dispositivos HMD, conocidos por su capacidad para ofrecer estereovisión gracias a pantallas estereoscópicas, engloban un campo visual de aproximadamente 110 grados, facilitando así una percepción profunda del entorno virtual (Zaker & Coloma, 2018).

Según Y. Zhang et al. (2020), estas pantallas se dividen en dos subcategorías principales:

■ **Dispositivos Conectados:**

Dentro de esta subcategoría, encontramos dispositivos que, ya sea mediante conexión inalámbrica o cable, se vinculan a un ordenador. Marcas como Oculus y HTC Vive dominan este segmento, que se caracteriza por permitir el desplazamiento físico del usuario dentro del espacio virtual. Históricamente, estos dispositivos dependían de un PC y una conexión física para el procesamiento gráfico. No obstante, el rastreo de movimiento, crucial para una experiencia interactiva enriquecida, se logra a través de sensores externos distribuidos en el entorno, ampliando así la sensación de inmersión (Liu et al., 2020) y acercando la percepción del proyecto arquitectónico a la realidad.

■ **Dispositivos Autónomos:**

La evolución tecnológica ha dado paso a los dispositivos inalámbricos o autónomos, que emergieron a mediados de la década de 2010. Estos dispositivos no requieren conexión física con un PC, conectándose al espacio virtual a través de WIFI. Representan una opción coste-efectiva para pequeñas y medianas oficinas de arquitectura, permitiendo la adopción de la RV sin grandes inversiones en hardware de alto rendimiento.

■ **Dispositivos Basados en Smartphones:**

La categoría más accesible incluye dispositivos que utilizan smartphones para generar la experiencia de RV, como las Google Cardboard (ver Figura 2.4). Aunque económicos, estos sistemas ofrecen una calidad de inmersión inferior debido a la resolución limitada de las imágenes y la ausencia de rastreo de movimiento, lo que impacta directamente en la experiencia del usuario (Asl & Dossick, 2019).



Figura 2.4. Dispositivos de HMD (Head-mounted display)

3. **Pantallas montadas en las manos:**

La última categoría identificada por los autores se centra en dispositivos que, a diferencia de las soluciones anteriores, se sostienen directamente con las manos. Esta categoría incluye principalmente tabletas y smartphone, dispositivos ampliamente difundidos y accesibles para la mayoría de los usuarios.

A pesar de su prevalencia en aplicaciones cotidianas, su adopción en el ámbito de la RV y aumentada ha encontrado un nicho significativo especialmente en el mundo de los videojuegos. La capacidad de estos dispositivos para ofrecer experiencias interactivas a través de pantallas táctiles y sensores integrados, como acelerómetros y giroscopios, permite una inmersión y una interacción únicas en entornos virtuales y aumentados. Sin embargo, es importante destacar que, aunque prácticos y versátiles, estos dispositivos pueden presentar limitaciones en términos de inmersión y precisión comparados con las opciones dedicadas como los HMD o los sistemas de proyección inmersiva, debido principalmente a su tamaño de pantalla más reducido y la necesidad de mantenerlos físicamente, lo que puede restringir la libertad de movimiento y la experiencia espacial.

2.2. Evolución de la realidad virtual

La RV que conocemos hoy en día podría ser entendida como una evolución de conceptos, tecnologías y maneras de ver el mundo que se han venido desarrollando desde hace más de dos siglos. Los ejemplos precursores de una búsqueda de inmersión virtual pueden rastrearse en las pinturas de los panoramas de finales del siglo XVIII (Lescop, 2017), (ver Figura 2.5). La etimología de panorama proviene del griego, en donde Pan significa todo y orama es vista, esto confluye en lo que sería una vista del todo. Los panoramas tenían como fin el sumergir al espectador en una experiencia visual convincente, una escena enmarcada en una vista de 360 grados.



Figura 2.5. Panorama del pueblo de Scheveningen. Hendrik Willem Mesdag.

Estas eran pinturas de gran escala y con un alto nivel de detalle realizadas sobre una superficie cilíndrica en donde se situaba al espectador en el centro de la escena a fin de

experimentar una experiencia visual envolvente. Se buscaba transportar al espectador a una lugar o escenario diferente, los temas elegidos eran variados. Estos iban desde escenas históricas, eventos naturales, batallas terrestres y navales en donde se creaban para conmemorar eventos significativos. Por otro lado, había paisajes y vistas urbanas que incluían representaciones de ciudades famosas brindando la posibilidad al espectador de poder transportarse o viajar desde el punto de vista de los sentidos a otros lugares que de otra manera no hubiese podido haber visitado. Estos temas mas allá del valor significativo que representaban para la época, demostraba el interés de las personas por poder experimentar visualmente mundos mas allá de su realidad cotidiana.

Posteriormente a los panoramas, ya en el siglo XIX nos encontramos con otro precursor de la RV como fue la invención del estereoscopio, Figura 2.6. Eso se basaba bajo el principio de la estereopsis que es la capacidad que tiene el cerebro humano de fusionar dos imágenes bidimensionales ligeramente diferente cuando se posicionan una para cada ojo lo que brinda una inmersión bajo la ilusión de una profundidad en tres dimensiones. La persona era un espectador pasivo de imágenes estáticas. El estereoscopio estaba constituido por unos lentes en donde se colocaban imágenes como pares estero en una tarjeta, una imagen por ojo y de esta manera se creaba una manipulación de la realidad que el espectador experimentaba. Esto sentó las bases para los dispositivos que un siglo más adelante va a motorizar el desarrollo de los dispositivos de la RV moderna (Lipton, 2012).

Desde el punto de vista de la simulación de movimiento que experimenta el cuerpo o simulación kinestésica, en 1930 se crea el simulador de vuelo bajo el nombre de Link Trainer-Blue box o también conocido como pilot Maker (Akinola et al., 2020; Ellis, 1994), Figura 2.7. Este dispositivo fue pionero en lo que van a ser mas adelante los simuladores de vuelo modernos. Si bien no ofrecía una experiencia visual inmersiva como los ejemplos anteriores, acá se pone en foco la experiencia inmersiva táctil y kinestésica. Entendiendo a la kinestesia como la sensación o percepción de movimiento.

El Link Trainer estaba caracterizado por estar montando sobre una plataforma la cual se



Figura 2.6. Dos versiones del Estereoscopio. Holmes-type y Brewster-type siglo XIX

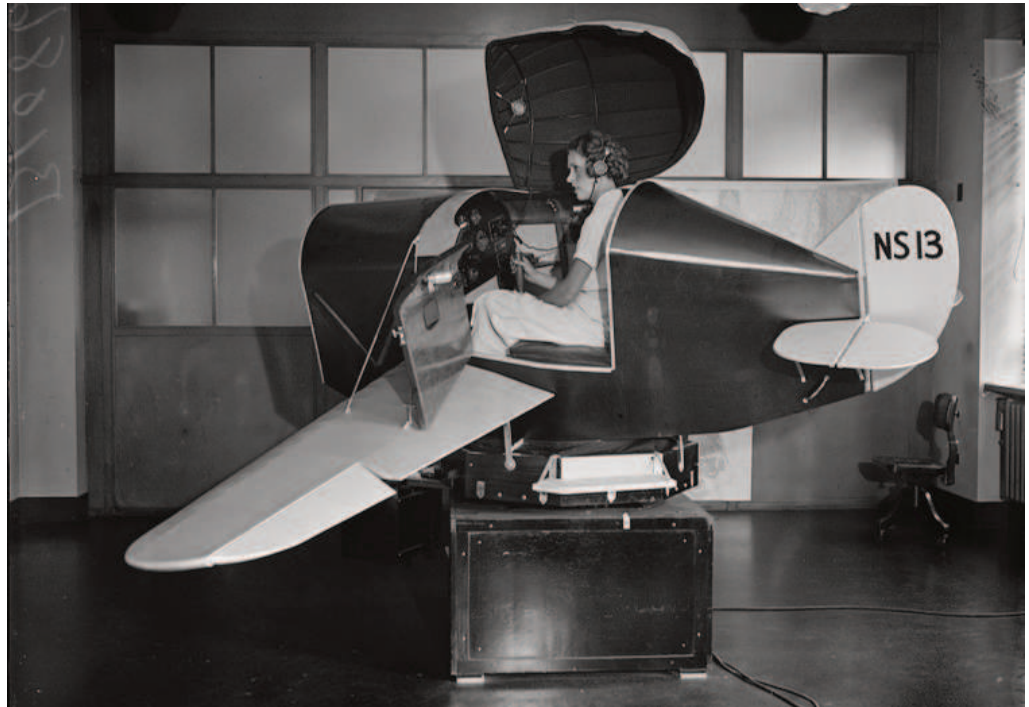


Figura 2.7. Simulador de vuelo Link Trainer-Blue box de 1930.
<https://www.pasttensega.com/blog/naval-air-station-atlanta>

podía inclinar y girar a medida que el piloto operaba los comandos de manera mecánica, simulando los movimientos y sensaciones en un avión. La cubierta del dispositivo era toda cerrada por lo cual los pilotos no podían ver nada del exterior simulando las condiciones de un vuelo con visibilidad nula. El link Trainer representó un avance hacia la simulación inmersiva con retroalimentación física basada en operación de instrumentos, anticipando aspectos de interactividad y simulación que se van a desarrollar más adelante con la RV.

Un par de décadas más adelante en la línea de tiempo, mas precisamente en 1957 se crea un dispositivo denominado Sensorama (Akinola et al., 2020), Figura 2.8. Dicho dispositivo se caracterizó por la búsqueda de una experiencia multisensorial en donde se estimularan todos los sentidos, no solo ofrecía visión estereoscópica, sino que también se sumaban sonido, vibración y viento. El dispositivo ofrecía la experiencia estereoscopia a través de una ventana de visualización que presentaba imágenes al espectador en 3D, por otro lado, existía la retroalimentación háptica y de movimiento al tener un asiento que se movía y vibraba lo cual proporcionaba una retroalimentación física al observador de lo que correspondía con las imágenes de la pantalla.

La interactividad en el sensorama era limitada, el participante tenía una condición más bien de espectador pasivo sin poder interactuar o modificar su entorno. Esta era una experiencia que se acercaba más a un cine inmersivo con estímulos sensoriales adicionales pero que brindo las bases para futuros desarrollos en el campo de la RV.

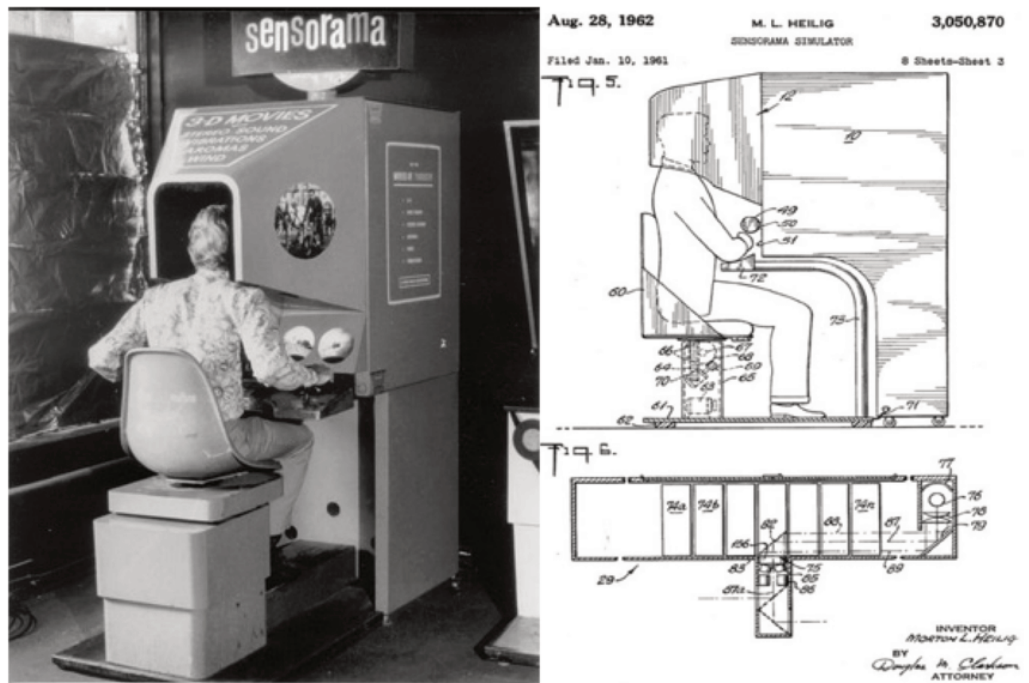


Figura 2.8. Sensorama.

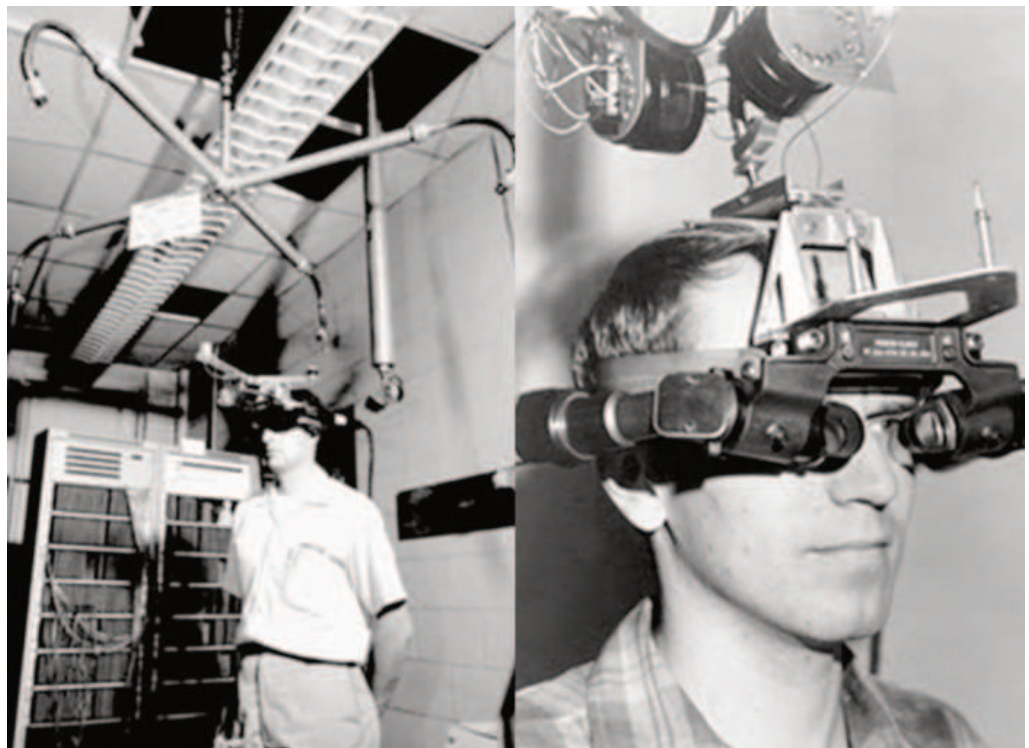


Figura 2.9. Sword of Damocles.

En 1968 un par de años mas adelante del sensorama, en una investigación encabezada por Sutherland (1968) en la universidad de Utah crean el primer dispositivo de lo que se conoce como Head-mounted display o su sigla en inglés HMD . Este era un sistema primitivo, voluminoso y que estaba colgado del techo debido a su peso sobre la cabeza del participante y es en relación a eso que fue bautizado Sword of Damocles (Espada de Damocles), Figura 2.9.

Se basaba en un sistema de visualización estereoscópica en 3D en los que se utilizaban gráficos computacionales muy básicos y se enfocaba principalmente en el seguimiento o rastreo de la posición y orientación de la cabeza del participante. Cuando este se movía los gráficos cambiaban en respuesta a esa acción, creando las primeras experiencias interactivas inmersivas.

Ya para mediados de la década del 80 se constituye el VPL (Visual Programming Language) Research, integrado por una de las figuras más influyentes en el campo de la RV como el caso del filósofo y tecnólogo Jaron Lanier, al cual se le atribuye haber acuñado dicho termino. En este laboratorio es en donde se desarrollan dos dispositivos significativos para los futuros avances de la RV (Blanchard et al., s.f.), (ver Figura2.10).

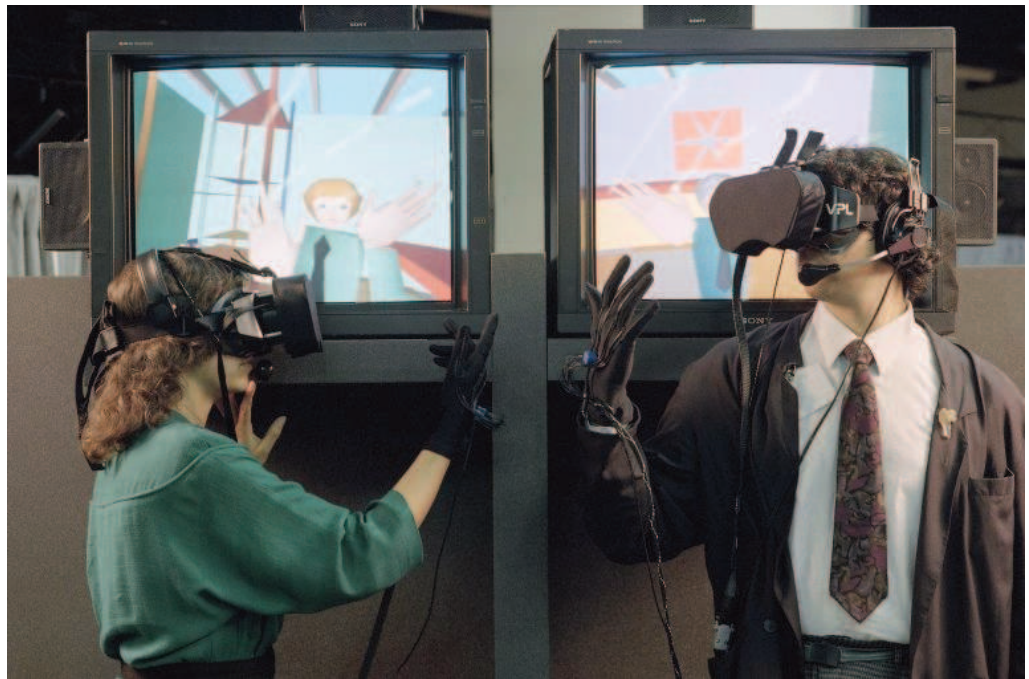


Figura 2.10. VPL Research.

El primero de ellos fue el EyePHONE un dispositivo HMD con visión estereoscópica y rastreo de los movimientos del usuario para actualizar la perspectiva y permitiendo al usuario la libertad de mirar alrededor de su espacio virtual. Este dispositivo fue una instancia superadora de su antecesor Sword of Damocles en todos los sentidos ya que existían avances tecnológicos considerables, pero principalmente eliminaba el excesivo

peso del HMD y aunque si bien el Eyephone era voluminoso comparado con los HMD actuales, estos no necesitaban de una estructura que lo soportara desde el techo y esto le daba más libertad al usuario para poder moverse.

El segundo componente que complementaba al Eyephone era el Dataglove, unos guantes equipados con sensores en los dedos conectados a una computadora. Estos sensores rastreaban los movimientos de la mano, permitiendo que, si el usuario simulaba agarrar un objeto, esta acción se replicara en el espacio virtual, creando la ilusión de interactuar con un objeto tridimensional. Este avance representó un paso significativo hacia el desarrollo de los guantes hápticos, los cuales proporcionan retroalimentación táctil al usuario.

Hacia 1992 un grupo de investigadores de la universidad de Illinois en Chicago, desarrollaron un caso de estudio experimental que se denominó CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) o cueva en su traducción al español (Cruz-Neira et al., 1992). La CAVE, ver Figura 2.11 era un cubo rodeado por pantallas en donde se proyectaban imágenes estereoscópicas en las paredes, pisos y techos creando la ilusión al espectador de estar inmerso en un espacio virtual.

Se realizaron experimentos con distintos dispositivos como el caso del HMD con las características mencionadas anteriormente. Además, incorporaron unos gafas que llevaban los usuarios denominadas BOOM (Binocular Omni-oriented Monitor). Estas tenían unos obturadores para percibir las imágenes en tercera dimensión, y por otro servían para medir la posición y orientación del usuario para generar una perspectiva centrada en este y experimentar una inmersión mas profunda.

Lo novedad que introduce el sistema de la CAVE es la posibilidad de que varios usuarios puedan estar en la misma sala compartiendo la vivencia del espacio inmersivo.

Al respecto Cruz-Neira et al. (1992) comentan:

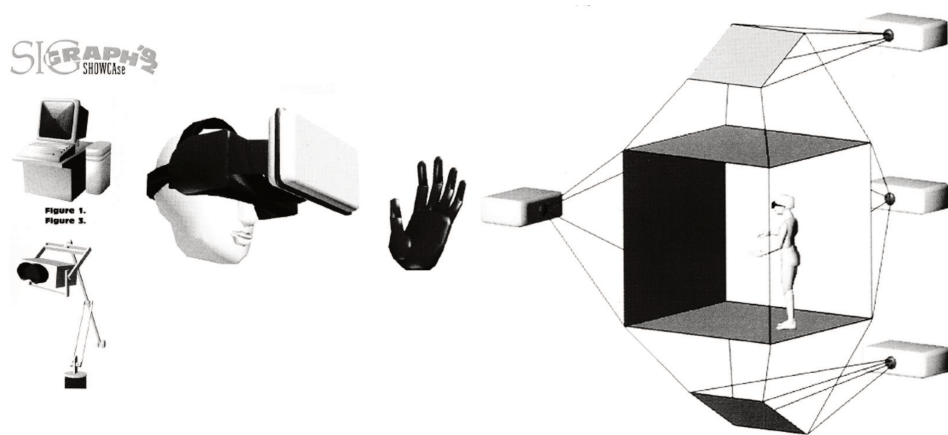


Figura 2.11. CAVE (Cave Automatic Virtual Environment).

“Uno de los aspectos más importantes de la visualización es la comunicación. Para que la RV se convierta en una herramienta de visualización efectiva y completa, debe permitir más de un usuario en el mismo entorno”

Esto va a dar los cimientos para desarrollos posteriores en el campo de la colaboración multiusuario con RV. En el campo de la industria del AEC va a ser implementado en lo que se denominó la BIM-CAVE.

Aproximadamente tres años después del surgimiento de la CAVE, Nintendo lanzó el Virtual Boy (ver Figura 2.12), marcando uno de los primeros intentos de integrar la RV en las consolas de videojuegos (Cisneros et al., 2019). Este dispositivo se caracterizaba por su visor con pantallas LED de tonalidades rojas y negras, creando una experiencia tridimensional básica. A diferencia de los sistemas RV actuales, el Virtual Boy se apoyaba en una superficie y no rastreaba los movimientos de la cabeza, requiriendo el uso de un joystick para la interacción y cambio de perspectivas dentro del juego.

Aunque el Virtual Boy no logró una influencia significativa en el desarrollo tecnológico de la RV, jugó un papel crucial al introducir el concepto de entretenimiento interactivo en el hogar. Este aspecto lúdico sentó las bases para futuras innovaciones en la RV, enfatizando la importancia del entretenimiento en la evolución de esta tecnología.



Figura 2.12. Virtual boy.

La RV experimentó un avance significativo durante la primera década del siglo XXI, pasando de ser un campo de interés principalmente académico e industrial a una tecnología accesible para el consumidor. La mejora de acelerómetros y giroscopios jugó un papel crucial en este cambio, ya que permitió detectar y medir los movimientos de rotación de la cabeza con gran precisión. Esto mejoró notablemente la interactividad de la RV, como en simulaciones de montañas rusas, al permitir movimientos de cabeza

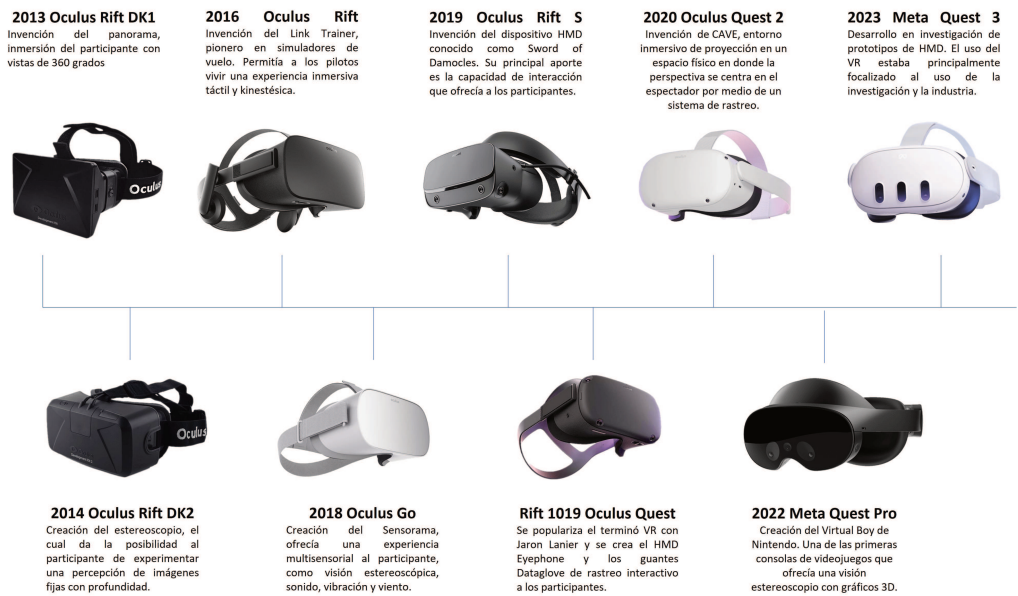


Figura 2.13. Dispositivos de HMD (Head-mounted display)

libres y ajustar la perspectiva visual en tiempo real, brindando así una experiencia más inmersiva y natura

A medida que se redujo la latencia y se mejoró el manejo del mareo por movimiento, dos factores clave para la experiencia de usuario en RV, estos dispositivos empezaron a comercializarse a gran escala después de 2010. Empresas como HTC Vive y Oculus (ahora Meta) fueron pioneras en este mercado emergente. En particular, Meta ha lanzado nueve modelos de HMD desde 2013 (ver Figura2.13), con al menos uno o dos nuevos dispositivos anuales, evidenciando un desarrollo constante en la tecnología de RV.

Dispositivo	Año	Resolución por ojo	Campo de visión Hor	Tasa de refresco	Tipo de HMD	Memoria	Sensores Ext Int	
Rift DK1	2013	640x800	90°	60 Hz	Conectado a PC			
Rift DK2	2014	960x1080	93°	75 Hz	Conectado a PC		1	
Rift CV1	2016	1080x1200	87°	90 Hz	Conectado a PC		2	
Go	2018	1280x1440	89°	60 Hz	Autónomo	3 GB		
Rift S	2019	1280x1440	88°	80 Hz	Conectado a PC			4
Quest	2019	1440x1600	93°	72 Hz	Autónomo	4 GB		4
Quest 2	2020	1832x1920	97°	120 Hz	Autónomo	6 GB		5
Quest Pro	2022	1800x1920	106°	90 Hz	Autónomo	12 GB		5
Quest 3	2023	2064x2208	110°	120 Hz	Autónomo	8 GB		4

Tabla 2.1. Especificaciones de los dispositivos Oculus y Meta Quest. Adaptado de Meta

Este documento se centra en los HMD de Oculus/Meta debido a la abundante información técnica disponible y su continua influencia en la industria. La elección de centrar la atención en Meta se fundamenta en su rol como pionero y en la coherencia y continuidad de su línea de productos, que ha dictado en gran medida la dirección del desarrollo tecno-

lógico en el área de RV. La evolución de estos dispositivos se han centrado principalmente en los siguientes aspectos;

1. Evolución gráfica en resolución de pantallas:

Dicha evolución ha sido de un 790 por ciento entre el primer dispositivo Oculus Rift development K1 con 640x800 a 2064x2208 pixeles medidos por ojo en el reciente Meta Quest 3. Esto ha brindado una mayor apreciación de los detalles a tener alta resolución en 4 K, esto es singular importancia de acuerdo con los estudios de Zaker y Coloma (2018) considerando que el grado de inmersión que experimenta el usuario tiene que ver con el grado de calidad de la imagen que este percibe.

2. De la dependencia del PC a la autonomía:

Inicialmente, los HMD no disponían de la capacidad tecnológica necesaria para integrar internamente una memoria de procesamiento y una tarjeta gráfica con suficiente potencia para ejecutar los juegos y aplicaciones a los cuales los usuarios ya estaban habituados. Además, aplicaciones como videojuegos o visualizaciones arquitectónicas generan un significativo aumento de la temperatura en el ordenador debido al intenso procesamiento gráfico. Si esta temperatura se localizara en la parte del dispositivo que contacta con la frente del usuario, resultaría en un serio inconveniente.

Para solventar estas limitaciones, la solución adoptada consistió en emplear una PC de alto rendimiento que manejara el procesamiento gráfico, mientras que el HMD operaba meramente como un visor. Conectado al PC a través de cables, de manera similar a cómo se conecta una pantalla de televisión, el HMD delegaba así la tarea de procesamiento a la computadora, eludiendo el problema de la generación de calor excesivo en proximidad al usuario.

La dependencia de una conexión cableada limitaba notablemente la libertad de movimiento del usuario, pero este panorama cambió en 2018 con la llegada de Oculus Go, inaugurando la era de los sistemas autónomos. La evolución de los microprocesadores permitió integrar la tecnología necesaria dentro de los HMD, eliminando la necesidad de conexión a un PC.

Sin embargo, un desafío inicial de esta nueva generación era la limitada capacidad de memoria de procesamiento, como los 3 GB del Oculus Go, que restringían la interacción con ciertas aplicaciones. En tiempos más recientes, dispositivos como el Meta Quest Pro han cuadruplicado esa capacidad, facilitando la interacción con experiencias inmersivas más complejas y con mayor fluidez. Además, la inclusión de conexión wifi en los dispositivos autónomos abre las puertas a un universo de aplicaciones disponibles en las plataformas de los proveedores de HMD.

3. Evolución en la manera de rastrear el movimiento corporal:

Hubo una gran evolución en dispositivos al pasar de no existir ningún tipo de rastreo como en el primer Oculus Rift DK1, a un rastreo apoyado desde sensores

externos al HMD. Primero fue con una cámara como el caso del Oculus Rift DK2 y dos años más tarde el Rift CV1 incorpora dos sensores que se parecen como unas antenas. Esto permitía ampliar el campo de desplazamiento y además incorporaba el rastreo del movimiento de las manos mediado por unos controladores (Touch). Por medio de dichos controladores el usuario podía interactuar con sus manos con objetos en el espacio virtual. Es recién en el 2019 con la aparición del Oculus Quest que pasa del rastreo exterior hacia el interior incorporado en el HMD. Esto se daba por medio de cámaras frontales que permiten ir rastreando en tiempo real los movimientos que va realizando el usuario. Además de esto, si bien en los dispositivos actuales siguen incluyendo los comando Touch, estos ya pueden dejarse de lado ya que las cámaras pueden percibir el movimientos de las manos y los dedos. En los dispositivos recientes como el Meta Quest PRO y el Quest 3 estas cámaras son de alta resolución.

4. **Disminución de mareos y fatiga visual:**

Unos de los motivos más comunes por lo cual se experimenta situaciones de mareos en el espacio inmersivo es cuando se producen desplazamientos, esto se debe a que cuando nos movemos nuestros puntos de vistas van cambiando rápidamente. Para que exista una sensación de fluidez y comodidad en el desplazamiento, el cerebro tiene que percibir una cierta cantidad de imágenes por segundo, por consiguiente, si hay un retraso en la actualización de dichas imágenes, esto se va a devenir en una situación de malestar y mareo.

Los avances en la industria del entrenamiento como los video juegos requieren de experiencias mas vertiginosas por lo cual se necesitaba resolver los problemas de mareo. La frecuencia de cantidad de imágenes por segundo y medidas en Hertz (Hz) que se proyectan en el visor del HMD se la conoce con el nombre de tasa de refresco (Refresh rate). La evolución de los HMD a la actualidad, siempre se ha buscado optimizar la reducción del parpadeo de la pantalla y disminuir la fatiga visual especialmente en sesiones prolongadas de uso.

Una tasa de refresco baja como era la del Oculus Rift DK1, DK2 entre 60 y 75 Hz hacía que se llegara a experimentar situaciones malestar y fatiga visual. En la actualidad los HMD como el Meta Quest 3 tiene una tasa de refresco de 120 Hz, un 100 por ciento mas que su antepasado DK1 lo cual reduce considerablemente estos problemas en aplicaciones que requieren movimientos rápidos y fluidos.

5. **De la realidad virtual hacia la realidad mixta:**

Mas recientemente, otro cambio importante que se ha venido dando ha sido la incorporación de la realidad mixta a los HMD. La realidad mixta es entendida como la fusión que existe entra la RV y la realidad aumentada (AR). Esto permite que los usuarios puedan interactuar con entornos virtuales y objetos de la realidad simultáneamente. Para que esto se pudiera lograr se requería de mejoras considerables en el software como así también en los sistemas de rastreo de movimiento

mucho más preciso, como son el de rostro (Face tracking), ojos (Eye Tracking) y manos (Hand tracking).

Estas mejoras en los sistema de rastreo han sido posible gracias a una mejora en las cámaras de alta resolución frontales de los HMD que se incorporadas en los últimos dispositivos Meta Quest Pro y Quest 3. La integración de la realidad mixta mejora considerablemente la interacción que experimenta el usuario al tener mayor precisión en la manipulación de los objetos del entorno virtual debido a dichas mejoras. En la actualidad está abriendo gran campo de oportunidades en el campo de los video juegos, diseño industrial y en la formación médica, en este último al permitir que los estudiantes poder simular operaciones de cirugía en entornos controlados.

2.3. La realidad virtual en la arquitectura

A mediados de los noventa, con la aparición de los primeros dispositivos comerciales de RV, aunque no de manera masiva, se inició un interés exploratorio en el sector de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC) (Y. Zhang et al., 2020). La adopción de la RV en la arquitectura enfrentaba desafíos significativos. No solo se debía al elevado costo de los dispositivos, que eran poco accesibles para oficinas de diseño pequeñas y medianas, sino también a la necesidad de modelos digitales 3D avanzados para la navegación. Esto sucedía en una época donde el BIM aún no estaba establecido y los ordenadores carecían de la potencia necesaria para manejar modelos de alta complejidad.

Para comprender la relación entre la RV y la arquitectura, es crucial analizar cómo se integraba en los flujos de trabajo de las oficinas de diseño de aquel entonces. Estas oficinas usaban computadoras, principalmente para el diseño a través de planos CAD 2D. Posteriormente, y en una plataforma distinta, creaban modelos 3D con herramientas como el software 3D Studio de Autodesk. Este proceso de modelado 3D requería habilidades técnicas avanzadas y computadoras potentes para una ejecución eficiente. El diseño culminaba con la exportación del modelo 3D a una plataforma de visualización, que permitía explorar el modelo virtual con un dispositivo de RV.

Sin embargo, estas barreras técnicas y económicas relegaban la implementación de la RV principalmente a nichos específicos como la investigación académica o aplicaciones industriales concretas. Coincidiendo con el lanzamiento de los primeros HMD comerciales, se realizó un estudio en el Reino Unido para evaluar la adopción de la RV en el sector AEC (N & Liyanage, 1996). Los resultados revelaron un nivel de adopción bastante bajo, atribuible en gran medida al costo prohibitivo del equipo y a un entendimiento limitado de la tecnología. A pesar de reconocer el potencial de la RV para mejorar el proceso constructivo, los constructores tendían a verla meramente como una herramienta de visualización, sin aprovechar su capacidad para facilitar la comunicación.

En el contexto latinoamericano por esa misma época, está el caso de Chile con el ejemplo del uso de RV aplicada a la arquitectura en la investigación de (Alvarado et al., 1997). En

esta se exploraba la aplicación al proyecto arquitectónico por medio de un experimento que involucraba dos escenarios. El primero era un sobre un espacio urbano en la cual se utilizaban unas gafas estereoscópicas con pantalla de LCD (Crystal Eyes) en donde había dos grupos de participantes, uno que evaluaba el proyecto virtual de manera inmersiva y el otro por medio de revisión convencional de planos 2D con el fin de evaluar cual era el mejor camino para la interpretación del proyecto.

El segundo escenario se basaba en la evaluación de un edificio que había sido construido y que durante el proceso había presentado ciertos problemas constructivos y de diseño. Lo que proponía el experimento era que un grupo de diseñadores que no conocían el proyecto, pudieran recorrer el modelo virtual de manera inmersiva usando un HMD (Superscape 4.00). Durante dicho recorrido se les consultaba sobre la identificación de problemas de diseño y constructivos que pudieran encontrar y de las posibles soluciones posibles.

Ya en la primera década del siglo XXI aparecen grandes avances tecnológicos que van a permitir que el uso de la RV en el campo de la arquitectura se acreciente un poco más. Gracias a la incorporación del BIM en las oficinas de diseño, los modelos virtuales a ser utilizados para la exploración inmersiva con RV van a ser algo más común en el flujo de trabajo. Sin embargo, todavía los dispositivos HMD seguían siendo de costos elevados, en donde los fabricantes se encuentran trabajando en ellos más a nivel de prototipo y sin salir con una producción al mercado masivo. Esto hace que se vea frenado durante toda esa década la implementación de RV, en donde se sigue centrando en casos aislados.

Es recién después del 2010 en donde se dan las condiciones necesarias para un acelerado cambio en el proceso de adaptación de estas tecnologías, esto se evidencia en el creciente aumento de publicaciones científicas relacionadas con la aplicación de RV en la arquitectura (Wang et al., 2018). Son múltiples los factores que intervinieron en esto, por un lado, la incorporación de la RV al flujo de trabajo de los diseñadores se ve enriquecida ya que los propios software en donde se creaban los modelos BIM facilitaban y reducían los tiempos de exportación a las plataformas usadas para visualizar la RV como fue el caso de Autodesk Revit Live.

Otro factor importante tiene que ver con el factor económico. Hace diez años atrás lo cual parece poco, pero en materia de desarrollo tecnológico es bastante, se necesitaba un ordenador de gran potencia grafica y de procesamiento y de un HMD conectado a este. La suma de este equipamiento si bien no era algo económico, era factible de ser implementado por una oficina de pequeña y mediana escala. Todo esto hace que la RV pase de tener un uso aislado en ciertos sectores a tener una adopción masiva. En cuanto al uso que se le daba a la RV, este estaba centrado principalmente el recorrido inmersivo de manera solitaria. Era utilizado tanto por los diseñadores como por los clientes con la finalidad de validar el proceso de diseño y por otro lado la venta o marketing del proyecto.

La experiencia del recorrido era solitaria porque para ese momento los software no tenían

la posibilidad de tener una conexión con múltiples usuarios en el espacio inmersivo. Esto era porque todo el mundo virtual que experimentaba el usuario era desarrollado en el ordenador al que estaba conectado con su HMD a través de los cables. Esto va a cambiar en los últimos años cuando por el 2017 aparecen plataformas sociales como la de Altspace que permitían reunirse con personas de distintas partes del mundo en un espacio inmersivo. Esta modalidad prontamente pasa a ser incorporada en plataformas de visualización de proyectos arquitectónicos como el caso de la empresa Iris VR con su software Prospect, la cual habilita a que varios participantes puedan visualizar el modelo digital de proyecto y poder tener conversaciones en tiempo real.

Como se mencionó anteriormente, la aparición de los dispositivos autónomos o standalone, permite que los usuarios puedan tener mayor libertad de movimiento físico al recorrer el espacio virtual al liberarse de los cables que estaban conectados al ordenador. Con la liberación de la dependencia del ordenador, los modelos BIM que se utilizan para la revisión y el recorrido con RV pasan a estar alojados en un servicio en la nube como el que utilizaba el software Prospect.

La utilización de la RV en la revisión de proyectos arquitectónicos fue predominantemente a través de experiencias de inmersión individual por parte de los diseñadores y los clientes, según se desprende de la literatura (Liu et al., 2020). Esta práctica tenía como objetivo principal la validación del diseño arquitectónico, centrando la atención en la visualización de la geometría 3D de los modelos. Esto no solo permitía a los usuarios experimentar la espacialidad de los proyectos de manera más intuitiva, sino que también facilitaba la identificación de interferencias entre diferentes especialidades o la presencia de inconsistencias dentro del proyecto en sí.

No obstante, hasta el momento, se ha documentado escasamente el aprovechamiento de la dimensión informativa del BIM, es decir, la utilización de los metadatos asociados a los objetos 3D, para enriquecer el proceso de revisión mediante RV.

Adicionalmente, ciertas aplicaciones de la visualización mediante RV han dirigido su enfoque hacia la revisión de secuencias de construcción. Este enfoque ha resultado ser particularmente beneficioso para los programadores de obra, ya que la integración de la cuarta dimensión 4D (dimensión del tiempo) ha permitido visualizar los proyectos de una manera más accesible, especialmente para aquellos usuarios no especializados o menos familiarizados con el diseño detallado del proyecto.

En dicha investigación, los autores hacen mención que esto ha ido cobrando importancia por la capacidad de facilitar una comprensión espacial sin esfuerzo en aquellas personas que no están familiarizadas con la visualización de los modelos BIM. Estas experiencias inmersivas permiten que los usuarios puedan vivir una experiencia como si estuvieran físicamente presentes en la obra, lo que permite tener una comprensión de escala mucho más real al combinar la estereovisión con la visión cinestésica (percepción de movimiento en el espacio). Estas prácticas se han implementado en edificios de diferentes escalas, usos

y han demostrado lograr disminuir gran cantidad de errores y conflictos y principalmente aumentar la satisfacción del usuario final.

Por otro lado, los autores hacen mención a que una colaboración efectiva en las primeras fases del proyecto repercute considerablemente en una sustancial mejora en la entrega final del producto. Una variable importante que hay que considerar y que ha tenido un impacto significativo en la revisión de modelos BIM con RV, ha sido el auge de los servicios de alojamiento de los modelos BIM de los proyectos en la nube. Esto hace referencia a un cambio en la gestión de los proyectos, en donde se pasa de alojar los modelos BIM en un PC en la oficina de los diseñadores, a un servidor en la nube y en los cuales los integrantes de los equipos de diseño pueden acceder desde cualquier ubicación geográfica.

Este cambio tecnológico fue acompañado por los dispositivos de RV, ya que como se hizo mención anteriormente, estos ya no necesitan tener que conectarse a un PC por medio de un cable, sino más bien, que son dispositivos standalone con conexión WIFI. Esto permite que los diseñadores puedan acceder a los modelos BIM de los proyectos utilizando RV de manera remota. Esto ha llevado a que se evidencie un creciente interés en la investigación de los entornos multiusuario focalizados en el diseño colaborativo remoto.

2.4. Revisiones de diseño colaborativas

Las revisiones de diseño de un proyecto de arquitectura son un aspecto fundamental del proceso del diseño. Estas son progresivas y van evolucionando en el tiempo y en las disciplinas que se van involucrando. Estas van desde las revisiones internas que hace cada disciplina, por ejemplo, la que se hace dentro del equipo de arquitectura, en donde se focaliza y discuten los aspectos arquitectónicos del proyecto hacia las multidisciplinarias en donde involucran a los profesionales de distintas disciplinas.

En todas estas revisiones los equipos colaboran para encontrar soluciones de diseño y generar acuerdos y consensos con el objetivo de que la obra se construya de acuerdo a lo diseñado y aprobado ya sea por el comitente como por los organismos municipales. Todo este proceso se da de manera gradual y generalmente sigue un orden en relación a la jerarquía de los problemas que pueden impactar en el resultado final de la obra.

2.4.1. De manera convencional

Se entienden como aquellas que han sido mayormente aceptadas y han quedado instauradas dentro de la práctica profesional diaria del sector del diseño y la construcción, y más en particular en el contexto latinoamericano de las últimas décadas. Antes que nada, hay que entender como es la secuencia del proceso de diseño un obra tipo en este contexto convencional, en donde primero aparece el equipo de arquitectura el cual crea y desarrolla la idea a nivel de anteproyecto y que posteriormente pasa a enviarle la

documentación de esa idea (planos, modelos 3D, imágenes, etc.) al equipo de ingeniería estructural. Este va a realizar el predimensionamiento estructural y generar la documentación técnica (planos, modelos 3D, etc.) que pasara a enviarle al equipo de arquitectura dicha documentación para que este integre el proyecto de arquitectura.

Es en esta instancia donde generalmente se desarrolla una primera sesión de revisión de diseño entre las dos disciplinas para poder coordinarse y hacer los ajustes necesarios. No obstante, muchas veces estas instancias son pasadas por alto y se limitan solo a intercambios de emails y llamadas telefónicas. Una vez coordinadas estas dos disciplinas se pasa a realizar el mismo procedimiento con el resto de las disciplinas intervinientes.

Sin embargo, en el contexto local y sobre todo en proyectos de media y baja complejidad los cuales tienen presupuestos más acotados, la gran mayoría de las veces los instaladores participan de una manera muy limitada en este tipo de sesiones de revisión conjunta.

Esto puede deberse a que, en la mayoría de los casos, estos reciben una compensación económica una vez adjudicada la obra y esto se da una vez que el proyecto está finalizado y cerrado con todas las instalaciones. Así que ahí hay un vacío en donde los instaladores terminan participando de estas sesiones de revisión en el caso de lo que lo hagan, muy tangencialmente confiando en que los van a contratar para hacer la obra. En el caso de los constructores sucede algo similar, pero mucho más evidente, ya que en raras oportunidades participan en estas sesiones durante la etapa de diseño salvo en los casos en que se licita diseño y construcción todo junto cerrado en un solo paquete.



Figura 2.14. Revisión de diseño convencional.

Otra característica en estas revisiones es que está fuertemente basado en el intercambio de planimetría, ya sea en formato impreso o en torno al formato digital CAD. El plano es el lenguaje de comunicación mas aceptado y validado en este tipo de sesiones de revisión de diseño que llamamos convencional. Estas revisiones pueden llevarse a cabo de manera presencial o virtual.

Presencialidad física

Dichas sesiones, hasta hace un par de años se daban netamente de manera presencial en un espacio físico compartido, en donde los equipos de las distintas disciplinas se juntaban en la sala de reuniones de la oficina de arquitectos y discutían en torno a una mesa con los planos impresos puestos encima tal como se indica en Figura 2.14.

Presencialidad virtual

El avance en cuanto a la velocidad de conexión de internet a permitido que las videoconferencias o video-llamadas se hayan ido incrementando y hoy sean parte del día a día de cualquier oficina de diseño. Acrecentado por la pandemia del COVID-19 que llevo al reemplazo del trabajo presencial al teletrabajo llevó a que las sesiones de revisión de diseño pasaran de la sala de reunión de los arquitectos al espacio virtual de plataformas como las de Zoom. Pero si bien aparecía un nuevo espacio desde donde se podía interactuar, la metodología seguía siendo la misma. Ahora no eran planos arriba de la mesa sino planos CAD vinculados en donde un integrante del equipo compartía la pantalla de su ordenador mientras los demás iban discutiendo. Con el uso de los modelos BIM sucedía algo similar, en vez de compartir planos 2D se mostraba el modelo BIM federado que integraba las distintas disciplinas, esto generalmente manipulado por una sola persona que podía ser el coordinador BIM del proyecto.

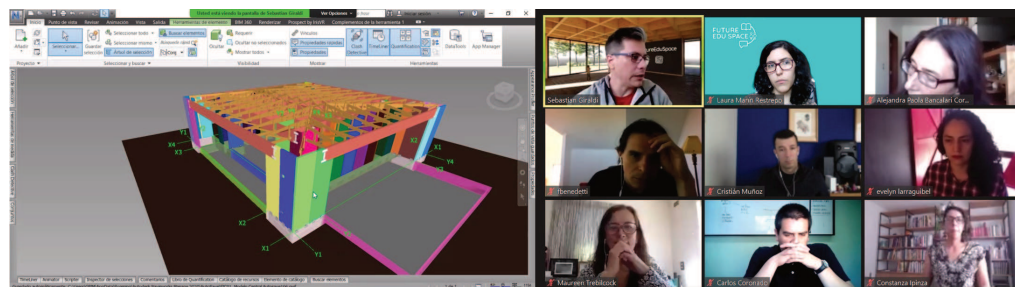


Figura 2.15. Revisión de diseño convencional-virtual. Caso Future Eduspace.

2.4.2. De manera inmersiva con realidad virtual

La incorporación de los dispositivos de RV en las oficinas de diseño ha ganado terreno a medida que se han ido popularizando los HMD y se han vuelto más accesibles. En cuanto a la revisión de los proyectos se ha evidenciado un paulatino cambio, en donde hace un

par de años no muy atrás la revisión con RV se integraba más bien como un complemento a la revisión convencional anteriormente mencionada. Esto quiere decir, que no era el foco principal de la revisión, sino que estaba más bien relegada como un complemento de la visualización del proyecto, tal como un render impreso o una animación. El uso de RV de manera inmersiva durante la fase de diseño, en la mayoría de los casos estaba más enfocado hacia la venta y marketing del proyecto, pero esto no quiere decir que no existieran casos en donde se lo aplicaba para la revisión y coordinación de disciplinas.

Inmersión solitaria

En este escenario, la revisión se lleva a cabo de manera individual, lo que implica que el revisor se sumerge solo en el entorno virtual. No obstante, usualmente está acompañado físicamente por otros individuos en el mismo espacio físico, quienes pueden seguir su experiencia visual en una pantalla dentro de la sala. Esto facilita un diálogo constructivo acerca del diseño entre el revisor, que está utilizando el HMD, y los observadores presentes, basándose en las observaciones del recorrido virtual. Este tipo de interacción se limita al espacio físico.

Tradicionalmente, este formato de revisión se ha asociado más con dispositivos HMD que requieren conexión a un ordenador, utilizando modelos BIM almacenados localmente. Sin embargo, la tendencia está evolucionando hacia el uso de dispositivos autónomos y el aprovechamiento de modelos BIM alojados en la nube. Esta evolución tecnológica ofrece a los diseñadores mayor libertad, eliminando la necesidad de permanecer atados a un espacio de trabajo fijo frente a un ordenador.

Inmersión grupal

Por otro lado, los software al permitir que se puedan crear sesiones con múltiples usuarios en el espacio inmersivo de los modelos BIM alojados, permitió una serie de posibilidades para sesiones de revisión de diseño de manera colaborativa y remota. Lo cual ya no hacía falta que se reunieran los equipos de diseño en el mismo espacio físico. Para que estas sesiones puedan desarrollarse debe existir un facilitador/anfitrión quien estará a cargo de dos cosas principalmente, una va a ser subir los modelos BIM del proyecto al servicio de la nube que ofrece el software y la otra gestionar las invitaciones a los demás diseñadores que van a participar en la misma.

Dicha invitación se hace por medio de un código que el facilitador/anfitrión les ha enviado a los invitados y que estos tienen que colocar en el software para poder ingresar. Hay que mencionar que en estas sesiones pueden participar tanto aquellas personas que cuentan con un dispositivo HMD o simplemente conectarse desde un ordenador y van a participar con un grado de inmersión menor y en una situación más similar a una sesión convencional por videoconferencia. Una vez ya pusieron el código que les envió el anfitrión, estos tienen que poner un nombre con el cual van a ser identificados y automáticamente el software le asigna un avatar con un color predeterminado que

los usuarios no pueden escoger. Se van a enterar que color tienen solo cuando otro participante se los diga, de otra manera no se van a enterar. Los avatares se diferencian entre los que están conectados con un HMD y aquellos que lo están desde su computador.

Otro tema no menor, es lo referido al acceso que tienen los participantes a las herramientas de los software comerciales actuales, aquellos que usan la versión de pago y los que no. Por ejemplo, el anfitrión indefectiblemente debe contar con la versión de pago ya que sino no, le sería imposible subir los modelos BIM ni poder crear la sesiones.

Otro factor importante entre los que tienen la versión de pago es que pueden acceder a la información del BIM, esto es toda la meta-data que vienen asociados a los modelos a la hora de exportarlo desde los software de modelado. Los invitados no podrán acceder ni ver esta información, por ejemplo, si ellos quieren saber cuantos metros cuadrados hay de cubierta, o la densidad térmica del revestimiento de fachada, van a tener que consultar al anfitrión sobre esa información. Entonces uno se encuentra con usuarios que van a tener mas privilegios que otros.

Los software comerciales con el caso de Iris VR, tienen varias opciones de visualización, en donde uno puede ver el proyecto en una visión ortogonal como si estuviera delante de una maqueta, o en un modo peatonal en escala uno en uno. Los participantes pueden conversar entre ellos, mover esta maqueta e inclusive realizar secciones. El anfitrión va a poder hacer marcas en el proyecto cuando se encuentren algunas inconsistencias tal como si se marcara con una tiza en la pared de la obra. Estas marcas van a quedar guardadas al finalizar la sesión y se van a poder compartir a modo de informe en formato pdf o JPG a los demás participantes.



Figura 2.16. Revisión de diseño colaborativa con RV. Caso Future Eduspace.

Capítulo 3

Metodología

El presente trabajo se centra en la revisión colaborativa multidisciplinar de proyectos de arquitectura en etapa de diseño, utilizando modelos BIM (Modelado de Información de Construcción) y realidad virtual inmersiva de manera remota mediante el uso de cascos de realidad virtual. Se toma como caso de estudio el proyecto 'Future Eduspace'. Se adopta un enfoque metodológico mixto y se sigue un diseño no experimental de alcance exploratorio.

3.1. Caso de estudio

Este trabajo utilizó como caso de estudio el aula experimental desarrollada en el marco del proyecto "Future Edu Space: Generación de Capacidades Tecnológicas para la Construcción de Espacios Educativos Escolares Vanguardista y Sustentables desde la Región del Biobío". Esta iniciativa fue financiada por el Fondo para la Innovación y Competitividad Regional FIC-r del Gobierno Regional del Biobío, y ejecutada por la Universidad del Bío-Bío (UBB). El proyecto se adjudicó en el 2019, y el diseño del aula experimental se llevó a cabo entre el 2020 y 2022. Para mas información <https://futureeduspace.ubiobio.cl>.



Figura 3.1. Equipo multidisciplinario proyecto Future Eduspace

Tabla 3.1. Equipo multidisciplinar encargado del desarrollo del proyecto Future Eduspace. La sigla se utilizará en adelante para referirse a los involucrados

Participante	Profesión	Disciplina en el proyecto	Sigla
Beatriz Piderit Moreno	Arquitecta	Dirección	DIR
Maureen Trebilcock Kelly	Arquitecta	Coordinación	DIR
Mario Ramos Maldonado	Ing. Civil Mecánico	Coordinación	DIR
Laura Marín Restrepo	Arquitecta	Apoyo administrativo	ADM
Alejandra Bancalari Cornejo	Arquitecta	Proyecto de arquitectura	ARC
Carlos Coronado Plasencio	Arquitecto	Proyecto de arquitectura	ARC
Valentina Chandía Arriagada	Arquitecta	Proyecto de arquitectura	ARC
Franco Benedetti Leonelli	Ing. Civil	Proyecto de estructuras	STR
Alan Jara Cisterna	Ing. Civil	Proyecto de estructuras	STR
Ariel Bobadilla Moreno	Ing. Civil Mecánico	Proyecto climatización	MEC
Cristián Muñoz Viveros	Arquitecto	Proyecto climatización	MEC
Sandra Gomez	Ingeniera Eléctrica	Proyecto eléctrico	ELE
Cecilia Palarino Vico	Arquitecta	Proyecto térmico y lumínico	ILU
Constanza Ipinza Olatte	Arquitecta	Proyecto acústico	ACU
Evelyn Larraguibel Olgún	Diseñadora Industrial	Proyecto de mobiliario escolar	MOB
Sebastián Giraldi Romero	Arquitecto	Coordinación BIM y realidad virtual	HST

El logro distintivo del proyecto ha sido el desarrollo de una aula experimental que se caracteriza por su flexibilidad para adaptarse a diferentes contextos educativos. Este espacio, concebido para ser replicable, consiste en una unidad de 140 m^2 que facilita la implementación de variadas dinámicas educativas, asegurando al mismo tiempo condiciones óptimas de temperatura, calidad del aire, acústica e iluminación. El objetivo era no solo su adaptabilidad, sino también ofrecer un ambiente propicio y saludable para el aprendizaje.

El proceso de diseño del Future EduSpace se basó en un esfuerzo colaborativo y multidisciplinar, materializado a través de Talleres de Diseño Participativo e Integrado. Estos talleres contaron con la participación de expertos en educación, diseño, arquitectura y construcción, incluyendo la especialización en industrialización de madera. De estas sesiones emergieron los principios fundamentales del diseño, como la modularidad, flexibilidad, conexión con el entorno e iluminación natural, todos esenciales para el bienestar de los estudiantes.

El equipo de diseño del proyecto se constituyó por una amplia gama de disciplinas, en los cuales había arquitectos, ingenieros estructurales, eléctricos, especialistas en acondicionamiento acústico, iluminación natural, acústica y diseño de mobiliario. La Tabla 3.1 detalla la información de los participantes.

En cuanto al componente estructural del proyecto, se priorizó el uso de la madera, aprovechando la utilización de recursos locales de la región del Biobío, conocida por su industria forestal. El enfoque innovador del proyecto involucra a las PYMES madereras en la producción de componentes esenciales del prototipo, adoptando un enfoque de diseño que parte de la prefabricación. La determinación del módulo constructivo se basa en la capacidad productiva local, la logística de transporte y las necesidades del diseño



Figura 3.2. Proyecto Future Eduspace

arquitectónico, resultando en una utilización eficiente y sostenible de la madera (Ver (Figura 3.2))).

El elemento fundamental del diseño es el panel CLT (Cross laminated timber) de 1,2m x 3m, que forma los muros laterales, y la estructura del techo se compone de módulos de vigas laminadas creando casetones. La estructura global consta de nueve marcos de CLT, complementados con muros arriostrantes de CLT para estabilidad, y el revestimiento exterior utiliza madera modificada para resistir condiciones climáticas adversas, manteniendo la estética natural del material.

El proyecto se fundamenta en la modularidad, una característica esencial de las aulas

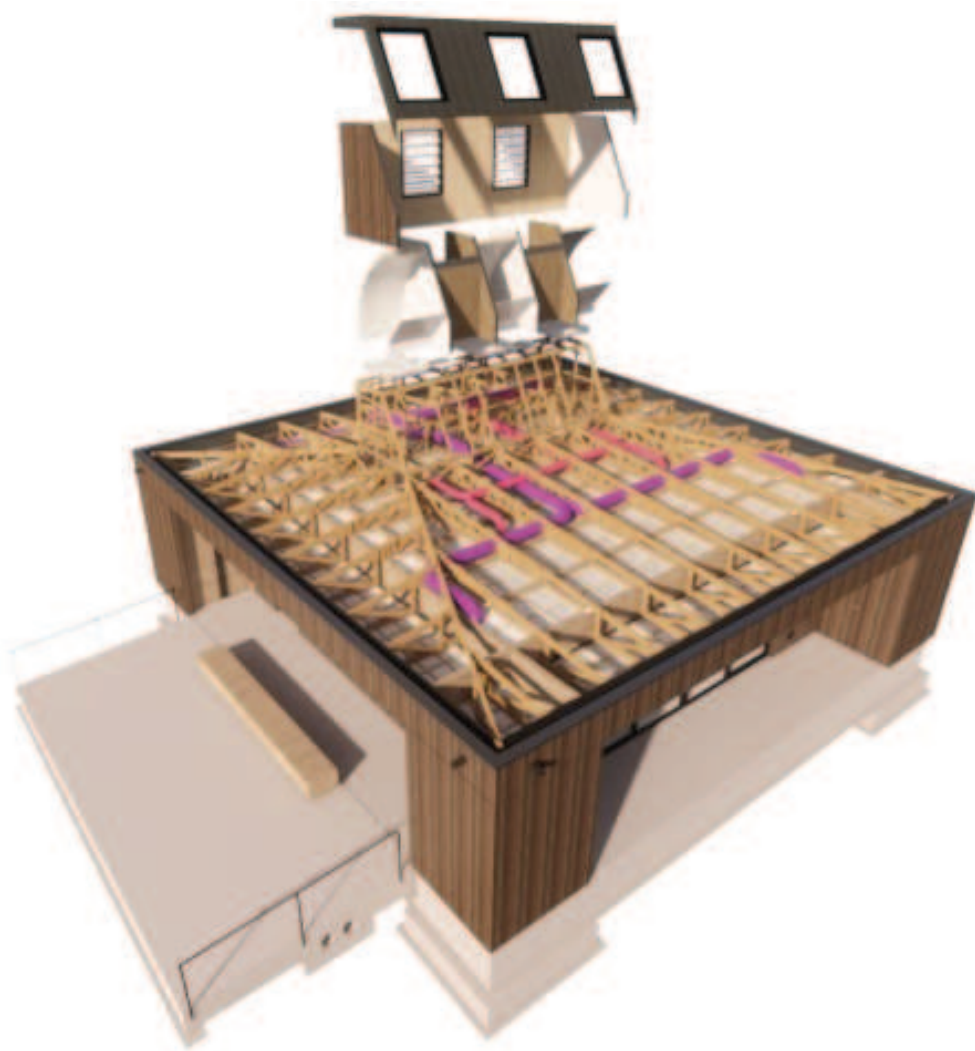


Figura 3.3. Despiece lucarna modular

escolares que se replican en los edificios educativos. Este enfoque considera el aula como una unidad que puede multiplicarse o unirse de distintas formas, ofreciendo diversas configuraciones arquitectónicas. El diseño incluyó dos elementos modulares principales: el módulo base, que define el espacio interior del aula, y un anillo perimetral que crea un espacio transicional alrededor. Además, incorpora una lucarna modular en la techumbre, diseñada para ser removible sin afectar la estructura principal (Ver (Figura 3.3))). Esta flexibilidad modular permite variadas combinaciones y adaptaciones, facilitando la creación de espacios educativos personalizados.

El proyecto fue pensando para ser construido en el campus de la Universidad del Biobío in Concepcion-Chile, sin embargo alberga la posibilidad de ser replicado en los diferentes territorios de Chile. La Figura 3.4 presenta la planta y sección arquitectónica del aula experimental.

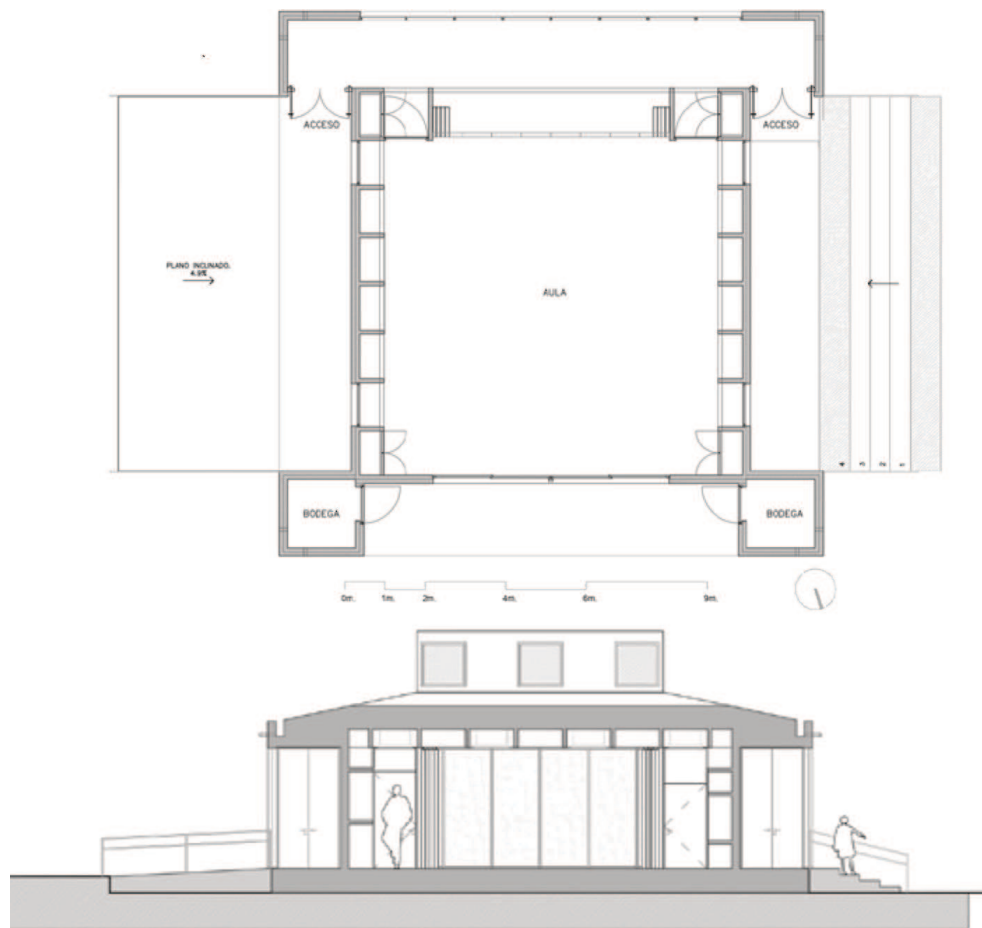


Figura 3.4. Planta y sección arquitectónica del aula experimental Future Eduspace

El proyecto Future EduSpace incluyó en su diseño diversas configuraciones que permitían adaptar los espacios educativos a distintas necesidades y contextos (Ver (Figura 3.5))). Una de las configuraciones posibilitaba la unión de dos aulas a través de un corredor, con la opción de crear un área más amplia al plegar tabiques móviles, ideal para actividades que requieren mayor espacio. Otra configuración propone la unión lateral de módulos, generando un espacio central compartido que fomenta la interacción mientras preserva la independencia de cada ambiente educativo.

También se contempló una configuración vertical, apilando módulos para maximizar el uso del espacio vertical y asegurando una iluminación natural adecuada en ambos niveles. Estas configuraciones exploraban la versatilidad del proyecto, ofreciendo soluciones flexibles y adaptables para mejorar la experiencia educativa.



Figura 3.5. Variables tipológicas Proyecto Future Eduspace

3.2. Modelado y coordinación BIM

El autor de este trabajo estuvo vinculado al proyecto como especialista BIM a cargo de la modelación-coordinación y posteriormente la implementación de realidad virtual en las sesiones de revisión de diseño, teniendo acceso a la documentación técnica del proyecto y al equipo de profesionales.

Los modelos BIM de las distintas especialidades fueron desarrollados con los software Autodesk Revit y Graphisoft Archicad (Ver (Figura 3.6)). La coordinación BIM se llevó a cabo con Autodesk Navisworks donde fueron integradas las distintas disciplinas en un modelo federado, el cual fue revisado de manera colaborativa con el equipo de diseño.

El desarrollo del proyecto se caracterizó por una evolución progresiva en los niveles de desarrollo de la información (NDI), siguiendo el estándar BIM chileno para proyectos públicos (Figura 3.8)). Esta progresión comenzó con modelos enfocados en la arquitectura y se expandió para incluir disciplinas adicionales como la estructura, el clima, las instalaciones eléctricas, y otros aspectos relevantes del sitio y obras complementarias, reflejando un aumento en la complejidad y el detalle de la información a lo largo del tiempo.

Los detalles sobre las sesiones se pueden encontrar en la sección 3.3.1.

Modelado y coordinación BIM

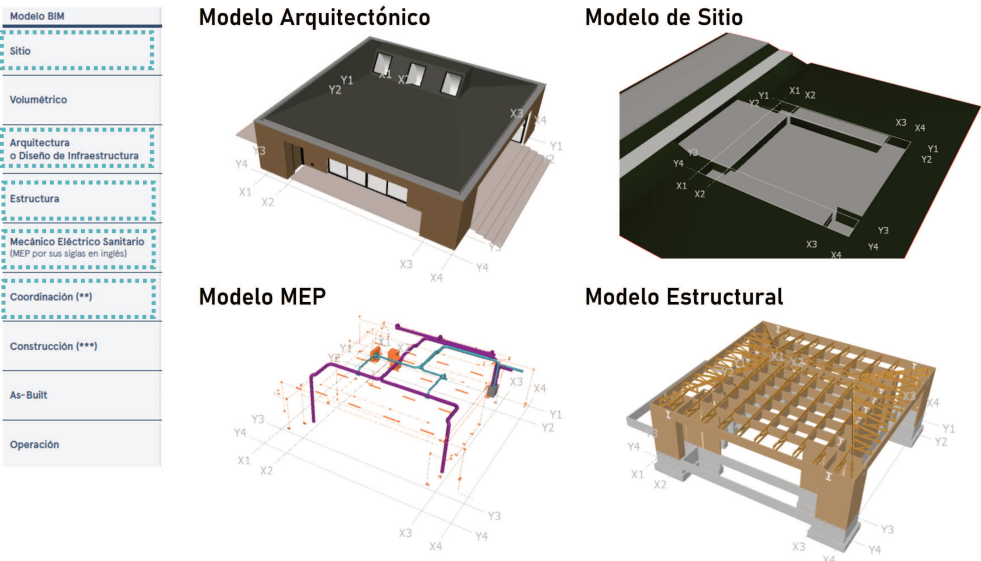


Figura 3.6. Modelos BIM por disciplinas

- **Sesión 01:** NDI-2 Modelo Arquitectura.
- **Sesión 02:** NDI-3 Modelos de Arquitectura, Estructura y Clima.
- **Sesión 03:** NDI-4 Modelos de Arquitectura, Estructura, Clima, Eléctrico, Sitio y Obras complementarias.

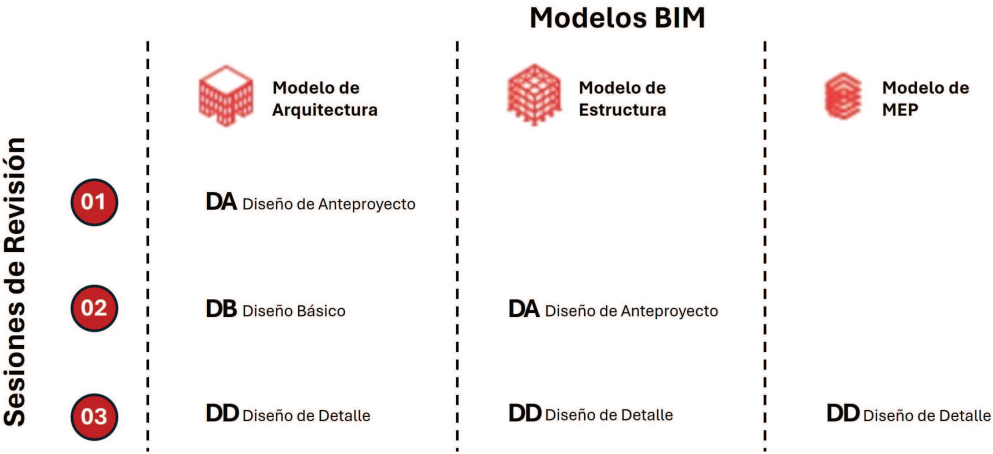


Figura 3.7. Matriz de avance en los modelos. Adaptado de Plan BIM Chile

Tabla 08. Niveles de Información

En la siguiente tabla se presenta una descripción de cada uno de los Niveles de Información (NDI):

Concepto	Descripción
NDI-1 Información inicial general	Información inicial, que puede ser estimativa, acerca de área, altura, volumen, localización y orientación de los elementos generales.
NDI-2 Información básica aproximada	Información básica del tamaño, forma, localización, cantidad y orientación de los sistemas y elementos generales y su ensamblaje.
NDI-3 Información detallada	Información detallada del tamaño, forma, localización, cantidad y orientación que sea relevante para el montaje de los elementos.
NDI-4 Información detallada y coordinada	Información detallada y coordinada respecto del tamaño, forma, localización, cantidad, orientación e interacción entre los sistemas de construcción y sus elementos de montaje específico.
NDI-5 Información detallada de la fabricación y montaje	Información detallada de la fabricación y montaje, considerando el tamaño, localización, cantidad, orientación e interacción entre los elementos.
NDI-6 Información detallada de lo construido y su puesta en marcha	Información detallada del tamaño, forma, localización, cantidad, orientación y de la puesta en marcha de los elementos construidos.

Elaborada por Planbim, basado en G202-2013 - Project Building Information Modeling Protocol Form de AIA y en el Level of Development Specification de BIMForum USA

Figura 3.8. Tabla de niveles de información NDI. Plan BIM Chile



Figura 3.9. Modelo sesión 03

3.3. Recolección de datos

Se utilizaron sesiones de revisión del proyecto, convencionales y con realidad virtual, complementadas con encuestas y entrevistas Figura 3.10. De ellas participaron el equipo del proyecto Future EduSpace, así como personas externas al proyecto. Las sesiones de revisión fueron grabadas para su posterior análisis.

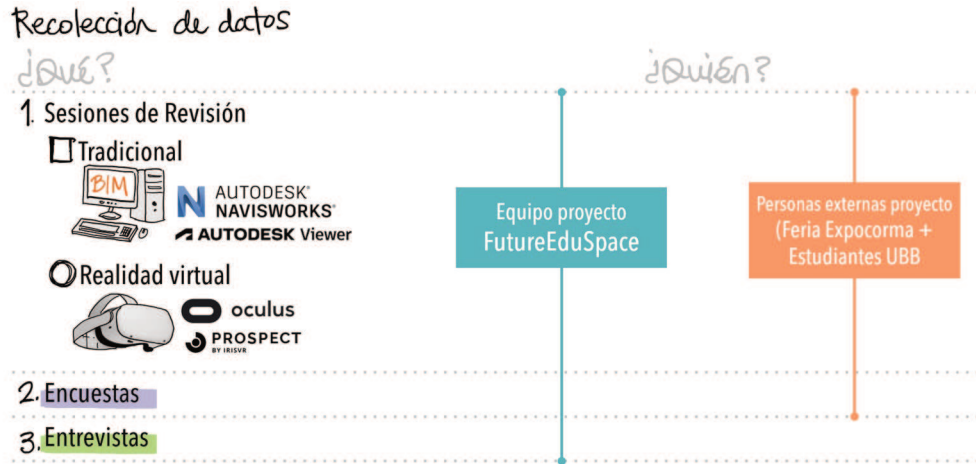


Figura 3.10. Esquema de desarrollo metodológico.

Las sesiones de revisión con realidad virtual con el equipo del proyecto se realizaron durante los años 2020, 21 y 22. Fueron de manera sincrónica y remota. En la Figura 3.12 se puede apreciar el número de participantes, las disciplinas que participaron, los dispositivos utilizados, la duración de la sesión y finalmente desde dónde se conectaron los participantes.

Las actividades con personas externas al proyecto se realizaron durante el 2021, donde se realizaron sesiones con estudiantes de arquitectura e ingeniería en construcción de la UBB. Estas sesiones fueron grabadas para su posterior análisis. Además, se llevó a cabo una sesión de prueba con visitantes en la feria EXPOCORMA organizada por la Corporación Chilena de la madera en el año 2021.

Adicionalmente, para reconocer las potencialidades de las revisiones colaborativas con RV, se llevaron a cabo sesiones de revisión del proyecto a través de una manera no-inmersiva, es decir, mediada por una pantalla de un computador.

En general, las sesiones de revisión con realidad virtual se hicieron sobre el proyecto Future EduSpace. En el caso de los estudiantes, en la última sesión, además, se revisaron trabajos prácticos sobre modelos BIM que los mismos alumnos habían realizado con el objetivo de poder explorar escenarios en donde los participantes tuvieran mayor conocimiento del proyecto a revisar.

De las revisiones con realidad virtual se fue extrayendo información de manera iterativa, identificando potencialidades, barreras y desafíos, lo que permitía ir definiendo aspectos

del protocolo que se ponían a prueba en la sesión siguiente.

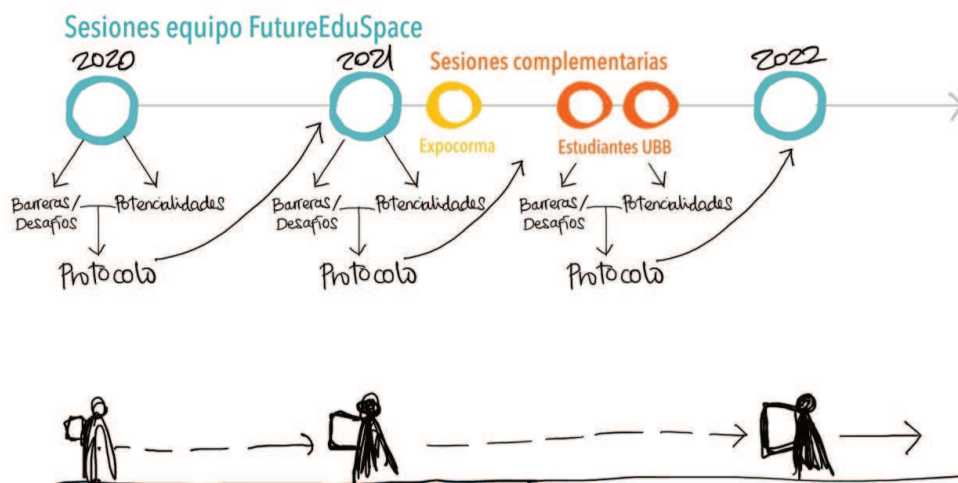


Figura 3.11. Extracción de información de las sesiones de revisión.

Finalmente, se llevó a cabo una sesión de aplicación del protocolo que se complementó con entrevistas semiestructuradas a parte del equipo de profesionales que participaron en la revisión. De esta manera, el protocolo fue puesto a prueba. En esta sesión se midió la toma de decisiones, la interacción entre el equipo, el entendimiento compartido y se evaluó la respuesta a los desafíos identificados.

3.3.1. Sesiones de revisión de diseño

Equipo Future Eduspace

Las sesiones de revisión de diseño colaborativas implementadas con el equipo del Future Eduspace fueron realizadas de dos maneras diferentes. Por un lado, estaban aquellas más convencionales, entendiéndose esto como las que están más instauradas en el flujo de trabajo de un ecosistema BIM. Mas precisamente se refiere a aquellas reuniones de revisión y coordinación de los proyectos que se hacen de manera conjunta con los equipos de las distintas disciplinas y en donde las discusiones giran en torno a una pantalla en donde se proyecta un modelo BIM que alberga las distintas especialidades que conforman dicho proyecto.

Para el caso del Future EduSpace estas eran arquitectura, estructura, instalaciones y obras civiles complementarias. Este tipo de modelos BIM se los conoce como modelos federados. Dicho modelo era alojado en la plataforma de Autodesk Navisworks, que es un software que utilizaba el coordinador BIM del proyecto.

Dicho coordinador, al tener en posesión la información centralizada de las distintas especialidades con sus respectivos modelos BIM, tenía como parte de sus tareas, presentar en una reunión conjunta con los profesionales de las distintas disciplinas, los avances

en el diseño que iban realizando los diferentes equipos. Además de esto, presentar las inconsistencias en el diseño y problemas de interferencias que se iban encontrando entre las distintas disciplinas.

Estas revisiones eran desarrolladas por medio de sesiones online desde plataformas de videoconferencias tipo Zoom, en las cuales el coordinador BIM iba compartiendo la pantalla de su PC e iba mostrando este modelo BIM federado y en donde los demás participantes iban discutiendo en base a los problemas detectados y sus posibles soluciones. Al finalizar estas sesiones se registraban los problemas en el cual cada disciplina debía trabajar y se presentaba un informe en formato pdf de los temas a resolver. El otro tipo de sesiones de revisión que se implementaron fueron las de realidad virtual por medio de la utilización de dispositivos HMD como los de Oculus y a través de la plataforma del software Prospect que venía a ser como el equivalente a la de Navisworks en la sesión convencional. Esto quiere decir, que era es la plataforma de Prospect en donde estaba alojado el modelo BIM federado.

Hay que señalar que si bien la plataforma del software Prospect permite que los usuarios participen de la sesión con su dispositivo HMD como se acaba de mencionar, esto no excluye que también lo puedan hacer desde su PC sin la necesidad de HMD. El usuario que se conecte de esta manera va a tener disponibles las mismas herramientas que tiene aquel que usa un HMD, pero lo que cambia es el grado de percepción que va a tener del espacio inmersivo. Esta se va a parecer más a una revisión de un modelo BIM en la pantalla del PC.

Otra característica importante de como funciona el software Prospect, es que hay participantes que tienen mas herramientas que otros, esto relacionado con el modelo de comercialización que tiene la empresa. Las versiones de pago pueden acceder a crear las sesiones como anfitrión (Host) e invitar por medio de un código a los demás participantes (Guest) ya sea si tiene un HMD o no.

Por otro lado, puede acceder a la información de metadata que traen los modelos BIM, esto se entiende como la I (Information) del BIM. Los usuarios que ingresan como Guest no van a poder acceder a este tipo de información por lo cual tienen que consultarle al Host si quieren saber cuantos metros cuadrados de revestimiento tiene la fachada, por decir un ejemplo.

Con respecto a metodología de trabajo en estas sesiones, eran algo similar desde el punto de vista programático a las que se daban en la sesión convencional, la gran diferencia radica en la percepción que tiene el participante. Esto es porque la sesión convencional la percepción que se tiene del modelo 3D es mediado por la interfaz de la pantalla del PC y dado que la pantalla es en realidad un elemento plano 2D, el usuario experimenta una baja noción de profundidad.

Por el contrario, en el revisión con los HMD de realidad virtual y gracias a la visión estereoscópica que estos dispositivos tienen, el participante experimenta una mayor

noción de profundidad, una experiencia más en primera persona que se acerca más a la realidad como si estuviera recorriendo la obra.

Tres fueron las sesiones que se desarrollaron con el equipo en el transcurso de tres años, estas fueron llevadas a cabo de manera sincrónica y remota. La ubicación física de los participantes, principalmente en las dos primeras eran desde sus respectivos hogares, sin embargo, en la tercera y última hubo una gran parte de los participantes que se ubicaban en el mismo espacio físico (Ver Figura 3.12). Hay que señalar que las dos primeras sesiones de revisión se dieron en un contexto en donde las reuniones presenciales estaban completamente prohibidas por disposiciones gubernamentales debido a la crisis del COVID-19.

Sesiones colaborativas RV equipo FutureEduSpace

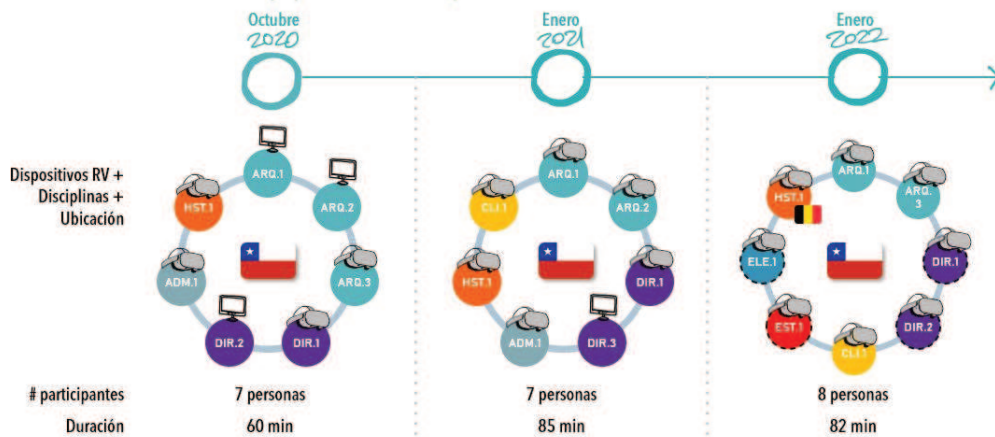


Figura 3.12. Esquema de desarrollo de las sesiones de revisión.

Es así como a mediados del 2020 cuando se realizó la primera sesión, las restricciones estaban en su mayor intensidad por lo cual no existía ninguna posibilidad de hacer una inducción a los participantes de manera presencial de cómo se debían utilizar los dispositivos de realidad virtual. La finalidad de esto era poder clarificar, resolver las dudas y problemas logísticos que se le llegaron a presentar a los participantes, razón por la cual se optó por hacer esta inducción de manera remota y asincrónica.

A tal efecto, se grabó un video tutorial a los participantes que luego se les compartió por medio de un enlace de YouTube en donde se indicaban como dar los primeros pasos en la configuración y puesta en marcha del dispositivo HMD del Oculus Quest. Este enlace fue compartido unos días antes a la primer sesión.

Las tres etapas de las sesiones de revisión no fueron elegidas al azar, sino que estaban en relación con los hitos de avance del proyecto. Con respecto al promedio de duración de las sesiones, esta fue en aumento, siendo la primera alrededor de 60 minutos y las dos últimas en los 85 minutos. En la siguiente Figura 3.13 se puede observar la línea de tiempo de estas sesiones de revisión. Las sesiones tuvieron algunas constantes que se repitieron, la principal fue que en las tres sesiones la composición de los participantes

fue variando, de hecho, solo tres participantes tuvieron presencia constante en todas las sesiones, estos fueron DIR-01, ARC-01 y HST-01.

Sesión 01 Realizada en octubre de 2020, la sesión tenía un propósito fundamentalmente exploratorio, enfocado tanto en los componentes del proyecto como en las herramientas de realidad virtual. Se creó una oportunidad para que los participantes se familiarizaran e interactuaran con los dispositivos de visualización montados en la cabeza (HMD, por sus siglas en inglés) y con las funcionalidades del software Prospect. Adicionalmente, se buscaba ofrecer una nueva perspectiva sobre el diseño del prototipo en desarrollo.

El modelo de información para la construcción (BIM) empleado durante la revisión estaba en una fase preliminar y se limitaba a la disciplina arquitectónica. Además del objetivo principal, había una meta secundaria que consistía en crear material audiovisual durante la sesión de revisión. Dicho material se utilizaría posteriormente como recurso de apoyo en una presentación para un seminario web titulado "Escuelas en Madera: Desde el diseño a la industrialización". <https://futureeduspace.ubiobio.cl/seminario-escuelas-en-madera-desde-el-diseno-a-la-industrializacion/>

Para este propósito, se diseñó un guion en el que uno de los miembros del equipo de arquitectos narraba a los demás participantes, presentes en el entorno virtual, una descripción general del proyecto, apoyándose en el modelo BIM. Es importante destacar que, en esta primera sesión, no se logró la participación completa del equipo de diseño, faltando representantes de las áreas de clima, estructura y electricidad.

Las interacciones de los participantes se facilitaron a través de dos plataformas que funcionaban de manera simultánea. Por un lado, estaba la plataforma Prospect, que permite la navegación a través del modelo BIM y es compatible con los dispositivos de realidad virtual HMD. Esta plataforma ofrece la posibilidad de conectarse tanto mediante el dispositivo HMD como a través de un PC. En el caso de la conexión por PC, los usuarios

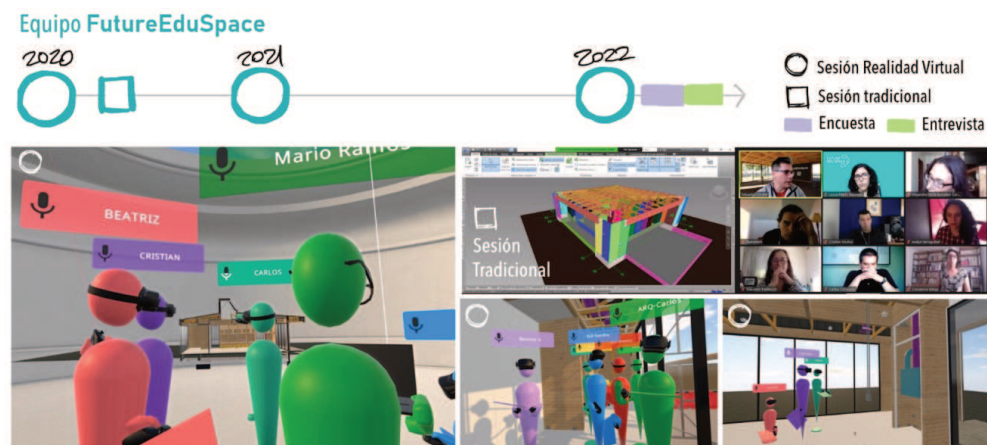


Figura 3.13. Línea de tiempo del desarrollo de las actividades

tienen acceso a las mismas funcionalidades del software que aquellos que utilizan el HMD, aunque la percepción del espacio inmersivo se reduce significativamente, como se ha mencionado anteriormente.

La conexión a las sesiones se facilitó también mediante la plataforma de videoconferencia Zoom, que permitía la retransmisión en tiempo real de los eventos que ocurrían en la sesión inmersiva con el equipo de diseño. Se decidió experimentar con esta plataforma de manera paralela con el objetivo de incluir a aquellos miembros del equipo que no habían logrado descargar el software Prospect o que no disponían de un dispositivo HMD de Oculus preparado.

Adicionalmente, las retransmisiones por Zoom permitían grabar el material audiovisual que posteriormente se utilizaría en los seminarios web. La retransmisión se realizaba mediante el compartimiento de pantalla del dispositivo HMD Oculus Rift S, manejado por el anfitrión de la sesión, quien disponía de mayores herramientas en el software Prospect debido a sus permisos de administrador, además de ser el creador de la sesión en Zoom. Los participantes conectados a través de Zoom podían observar y escuchar todo lo que sucedía en la sesión inmersiva de Prospect, creando así una interacción entre dos espacios virtuales que coexistían y se solapaban.

La sesión iniciaba en Zoom, donde se daba la bienvenida a los participantes y el anfitrión explicaba el desarrollo de la sesión, seguido de una verificación rápida de los dispositivos HMD operativos y la descarga del software Prospect. Posteriormente, los participantes con HMD operativo procedían a utilizarlos para iniciar la sesión en el espacio inmersivo de Prospect. Durante este proceso, muchos participantes mantenían activas ambas plataformas de transmisión, optando finalmente por una de ellas.

A mitad de la sesión, se incorporó el último participante únicamente a través de Zoom, situación que lo posicionaba más como un espectador pasivo en comparación con los

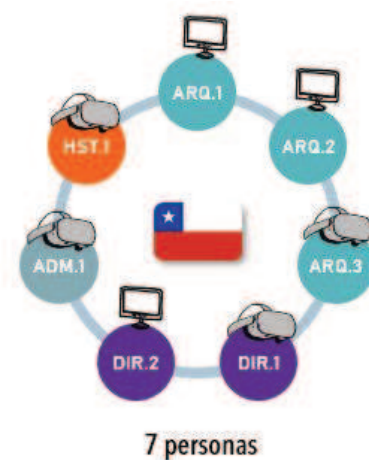


Figura 3.14. Dispositivos de conexión. Sesión 01

demás participantes, aunque esto no impedía su interacción con el anfitrión, quien estaba atento a ambos espacios virtuales simultáneamente.

En esta primera sesión, la distribución de los dispositivos de conexión incluía a cuatro participantes con HMD, incluido el anfitrión, dos participantes utilizando la aplicación del software Prospect para PC y un participante conectado a través de la plataforma Zoom tal como se indica en la Figura 3.14.

Sesión 02 La segunda sesión se llevó a cabo en enero de 2021, cuatro meses después de la sesión inicial. El objetivo principal de esta sesión era revisar los avances en el diseño del prototipo y la coordinación BIM, puesto que los modelos de estructura y climatización estaban preparados para su integración en el modelo federado. Paralelamente, el modelo de arquitectura, que se encontraba en una fase avanzada de diseño, requería una revisión detallada. No obstante, aún estaba pendiente la incorporación de los modelos de ingeniería eléctrica y las obras civiles complementarias.

Es importante destacar que esta sesión marcó la primera ocasión en que los participantes emplearían la realidad virtual para examinar el proyecto de manera integrada, abarcando las diversas disciplinas implicadas y con un nivel de detalle significativo.

Los modelos BIM utilizados en esta sesión alcanzaban un Nivel de Desarrollo de Información (NDI-3), conforme a la matriz establecida por el estándar nacional BIM para proyectos públicos en Chile, ver Figura 3.8.

Además del objetivo principal de revisar los avances del prototipo y la coordinación BIM, la sesión 02 perseguía un objetivo secundario no revelado explícitamente a los participantes. Este consistía en trasladar la lógica de revisión BIM, típica de las sesiones convencionales, a un entorno de realidad virtual colaborativa y multiusuario.

En las sesiones de revisión BIM convencionales, el coordinador BIM presenta, durante reuniones conjuntas con equipos de diversas disciplinas, las inconsistencias e interferencias detectadas entre ellas, siguiendo una matriz de jerarquía conocida como Matriz de interferencias. Esta metodología implica abordar problemas de diseño en un orden preestablecido y consensuado, comenzando, por ejemplo, con conflictos internos a una disciplina, como podría ser una puerta en el diseño arquitectónico que interfiera con la altura del cielorraso.

Una vez resueltas las inconsistencias dentro de una disciplina, se procede a analizar las siguientes, típicamente estructuras y posteriormente instalaciones, dejando la eléctrica para el final. Este orden se basa en la premisa de priorizar las disciplinas con mayor impacto potencial en el diseño y costos de los cambios necesarios durante la fase de construcción.

Esta metodología se sometió a prueba en la sesión de realidad virtual, involucrando a los participantes del proyecto. En términos organizativos, se introdujeron cambios respecto a la sesión anterior, eliminando la transmisión por Zoom y concentrando toda la interacción en la plataforma Prospect.

En preparación para la sesión 02, se proporcionó asesoramiento asincrónico a aquellos participantes que no habían logrado utilizar su dispositivo HMD durante la sesión 01, pero que lo tenían disponible para esta segunda sesión. Este asesoramiento incluyó instrucciones detalladas para acceder a un modelo de ejemplo incluido en el software Prospect, permitiendo a los participantes explorar el entorno virtual con su HMD de manera ilimitada y en horarios flexibles. El objetivo era ofrecer una oportunidad para familiarizarse con las herramientas del software en un entorno sin presiones externas ni restricciones de tiempo, similar a la forma en que los pilotos de avión practican en simuladores de vuelo. A diferencia de las sesiones colaborativas de revisión de diseño del proyecto, este entrenamiento se realizaba de manera individual, enfocándose en el dominio personal de la tecnología.

Desde el punto de vista organizativo, se notificó a los participantes sobre la hora de inicio de la sesión 02. Sin embargo, la duración de esta no se definió claramente de antemano, debido a la incertidumbre sobre el tiempo que requeriría esta primera experiencia de revisión de diseño en un entorno inmersivo. Aunque algunos participantes ya habían asistido a la sesión 01, dicha sesión no se había centrado en una revisión detallada del diseño, lo que añadía un elemento de imprevisibilidad al tiempo necesario para la sesión 02.

Esta sesión enfrentó desafíos en términos de asistencia, ya que no contó con la presencia completa del equipo, en particular faltaron los profesionales de ingeniería estructural y

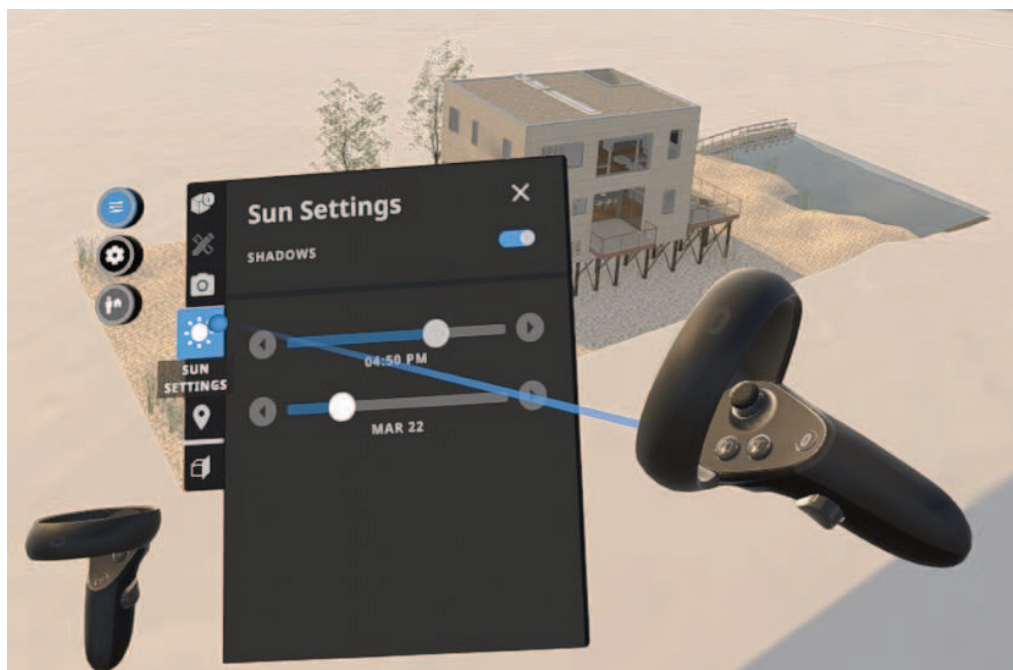


Figura 3.15. Modelo Prospect, casa en la playa. Fuente <https://help.irisvr.com/hc/en-us/articles/360001221927>

eléctrica. A pesar de que la sesión comenzó puntualmente con la participación acordada, la dinámica de la sesión experimentó fluctuaciones en la asistencia de los participantes. Inicialmente, el equipo estaba compuesto por siete integrantes, de los cuales seis estaban equipados con dispositivos HMD para la experiencia de realidad virtual y un integrante participaba mediante la versión de escritorio de Prospect (ver Figura 3.16). Es relevante mencionar que este último no formaba parte del equipo de diseño, sino que pertenecía a la dirección del equipo de investigación del proyecto y no disponía de un dispositivo HMD.

A lo largo de la sesión, varios participantes se retiraron por razones no especificadas, resultando en que solo tres de los siete integrantes originales permanecieran hasta la conclusión de la sesión. Esta reducción en la asistencia destacó desafíos en la retención y el compromiso de los participantes durante la sesión virtual extendida.

Sesión 03 La sesión 03 se llevó a cabo en enero de 2022, exactamente un año después de la sesión 02. El propósito principal de esta sesión era realizar una revisión de diseño comprensiva que involucrara, como mínimo, a un representante de cada disciplina del proyecto. Esta revisión adquirió especial relevancia por realizarse justo antes de la etapa de licitación para la construcción, lo que subrayaba la importancia de una revisión de diseño final coordinada con todo el equipo de proyecto.

Antes de la sesión 03, se procedió a la actualización de los modelos BIM con la última entrega de documentación técnica de cada equipo de diseño. Estos modelos actualizados fueron integrados al modelo federado, que se utilizó como base para la sesión. Los modelos presentaban un alto nivel de detalle (NDI-4, según el estándar BIM chileno), incluyendo tanto información geométrica como no geométrica, reflejando la fase avanzada del proyecto.

Una novedad en esta sesión fue la incorporación de los modelos BIM de electricidad,

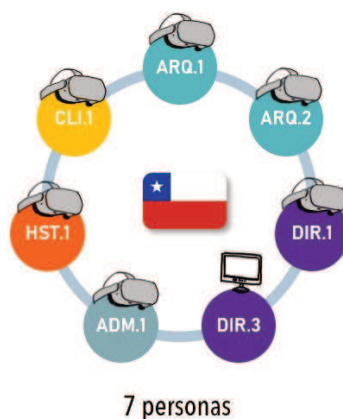


Figura 3.16. Dispositivos de conexión. Sesión 02

obras civiles complementarias y, particularmente, de logística de la construcción, que no habían sido considerados en sesiones anteriores. La inclusión del modelo de logística de construcción respondía a la proximidad de la fase de construcción, considerando relevante discutir aspectos de programación y logística constructiva, tales como la ubicación del obrador o instalación de faena, sistemas de andamios, zonas de descarga de materiales, y ubicación de grúas de montaje. Estos modelos, orientados a facilitar decisiones informadas sobre la ejecución del proyecto, se enmarcan dentro de la fase de Diseño y Construcción Virtual (VDC).

Con el fin de evaluar los hallazgos y protocolos derivados de las sesiones anteriores y las actividades complementarias, se implementaron medidas organizativas notificadas a los participantes con antelación. Estas comunicaciones definieron el objetivo de la sesión, su desarrollo, y establecieron la hora de inicio y finalización, asegurando un marco claro y organizado para la colaboración. Desde el punto de vista organizativo se realizaron una serie de recomendaciones a los participantes, las cuales se detallan a continuación;

En relación a las configuraciones previas:

- Cargar el dispositivo HMD la noche previa a la sesión, la batería con la carga completa de este dura aproximadamente una hora y media en una sesión normal.
- Tener dos pilas doble A de reserva para los controladores Touch del Oculus debido a que pueden llegar a quedarse sin carga en medio de la sesión.
- Verificar las actualizaciones de los software de Oculus y de Prospect a fin de evitar complicaciones y retrasos al comienzo de la sesión.
- Configurar el espacio guardián del Oculus en una área no menor a 3 m² y libre de objetos para evitar cualquier colisión durante la experiencia inmersiva. En dicha configuración tener presente definir bien el nivel de piso por medio de los controladores Touch a fin de mantener la correcta relación de escala con los objetos en el espacio inmersivo.
- Considerar un espacio que no haya ruidos de fondo, debido a que los micrófonos del Oculus captan el sonido ambiente y afectan la audición.
- Realizar una prueba rápida antes de la sesión con el modelo de ejemplo incluido en Prospect (casa en la playa) para asegurarse de que todo esté funcionando correctamente.
- Una hora previa a la sesión, se estará enviando el código de acceso para poder ingresar en la parte de Guest en el Prospect. Este código es esencial para ingresar correctamente a la sesión.
- El sistema para poner el nombre con el cual se ingresa es, su nombre anteponiéndole la disciplina a la que pertenece. Por ejemplo, ARQ-Carlos.



Figura 3.17. Dispositivos de conexión. Sesión 03

En relación al desarrollo de la sesión:

- Utilizar el comando "GO TO" del Prospect en el caso de que quieran desplazarse hacia donde está algún participante.
- En el inicio de la sesión se va a comenzar revisando el modelo BIM en modo maqueta, por lo cual se recomienda evitar mover este sin avisar previamente que lo va a hacer, esto con el fin de evitar posibles mareos a los demás participantes.
- Reportar cualquier malestar o fatiga mental durante la sesión.

La sesión 03 contó con un total de ocho participantes, asegurando la representación de cada una de las disciplinas involucradas en el proyecto. La distribución geográfica de los participantes abarcó dos países: la mayoría se encontraba en Chile, mientras que el anfitrión de la sesión participaba desde Bélgica (ver Figura 3.17).

En Chile, tres de los participantes se unieron desde sus respectivas oficinas, mientras que los demás se reunieron en la sala de posgrado de la Escuela de Ingeniería en Construcción de la Universidad del Bío-Bío. Este espacio, seleccionado por sus amplias dimensiones, facilitó el movimiento cómodo de los participantes. Aunque inicialmente se esperaba que solo dos participantes estuvieran en este lugar, cambios de última hora permitieron la incorporación de dos personas adicionales.

Por primera vez en la serie de sesiones, todos los participantes utilizaron dispositivos HMD, conectándose a través de la plataforma Prospect. Este hito marcó un avance significativo en la integración de la tecnología de realidad virtual en el proceso de revisión.

La sesión también introdujo la figura del asistente de sala, encargado de configurar los dispositivos, asegurar la conexión a internet y brindar asistencia técnica a los participantes presentes en la sala de posgrado. Esta incorporación representó una novedad en



Figura 3.18. Sesiones complementarias al proyecto Future Eduspace.

la metodología de las sesiones, posibilitada por la relajación de las restricciones a las reuniones presenciales que habían limitado las sesiones anteriores.

Dentro del grupo de ocho participantes, tres experimentaban por primera vez el uso de un dispositivo HMD. Entre ellos, dos nunca habían participado en una sesión de revisión de diseño mediante realidad virtual, incluyendo al ingeniero civil y a la ingeniera eléctrica. La sesión dio inicio puntualmente con seis participantes, y los dos restantes se incorporaron a mitad de la misma. El anfitrión comenzó con una introducción general y una explicación sobre el uso de herramientas esenciales para navegar eficazmente en el modelo BIM, dirigida especialmente a aquellos nuevos en este tipo de sesión. Tras esta orientación inicial, se procedió a abordar los temas específicos relacionados con el diseño.

Sesiones complementarias

Estas fueron realizadas con personas externas al equipo de diseño, con el objetivo de obtener una perspectiva adicional al equipo que participaba en las sesiones de revisión del Future EduSpace. Estas se llevaron a cabo en fines del 2021 tal como se indica en la siguiente figura Figura 3.18

Dichas sesiones también tenían la función de laboratorio, en donde se ponían en práctica y posteriormente se analizaban, aspectos del protocolo que posteriormente se implementarían en las sesiones de revisión con el equipo de diseño.

Las sesiones de revisión de diseño complementarias se dividieron en tres grupos que se detallan a continuación.

Grupo Expocorma

La sesión complementaria de Expocorma se realizó en la primera semana de noviembre de 2021, en el contexto de la reconocida feria de construcción industrializada en madera,

Expocorma-Chile, que se celebra anualmente. Durante este evento, se extendió una invitación al equipo de Future EduSpace para exponer su innovador proyecto, caracterizado por un significativo uso de CLT, en uno de los stands de la feria.

El stand estaba equipado no solo con la documentación técnica esencial del proyecto, como planos e infografías, sino también con dispositivos HMD de Oculus, configurados específicamente para esta ocasión. El objetivo era brindar a los visitantes del stand la oportunidad de sumergirse en el proyecto de una manera única e interactiva.

Para enriquecer la experiencia inmersiva, se ideó un enfoque donde un anfitrión, actuando desde dentro del espacio virtual, guiaba a los visitantes a través del proyecto. Este anfitrión, comparado con un agente inmobiliario virtual, no estaba presente físicamente en el stand, sino que participaba de manera remota desde Bélgica, lo que añadía una dimensión innovadora a la presentación.

La sesión puso a prueba varios aspectos clave:

1. Soporte Logístico en el Stand:

Se introdujo la figura de un asistente de soporte logístico en el lugar, cuya función era brindar asistencia técnica y resolver dudas de los visitantes. Esta medida se tomó considerando la diversidad de los visitantes del stand y la limitación de tiempo para inducciones detalladas. El asistente colaboraba estrechamente con el anfitrión remoto para facilitar la experiencia inmersiva.

2. Guion de Recorrido Predefinido:

Se diseñó un plan de recorrido basado en un guion o script meticulosamente definido, que debía completarse en un máximo de 15 minutos para evitar retrasos para los siguientes grupos de participantes. El recorrido comenzaba con una visión general del proyecto en modo maqueta, proporcionada por la función de Prospect, seguido por una exploración detallada de las diversas disciplinas involucradas en el proyecto, similar al proceso de encender y apagar capas en software de diseño como AutoCAD.

3. Exploración Peatonal y Uso del Comando "Go To":

La sesión continuaba con una exploración del proyecto a escala peatonal 1:1, donde los participantes seguían al anfitrión en un recorrido guiado. Dada la ausencia de una inducción previa en el uso de las herramientas de navegación, se recurrió al comando "Go To" de Prospect, que permitía a los participantes trasladarse instantáneamente hacia la ubicación del anfitrión, asegurando así que el recorrido se adhiriera al guion establecido y se mantuviera dentro del tiempo asignado.

Grupo UBB 01

En diciembre de 2021, se llevaron a cabo sesiones complementarias especialmente diseñadas para los estudiantes de Arquitectura e Ingeniería en Construcción de la Universidad

del Bío-Bío, Chile. Estas sesiones se organizaron en la sala de posgrado de la universidad, un espacio elegido por su adecuación a las necesidades técnicas y de espacio para el evento.

1. Primera Parte: Revisión de Diseño en Solitario

La inicial etapa de la sesión se centró en una revisión de diseño individual, emulando el proceso seguido por el equipo de Future EduSpace, pero sin el componente colaborativo característico de este último. Los estudiantes accedieron al modelo federado del proyecto a través de un enlace hacia Autodesk Viewer. Esta plataforma en la nube permitía visualizar el modelo detallado y multidisciplinario del proyecto sin requerir la descarga de software adicional, facilitando el acceso desde cualquier computadora. Para preparar a los estudiantes para esta tarea, se creó un video tutorial basado en Autodesk Revit, que se compartió mediante un enlace de YouTube. Este recurso pretendía equiparar los conocimientos previos de los participantes sobre la plataforma, ofreciendo una guía sobre cómo navegar y manipular el modelo de manera efectiva. Las instrucciones para los estudiantes eran claras: comenzar explorando las herramientas del software Autodesk Viewer, para luego sumergirse en el análisis detallado del proyecto. Se les animó a experimentar con una navegación estilo peatonal, similar a la de un videojuego en primera persona, y a investigar aspectos técnicos como materiales, mediciones y disposición del mobiliario. El objetivo era que actuaran como revisores activos, examinando tanto la información geométrica como la no geométrica del proyecto. Al final de esta fase, se pidió a los estudiantes que completaran una encuesta para recoger sus opiniones y experiencias.

1. Segunda Parte: Colaboración en Realidad Virtual.

La segunda parte de la sesión introdujo un elemento colaborativo a través del uso de dispositivos HMD y el software Prospect. En esta etapa, los estudiantes formaron equipos para realizar una revisión de diseño inmersiva y colaborativa. Aunque todos los participantes provenían de la disciplina de arquitectura, se les asignaron roles específicos dentro de un escenario de revisión simulado, fomentando así una dinámica de equipo multidisciplinaria. Se formaron cuatro equipos, cada uno con tres estudiantes asumiendo roles distintos y un host que facilitaba la sesión desde Bélgica, sumando un total de 16 estudiantes involucrados. La disposición física de los participantes se planeó para incentivar las interacciones dentro del entorno virtual: dos en la sala principal y uno en una sala secundaria. Aunque el objetivo era separar físicamente a todos los participantes para evitar la comunicación directa, las limitaciones logísticas impidieron conseguir una tercera sala. La infraestructura wifi de la universidad se utilizó para conectar los dispositivos HMD. La sesión adoptó varios protocolos exitosos de la sesión en Expocorma, como el soporte del asistente técnico presencial, un guion estructurado de actividades y tiempos

controlados para cada segmento. El host, operando remotamente, inició la sesión con una breve bienvenida e instrucciones sobre el desarrollo de las actividades. La exploración comenzó con una familiarización con las herramientas de Prospect y Oculus, poniendo especial énfasis en la función "Go To" para el movimiento dentro del modelo. Luego, los equipos procedieron a recorrer el proyecto, siguiendo un guion preestablecido que incluía tareas adicionales asignadas por el host, como la identificación de inconsistencias y la búsqueda de soluciones. La sesión se planteó de manera lúdica, con misiones que los participantes debían completar, buscando crear una atmósfera amena y participativa, lejos de la rigidez de las revisiones de diseño convencionales.

Grupo UBB 02 .

Realizada una semana después que la anterior pero con la diferencia es que esta se introdujeron algunas modificaciones con respecto a la anterior. Lo primero es que participó un grupo mas reducido de estudiantes, se conformaron solo dos grupos que estaban compuestos por tres estudiantes cada uno mas el host. La segunda modificaciones, fue la incorporación de la mirada interdisciplinar, ya que en la primera solo eran con estudiantes de arquitectura y en esta se incorporó a unos de la escuela de ingeniería en construcción de la UBB, con una mirada mas desde la perspectiva del constructor. Y por último se introdujo una revisión sobre trabajos prácticos que habían realizado algunos los estudiantes de la asignatura de BIM y visualización 3D.

Todas estas sesiones fueron analizadas por medio de registros audiovisuales, de las cuales se estudiaban aspectos tales como, el comportamiento del usuario, la interacción entre los revisores, la manera en que respondían a los ejercicios solicitados, y demás aspectos del protocolo que se testeaban.

3.3.2. Encuestas

Se realizaron dos versiones de encuestas, en la cual hubo una primera que se aplicó a un grupo de estudiantes de la escuela de arquitectura e ingeniería en construcción de la UBB a modo de prueba y otra en versión final que se realizó con una parte del equipo de diseño del Future Eduspace al finalizar la tercer sesión de revisión. Dicha encuesta incluía preguntas cerradas y abiertas. Para poder comparar los resultados se midió la actitud de los encuestados a través de la escala de Likert.

La encuesta indagaba acerca de la experiencia de los participantes en la revisión de proyectos bajo la metodología BIM, así como en el uso de la realidad virtual como herramienta para la revisión de diseño. Se les preguntó sobre las diferencias que encontraban entre el proceso de revisión de los proyectos con realidad virtual y las que se dan a través de plataformas de videoconferencias tipo Zoom.

Los participantes compartieron su nivel de dificultad al utilizar la realidad virtual para la revisión colaborativa, así como el aporte que esta metodología les brindaba en la

comprensión del proyecto en su totalidad, más allá de su propia especialidad. Se exploró la utilidad del entorno inmersivo de realidad virtual para discutir y resolver problemas de interferencia entre distintas disciplinas.

También se les solicitó a los participantes que expresaran su acuerdo o desacuerdo con afirmaciones relacionadas con la necesidad de un anfitrión o guía en el entorno inmersivo, así como la importancia de modelos BIM detallados. Asimismo, se les pidió que compararan la revisión colaborativa con realidad virtual con la revisión del modelo BIM a través de una reunión en línea, en términos de facilitar la identificación de inconsistencias, lograr consensos, reducir el tiempo de reunión, obtener mayor feedback y anticipar decisiones.

La encuesta también exploró la fase del ciclo de vida del proyecto más conveniente para implementar la revisión colaborativa con realidad virtual, así como la duración ideal de estas sesiones. Los participantes compartieron sus opiniones sobre las limitaciones y fortalezas de la revisión colaborativa con realidad virtual en comparación con la revisión del modelo BIM a través de una reunión en línea.

Finalmente, se les preguntó sobre la probabilidad de implementar la revisión colaborativa con realidad virtual en futuros proyectos, así como su interés en hacerlo. También se les brindó un espacio para comentarios, sugerencias o complementar sus respuestas.

A continuación, se detallan los dos tipo de encuestas.

Estudiantes UBB .

1. Caracterización del participante:

- Género, edad, carrera que estaba cursando, y el semestre en el que se encontraba.
- Grado de experiencia en relación a la revisión de proyectos usando metodología BIM.
- Grado de experiencia con los videos juegos en primera persona

2. Evaluación de las herramientas de revisión:

- Grado de dificultad en el uso.
- Tiempo de aprendizaje.
- Grado de dificultad en el recorrido y navegación en el modelo.

3. Aspectos de diseño en relación con el proyecto:

- Identificación de inconsistencias o interferencias entre distintas disciplinas en el proyecto.
- Percepción de escala en el interior del proyecto y preguntas sobre la operatividad de los objetos tales como el mobiliario.
- Requerimiento de información sobre áreas y superficies.

Equipo Future EduSpace .

1. Caracterización del participante:

- Género, edad, profesión y años de experiencia profesional.
- Disciplina de la que hacía parte en el equipo de diseño.
- Grado de experiencia en la revisión de proyectos bajo metodología BIM.
- Grado de experiencia con el uso de realidad virtual en la revisión de proyectos.

2. Evaluación sobre las herramientas de realidad virtual:

- Diferencias entre el proceso de revisión convencional con BIM y el de las sesiones con realidad virtual.
- Dificultad en la revisión con realidad virtual
- Niveles de comprensión del proyecto usando la realidad virtual
- Evaluación de las sesiones de revisión de diseño con realidad virtual la discusión de interferencias entre distintas disciplinas.
- Grados de acuerdo o desacuerdo en relación a si debía haber un host que conduzca las sesiones y sobre en nivel de detalle que deben tener los modelos BIM.
- Grados de acuerdos o desacuerdo en relación a las diferencias entre las sesiones por plataformas tipo zoom versus las inmersivas con realidad virtual. Facilidad para identificar inconsistencias, consensos y toma de decisiones, tiempos de reunión, generación de feedback, anticipación de decisiones que se tomarían en obra.
- Sobre la implementación de la sesiones de revisión con realidad virtual y la fase del proyecto.
- Sobre el tiempo de desarrollo de la sesión.
- Limitaciones y fortalezas percibidas.
- Sobre las probabilidades de implantación de esta metodología de revisión en sus próximos proyectos.
- Sugerencias que el participante quisiera agregar.

3.3.3. Entrevistas

Las entrevistas realizadas a una parte del equipo de diseño tuvo como objetivo comprender la perspectiva de estos en relación al tema de este trabajo. Las preguntas realizadas estuvieron centradas en diversos aspectos relevantes. Se indago sobre los antecedentes profesionales de los entrevistados a fin de comprender su experiencia previa en relación a la metodología de trabajo durante el proceso de diseño, los desafíos afrontados en la

colaboración multidisciplinar, su relación con la obra, y las modificaciones que se les hacen a los diseños durante el desarrollo de esta.

Se abordó la experiencia de los entrevistados en el uso de la realidad virtual como herramienta de revisión de proyectos. Esto incluyó aspectos como la familiaridad con la tecnología, la facilidad de uso y los beneficios percibidos al utilizar la realidad virtual en comparación con otros métodos de revisión.

Se compararon las sesiones de revisión de proyectos con realidad virtual con las realizadas a través de plataformas de videoconferencia en línea como las de Zoom, analizando las diferencias y ventajas de cada enfoque en términos de comunicación, colaboración y comprensión del proyecto. Por otro lado se examinó el tema de la atención de los participante en estas dos plataformas, evaluando eficiencia y efectividad en las mismas.

Las sesiones de revisión de diseño efectuadas sobre el caso del Future Eduspace fueron examinadas en detalle. Se analizaron los aspectos positivos y negativos, los desafíos encontrados y las lecciones aprendidas durante estas sesiones. La logística instrumental previa a las sesiones fue abordada, considerando la preparación de los modelos BIM, la configuración de los dispositivos HMD y otros aspectos logísticos relevantes para llevar a cabo estas sesiones de manera efectiva.

Se exploró la capacidad de movimiento y percepción del proyecto por parte del usuario en el espacio inmersivo de la realidad virtual, examinando cómo esta característica afectaba la comprensión y evaluación de los diseños por parte del equipo de diseño.

En relación al tema del tiempo de duración de las sesiones, se examinaron los factores que influyen en estas, como el tamaño y la complejidad del proyecto, la cantidad de participantes y la profundidad de la revisión. También se exploraron las estrategias utilizadas para optimizar el tiempo y maximizar la eficiencia de las sesiones de revisión.

Otro tema abordado durante la entrevista tuvo que ver con la implementación de las sesiones de revisión de diseño con realidad virtual en las diferentes fases del proyecto en donde se analizaron cuales eran las etapas mas convenientes para implementarlas y como se integraban en el flujo de trabajo general del proyecto.

Por último se abordó el tema de los roles y responsabilidades de los participantes durante estas sesiones, particularmente fueron consultados sobre si las sesiones debían ser conducidas por un anfitrión (Host) y con un objetivo definido o por el contrario debían ser mas espontaneas y sin una conducción definida.

3.4. Análisis de datos

En este trabajo de naturaleza exploratoria, el análisis de datos se ha centrado en la extracción y aplicación iterativa de información a partir de cada sesión, con el objetivo de refinar continuamente el protocolo de implementación de RV en las sesiones de revisión de diseño. Este enfoque dinámico ha permitido adaptar y enriquecer la metodología a medida que avanzaba la investigación.

Procesamiento y Transcripción de las Sesiones

Inicialmente, todas las sesiones de revisión fueron grabadas y posteriormente se procesaron y transcribieron utilizando software especializado (<https://www.happyscribe.com/>). Este paso crítico facilitó la identificación detallada de los elementos clave para ser incorporados en el protocolo, en respuesta a las barreras y desafíos emergentes.

Análisis Cualitativo

El análisis cualitativo se efectuó utilizando NVivo 20.5, permitiendo una evaluación profunda tanto de las sesiones como de las respuestas a las encuestas y las entrevistas. Este análisis se dividió en dos fases principales:

1. Evaluación de Interacciones en Sesiones:

Se analizaron detalladamente las interacciones durante las sesiones, poniendo especial atención en la participación y colaboración de los participantes, así como en la toma de decisiones y el manejo de desafíos. Este análisis permitió comprender la dinámica de trabajo y la efectividad de la comunicación entre los participantes.

2. Análisis de Respuestas Abiertas de Encuestas:

Utilizando técnicas como las nubes de palabras, se examinaron las respuestas abiertas para identificar los temas predominantes. Este enfoque ayudó a detectar las áreas de interés y preocupación entre los participantes, refinando así el enfoque del estudio.

Categorías para el Análisis:

Se establecieron categorías específicas para organizar el análisis, centradas en:

- **Aspectos Instrumentales:** Centrados en las herramientas y técnicas utilizadas, lo que refleja la eficacia de los recursos empleados en las sesiones.
- **Aspectos Sociales:** Enfocados en la dinámica de grupo, examinando cómo la interacción y colaboración influyen en el desarrollo del proyecto.
- **Aspectos de Diseño:** Relacionados con las decisiones de diseño, ideas y retos surgidos durante las sesiones, subrayando la creatividad y solución de problemas.
- **Aspectos Organizativos:** Concernientes a la estructura, planificación y gestión tanto de las sesiones como del proyecto en su conjunto, indicando la eficiencia organizativa.

Estas categorías proporcionaron una estructura para una evaluación integral, abordando tanto los procesos grupales como los resultados del proyecto.

Denominación y Roles de los Participantes

La identificación de los participantes se alineó con las denominaciones utilizadas para los modelos BIM de las distintas especialidades, facilitando así la correlación entre el código asignado a cada participante y su actividad específica dentro del proyecto. Los códigos y roles asignados fueron los siguientes:

- **HST-01:** Anfitrión y coordinador BIM.
- **ARC-01, 02, 03:** Miembros del equipo de arquitectura.
- **DIR-01, 02, 03:** Equipo de la dirección general del proyecto.
- **ADM-01:** Administración del proyecto.
- **MEC-01:** Consultor de la disciplina de climatización.
- **STR-01:** Especialista en estructuras y cálculo.
- **ELE-01:** Especialista en electricidad.

Esta metodología permitió un análisis detallado y estructurado de las interacciones y contribuciones de cada participante, enmarcadas dentro de las categorías de análisis predefinidas, facilitando la identificación de patrones, problemas y oportunidades dentro del entorno colaborativo del proyecto.

Identificación de Potencialidades y Desafíos

Se prestó especial atención a las dinámicas de las sesiones, examinando la interacción entre los participantes, los consensos alcanzados, así como las dificultades técnicas y los inconvenientes relacionados con la realidad virtual (RV). Este análisis cualitativo permitió una comprensión profunda de las potencialidades y limitaciones del entorno de RV, informando ajustes iterativos al protocolo de investigación.

Además, se realizó una comparación entre las experiencias de sesiones inmersivas y no inmersivas a través del análisis descriptivo de las respuestas cerradas de las encuestas, utilizando la escala Likert para medir las actitudes de los participantes. Este análisis proporcionó una perspectiva valiosa sobre la eficacia y la recepción de los entornos inmersivos en comparación con los métodos convencionales.

Conclusiones y Ajustes al Protocolo

Con la información recopilada y analizada, se formuló una propuesta revisada para el protocolo de estudio, incorporando los hallazgos clave para abordar de manera efectiva los desafíos identificados y optimizar la metodología de investigación.

Capítulo 4

Resultados

Este capítulo describe los resultados obtenidos según los diferentes instrumentos de la recolección de datos y expone los hallazgos para responder a los objetivos del trabajo. Se estructura de la siguiente manera:

1. **Sesiones de revisión:** En primer lugar, se detallan cronológicamente las sesiones de revisión, incluyendo tanto las sesiones realizadas con el equipo Future Eduspace como las sesiones complementarias. De esta manera, esta sección resalta la identificación, evolución y mejora de las estrategias que se han integrado en el protocolo.
2. **Encuestas:** A continuación, se analizan las respuestas a las encuestas, contrastando el método convencional de revisión de diseño con el que integra la realidad virtual.
3. **Entrevistas:** En tercer lugar, se presentan los hallazgos de las entrevistas realizadas para profundizar en las diferentes perspectivas y apreciaciones de los participantes sobre la implementación de la realidad virtual en la revisión de proyectos.
4. **Potencialidades y Desafíos:** A partir de los hallazgos obtenidos en las sesiones de revisión, encuestas y entrevistas, esta parte sintetiza y discute las oportunidades y los desafíos de la revisión colaborativa multidisciplinar usando realidad virtual.
5. **Protocolo:** Finalmente, basándose en los hallazgos y análisis previos, se propone un protocolo que condensa las lecciones aprendidas, las mejores prácticas identificadas y estrategias para superar los desafíos enfrentados.

4.1. Sesiones de revisión de diseño

Para facilitar el seguimiento de la evolución del protocolo y su enriquecimiento iterativo, las sesiones se presentan de manera cronológica. En cada una, se especifican los aspectos identificados y cómo estos contribuyeron al desarrollo del protocolo. Este enfoque permite evidenciar cómo las mejoras incorporadas fueron evaluadas en sesiones subsiguientes.

Para las sesiones con el equipo de Future EduSpace (Sesiones 1, 2 y 3), se presenta primero el análisis cualitativo de las interacciones entre los participantes, enfocándose en aspectos instrumentales, sociales, de diseño y organizativos. De manera similar, en estas y en las sesiones complementarias (Expocorma y UBB), se exponen las barreras y potencialidades identificadas, de las cuales, finalmente, se extraen los hallazgos clave para la optimización del protocolo.

4.1.1. Sesión 01 (S01)

De acuerdo al análisis efectuado, se observa que al momento de la primer sesión la mayor parte del equipo no había tenido ningún tipo de experiencia previa en la revisión de proyectos con realidad virtual tal como indica Figura 4.1. En dicho análisis se evidencia que a parte del host, hay una tendencia hacia la poca y ninguna experiencia con este tipo de revisión.

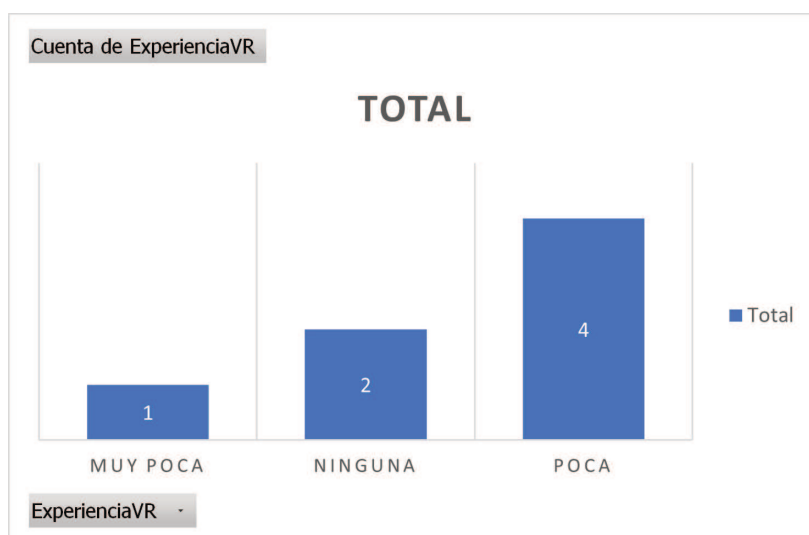


Figura 4.1. Experiencia previa con Realidad virtual

Análisis de interacciones y categorías de la S01

En relación a las las interacciones que los participantes habían tenido en esta primer sesión (ver Figura 4.2), se pudo apreciar que la mayor parte de estas tenían una participación de HST-01.

Esto se debía a que este participante era quien presentaba mayor grado de experiencia en la revisión de diseño con este tipo de tecnologías y por otro lado estaba su rol como coordinador BIM del proyecto. A raíz de esto y en su doble rol, funcionaba como un facilitador para aquellos participantes que no contaban con dicha experiencia a fin de que pudieran adquirir las destrezas mínimas y necesarias para explorar el proyecto.

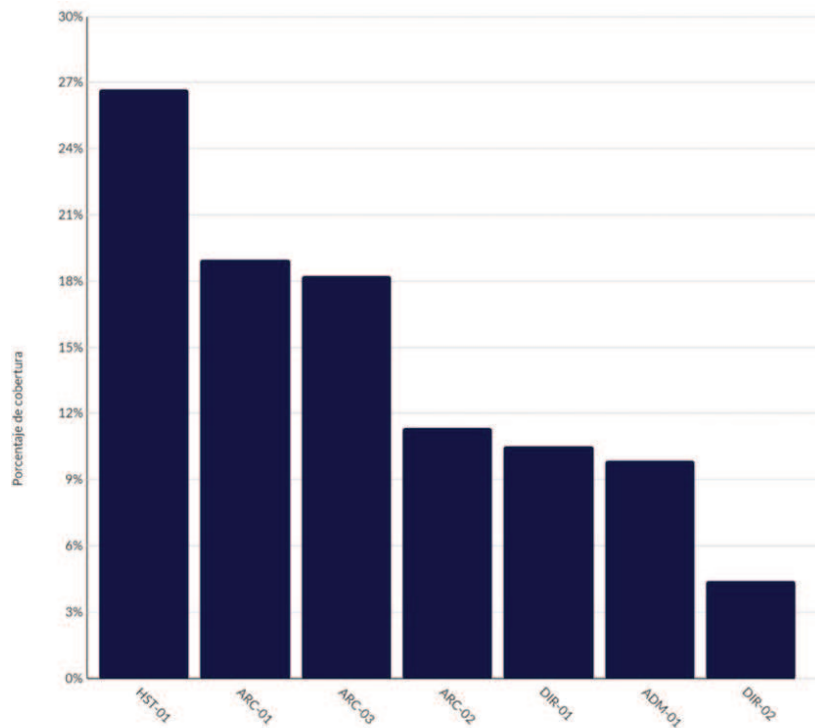


Figura 4.2. Interacción de participantes durante la sesión

Por el contrario, en el otro extremo del gráfico se puede apreciar la baja participación de DIR-02, esto se debió a que este participante ingresó más tarde a la sesión, por lo cual estuvo menos tiempo. En adicción a esto y no menos importante, cabe mencionar que la plataforma desde la cual se conectaba era la de Zoom por lo cual no estaba en las mismas condiciones que los demás participantes.

En la Figura 4.3 dentro de las diferentes categorías de interacciones se pudo identificar cuales tuvieron mayor gravitación entre los participantes en esa primer sesión.

Se observa que hay una preeminencia de los aspectos instrumentales por sobre las otras categorías, tales como las de diseño, sociales y organizativas. Esto se debió a dos cosas, la primera esta en relación con la escasa experiencia que tenían muchos de los participantes, tanto con los dispositivos HMD como con el uso del software y por eso surgían muchas dudas sobre el uso de las herramientas. La segunda tuvo que ver con que el objetivo de la sesión no era una revisión de diseño de manera explícita sino mas bien poder explorar el ambiente virtual del proyecto y conocer las herramientas a tal fin.

Ya en un desglose mas fino sobre los aspectos instrumentales (ver Figura 4.4), se pudo identificar que la mayor parte de las interacciones estuvieron en relación con el desplazamiento del usuario en el espacio virtual. Por otro lado esto no excluía a problemas de movimiento que podían experimentar algunos participantes que tenían su dispositivo HMD y la relación con el área de desplazamiento que habían configurado en su hogar.

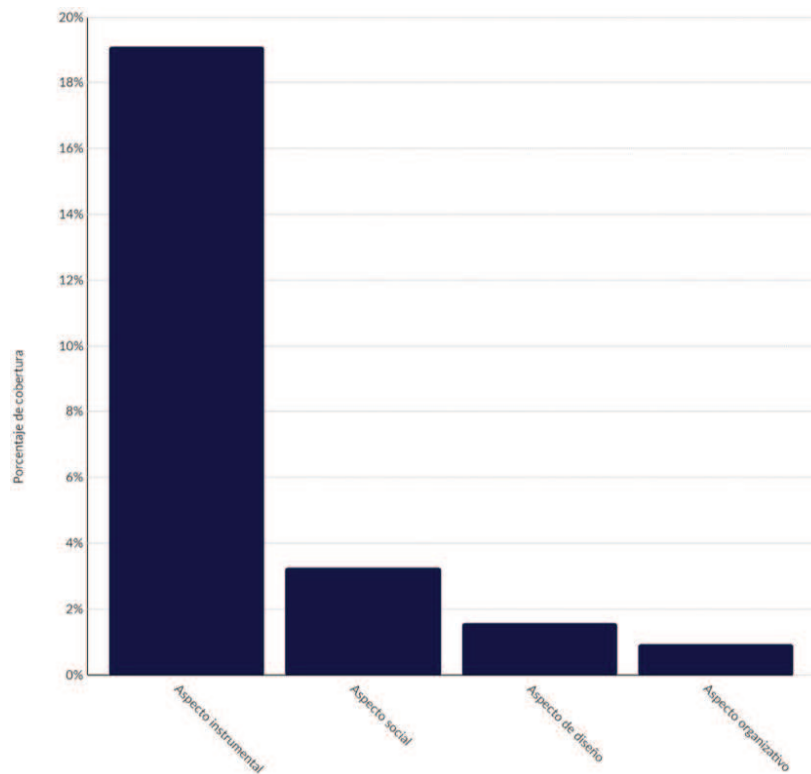


Figura 4.3. Categorías de interacción. Sesión 01

El usuario experimentaba dos situaciones de desplazamiento en paralelo, por un lado la que sucedía en el espacio virtual en torno al modelo BIM del proyecto y por otro la propia de su espacio físico.

Esta situación puede resultar ser un poco compleja para aquellos usuarios que no tienen experiencia con estas tecnologías y en donde están interactuando en dos espacios en simultaneo, el virtual y el físico. Sin olvidar que toda la asistencia técnica que recibían era de manera remota lo cual le sumaba un grado de complejidad.

Una de las consecuencias que genera la realidad virtual al estar presentes en situaciones de altura y sobre un vacío adelante es la del vértigo. Esto se presentó durante la exploración del proyecto a la hora de estar parados arriba de la lucarna del proyecto, que estaba como a unos 5 metros sobre el nivel del piso. HST-01 iba ocultando elementos del proyecto con unas de las herramientas que tenía y al ocultar la cubierta uno de los participantes que en este caso era DIR-01 manifestaba tener vértigo. A modo de divertimento HST-01 les proponía que saltaran desde la lucarna hacia el piso a modo de experimentar la sensación de la caída (ver sesión 01 en anexos).

Barreras y potencialidades

De la primera sesión se identificaron las siguientes barreras:

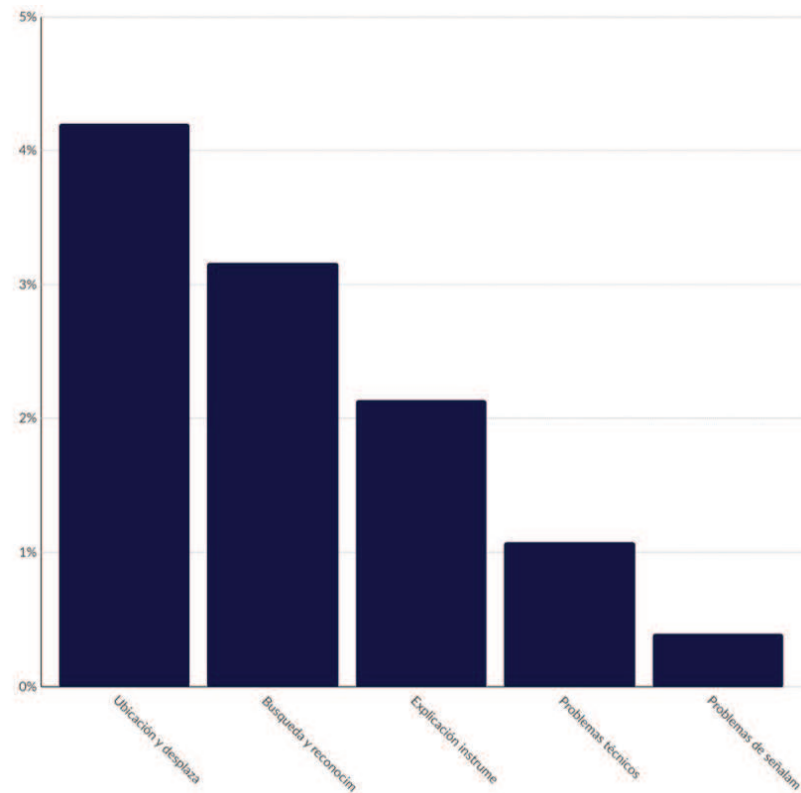


Figura 4.4. Interacción sobre aspectos instrumentales durante la sesión

Caos Desde la perspectiva logística, la sesión fue bastante caótica ya que había superposición de dos plataformas que coexistían y no quedaba del todo claro para la mayoría del equipo cual era la principal sobre todo a nivel auditivo. El problema del sonido fue que las conversaciones que se daban entre las distintas plataformas se invadían unas a otras lo que generaba mucha confusión y dificultad para escucharse. Además de esto no se tenía claro como se debían dar las conversaciones y se daba que a menudo se superponían al hablar al mismo tiempo los participantes.

La atención para el participante que estaba a cargo de la parte logística era doble, por un lado tenía que estar atento a las dudas y consultas que se sucedían en el espacio virtual del Prospect y por otro a las conversaciones a través de la sesión de Zoom.

Sumado a esto, aparecían problemas propios del desconocimiento del uso de nuevas herramientas tanto a nivel logístico como operacionales propio del software.

Un tema que pudo haber contribuido a este caos, era que no existía un rol de Host o anfitrión definido, entendiéndose a este como aquella persona que pueda ir conduciendo la sesión. Si bien el participante que había creado la sesión (HST-01) oficiaba como un facilitador, por su experiencia y por estar a cargo de la coordinación BIM del proyecto, no estaba del todo claro en que consistía una función de host.

Falta de objetivo claro Si bien el objetivo principal de la sesión era en que se pudiese grabar material audiovisual para ser utilizado en un seminario online sobre el proyecto, este objetivo no había sido del todo explicitado con la suficiente contundencia a los participantes, razón por la cual a la hora de comenzar la sesión este objetivo era difuso. Fue algo que se dio de manera más intuitiva. La idea que se había pensado era que un integrante del equipo de arquitectos pudiera ir haciendo una presentación del proyecto a modo de relato mientras se iba haciendo un recorrido peatonal con los demás participantes tal como si fuera una visita a obra. El problema consistió en que no se tenía claro cuanto debía durar este, ni tampoco cual iba a ser el recorrido ni donde debían posicionarse los participantes. Esto llevo a que se consuma bastante tiempo de la sesión tratando de consensuar quien iba a hacer el relato, de qué manera se iba a llevar y explicando a los participantes cómo hacer para posicionarse en el lugar correcto, ya que unos estaban en la puerta de ingreso al edificio, otros estaban en la cubierta y cosas de ese tipo.

Tiempo/duración/fatiga Desde el punto de visto organizativo no fue del todo claro el comienzo y la duración de la sesión, por lo cual sucedía de que no estuvieran todos los participantes al comienzo de esta, sino que iban llegando a medida que esta se desarrollaba y al final solo se quedaron cuatro de un total de siete.

La sesión tuvo una duración de aproximadamente una hora en la cual algunos de los participantes que usaban los dispositivos HMD manifestaron tener algún tipo de fatiga tanto física como mental. Hay que tener en cuenta que si una reunión por Zoom de una hora interactuado con otras personas genera fatiga mental, en el ambiente inmersivo de la realidad virtual esto se incrementa mucho mas.

Problemas de audio/Zoom Un problema que no fue menor y que tuvo particular gravitación en la calidad de la sesión estuvo asociado con los problemas de audio, y esto se debía a varios motivos. El principal error que se cometió fue que al retransmitir la sesión por Zoom, se generaba un eco constante de todo lo que se hablaba y esto afectaba la atención de los participantes teniendo que esforzarse para tratar de entender que era lo que se estaba diciendo. Otro problema debido al desconocimiento se debió que al tener los micrófonos activos en cada uno de los dispositivos tanto los de las PC como de los HMD, se colaban todas las conversaciones y ruidos externos a los propias de la sesión. Un ejemplo de esto se daba cuando uno de los participantes (ARC-02) no había podido llegar al comienzo de la sesión con el software de Prospect descargado por lo cual otro de los participantes (ARC-01) le iba dando indicaciones primero a través de Zoom y luego por llamada de WhatsApp sobre los pasos de como poder descargar e instalar dicho software. El problema se generaba cuando todas estas conversaciones del exterior se empezaban a meter adentro de la sesión por medio del micrófono de este participante (ARC-01). Esto llevaba a que hubiese diferentes capas de conversación que se superponían generando mas confusión y dificultad para poder mantener la atención y

escuchar lo que decían los otros participantes.

Asistencia técnica sincrónica y remota Como los participantes no tenían una experiencia previa en el uso de estas herramientas de revisión de proyectos en ambientes colaborativos e inmersivos y no se había realizado un entrenamiento previo a la sesión, aparecían muchos problemas técnicos y operativos que se debían ir resolviendo al momento de manera sincrónica por parte HST-01. Esto llevó a que la sesión no fluyera como debiera y estuviera interrumpida constantemente por preguntas y dudas sobre como proceder.

Sumado a esto, como se ha mencionado anteriormente en la sesión participaban usuarios conectados desde diferentes plataformas por lo cual surgían preguntas y dudas para las dos plataformas. Eso hacía que HST-01 tuviera que ir respondiendo a cada una de estas y en algún momento se confundían las cosas, lo que se explicaba a los que estaban con HMD lo trataban de hacer los que estaban desde la PC y no encontraban los comandos. Esto llevo a que se consumiera mucho tiempo tratando de entender las instrucciones.

Desorientación espacial En lo relacionado con el desplazamiento en el espacio virtual adentro del proyecto, la mayor cantidad de dificultades estuvieron relacionadas a la desorientación espacial que experimentaban, manifestaciones del tipo;

No sé dónde estoy, como hago para llegar hasta allá, como hago para entrar al edificio, no sé cómo salir, eran de las cosas que más se repetían (ver sesión 01 en anexos).

En esos momentos HST-01 tenía que dar instrucciones precisas tanto para aquellos participantes estaban conectados con dispositivos HMD como con PC, los cuales también tenían dudas de como desplazarse, aunque en menor medida.

Una de las instrucciones más recurrentes que HST-01 daba era en relación sobre cómo utilizar la herramienta Go To (ir a...) que trae el software Prospect en su paleta de comandos y que se muestra en la Figura 4.5. La finalidad de esta herramienta es que al tocarla el usuario puede desplazarse de manera inmediata a donde se encuentra el participante sobre el cual se aplicó el Go To.

Reconocimiento de participantes El reconocimiento entre los participantes por medio de los avatares juega un papel preponderante a la hora de la interacción en una sesión de revisión de proyectos. Primero que nada, se debe aclarar que al ingresar a la sesión el software Prospect solicita que el usuario ponga un nombre al avatar con el cual va a ser reconocido por los demás, después de eso el software le asigna un color automáticamente que el usuario no conoce con es hasta que otro usuario se lo dice. Para el momento de esta primera sesión no estaba claro como esto funcionaba y se gastó tiempo de la sesión en poder identificar quien era cada uno y de qué color era su avatar. Si bien había algunos usuarios que habían ingresado con su nombre de pilas había otros que habían puesto nombre como Future Eduspace. Interacciones del tipo;

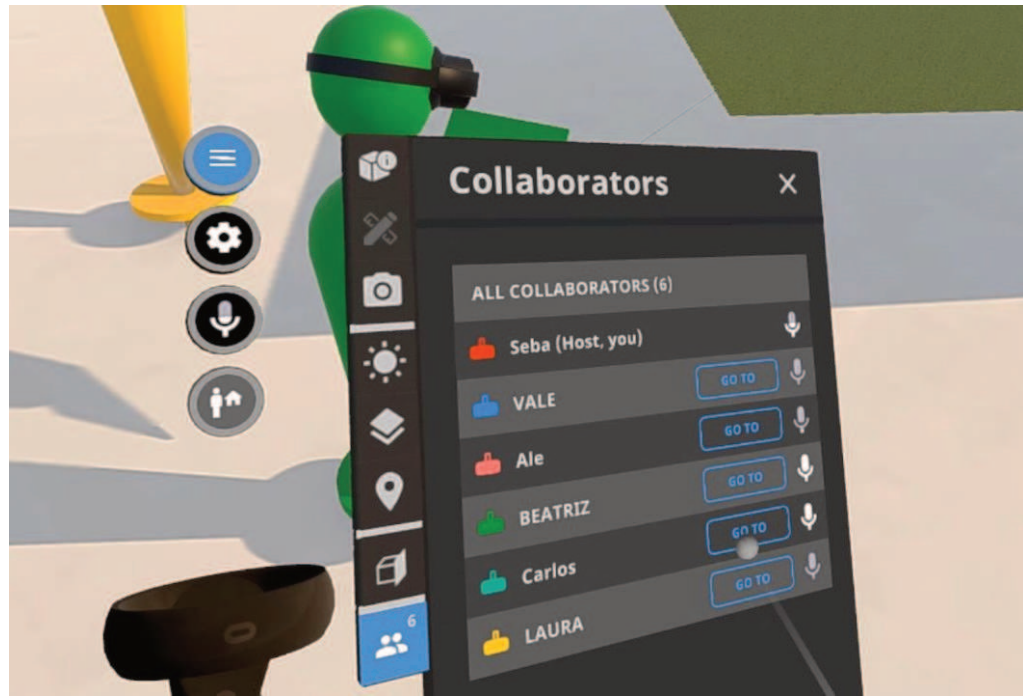


Figura 4.5. Uso del comando Go To en el software Prospect

¿quien está de blanco?, ¿por qué DIR-01 me aparece en gris?, ¿DIR-02 eres tú?, ¿quién está como Future Eduspace? eran frecuentes que se sucedieran en la primera parte de la sesión (ver sesión 01 en anexos).

Falta de coordinación Debido a que el momento de la primer sesión algunos de los participantes no habían podido seguir las instrucciones del video tutorial de las configuraciones previas de los dispositivos HMD repercutió que casi muchos no pudieron conectarse con sus dispositivos. Esto era porque no tenían operativo el software en su HMD o simplemente no habían cargado la batería la noche anterior a la sesión. Debido a esto se optó que dos de los participantes del equipo de arquitectura ARC-01 y ARC-02 participaran conectados con el software Prospect en su versión para PC de escritorio.

Configuración de sistema guardián Los dispositivos HMD como los de Oculus requieren de configuraciones previas que se deben realizar previas al ingreso a la sesión, una de ellas es la que se denomina sistema guardián.

La función que cumple dicho sistema es asegurarle al usuario que pueda vivir una experiencia inmersiva con seguridad sin que se pueda lastimar al chocarse con objetos que no están en su campo de visión. Hay que aclarar que el usuario tiene un dispositivo puesto en la cabeza y que sus ojos están viendo lo que sucede en el espacio virtual. El sistema guardián funciona marcando un área en el piso que se hace con los controladores que trae el Oculus (Touch).

En las últimas versiones del software de Oculus estas ya incorporan, cosa que hace unos años no, dos opciones que uno puede elegir para configurarlo. Una es la que se denomina Stationary y está relacionado con si uno va a estar en un espacio reducido de aproximadamente un área de 1 m² y sea parado o sentado. La otra opción es la que se denomina Roomscale y es para aquellos que disponen de un espacio mas amplio, mínimo 4 m² libre es lo recomendado. Esto permite a los usuarios poder moverse con mas comodidad y tener una experiencia inmersiva mas potente.

Una vez realizada esta configuración y ya con el HMD colocado, la forma en que el sistema le advierte al usuario que este se está por salir del área de seguridad definido por el sistema guardián es por medio de una malla cuadriculada de color tal como se muestra en la Figura 4.6. Al traspasar esta malla la visión del usuario cambia radicalmente, este se sale de inmediato del espacio virtual y pasa a tener una visión de su espacio físico.

Toda esta explicación e instrucciones no se les había dado a los participantes, como así tampoco hubo un relevamiento previo de las características físicas del espacio desde el cual se iban a conectar los participantes. Esto llevo a que uno de los participantes (ARC-03) no hubiese podido configurar el espacio que disponía, el cual era muy reducido acorde una participación sin problemas durante la sesión . Esto repercutió en que en varias oportunidades este se saliera del espacio inmersivo o con problemas para poder desplazarse con los otros participantes.

Hallazgos para el protocolo

Según las barreras identificadas sobre la primera sesión, se revelan lecciones importantes que debían mejorarse para la próxima sesión. Una comunicación clara de los objetivos de



Figura 4.6. Delimitación del espacio guardián. Fuente: <https://arvrtips.com>

la sesión desde el inicio establecería un rumbo más claro para todos los participantes. La presencia de un anfitrión sería crucial para guiar la sesión y asegurar que las actividades se alineen con los objetivos establecidos.

La gestión eficiente del tiempo, con sesiones de duración limitada, ayudaría a mantener el enfoque y la energía de los participantes. Por otro lado, resolver los problemas técnicos, especialmente los relacionados con el audio sería esencial para una comunicación efectiva y sin interrupciones.

Otro aspecto importante para incorporar en futuras sesiones es proporcionar capacitación sobre las herramientas y plataformas a utilizar, lo cual permitiría a los participantes moverse con confianza en el entorno virtual, reduciendo los retrasos y fomentando la colaboración. Mejorar la orientación dentro del espacio virtual, con instrucciones claras y herramientas accesibles como, facilitará una experiencia de usuario más intuitiva.

La identificación clara de los participantes mediante avatares personalizados y una comprensión del sistema de colores mejorará la interacción y el sentido de comunidad. Una verificación técnica previa asegurará que todos los dispositivos y software estén listos para su uso, evitando demoras al inicio de la sesión. Por último, la configuración adecuada del sistema guardián en dispositivos HMD es fundamental para una experiencia segura y sin restricciones, permitiendo a los participantes explorar el entorno virtual con libertad.

4.1.2. Sesión 02 (S02)

Análisis de interacciones y categorías de la S02

En lo que respecta a las categorías de interacción (ver Figura 4.7) de acuerdo al análisis de las iteraciones se pudo observar que los aspectos de diseño del proyecto fueron los de mayor impacto. Esto muestra una correlación con el objetivo que tenía la sesión, el cual era hacer una revisión de diseño y de la coordinación BIM.

A diferencia de la primera sesión, en esta disminuyeron considerablemente las interacciones referidas a los aspectos instrumentales. Esto se debió como se menciona mas arriba, a que algunos participantes ya habían podido explorar las herramientas en la sesión pasada y en el modelo de ejemplo del Prospect (ver Figura 3.15) por lo cual para esta ya tenían un poco mas experiencia.

El único participante que era nuevo en la sesión como se menciono mas arriba, estaba conectado desde la PC con la versión del Prospect, la cual presenta menos dificultades en su uso ya que son herramientas que resultan mas familiares para los usuarios que trabajan en el campo del diseño. Esto facilito mucho que la sesión fluyera, que se disminuyeron los contratiempos en resolver dudas y asistencia técnica en el momento.

Ahora si se analiza en detalle las diferentes categorías de los aspectos de diseño (ver Figura 4.8) se puede apreciar una preminencia del entendimiento compartido por sobre

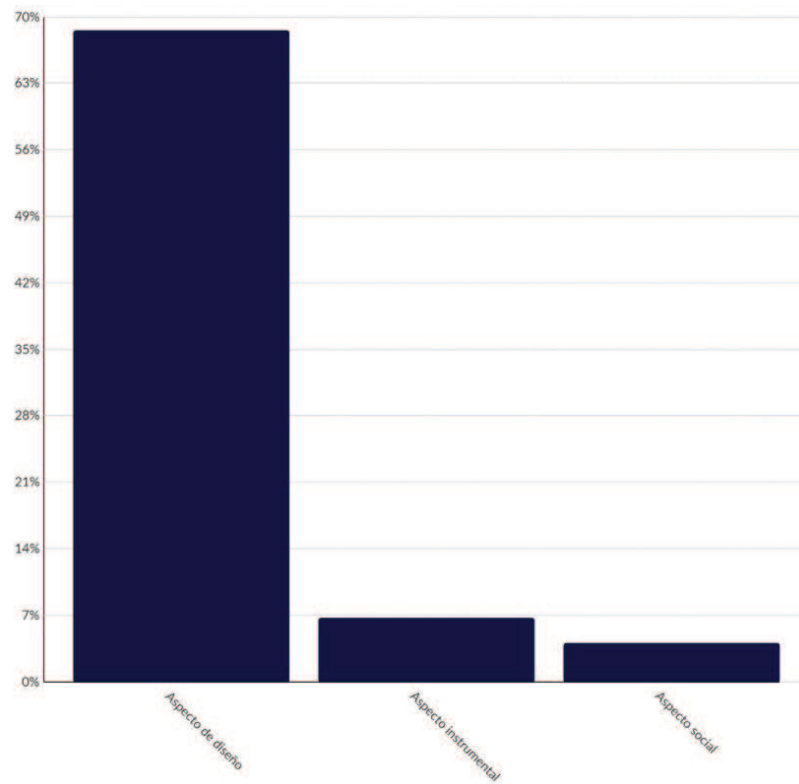


Figura 4.7. Categorías de interacción. Sesión 02

las demás. Esto se debía a que era una instancia en el proyecto de las distintas especialidades habían tenido avances y por consiguiente los profesionales que estaban avocados a las mismas, les explicaban a los demás cual eran los avances y los criterios de diseño que se habían tomado.

En un análisis mas pormenorizado sobre las interacciones de los participantes, se observa un aumento en comparación con la sesión anterior del participante ARC-01 del equipo de arquitectura (ver Figura 4.9). Esto pudo haber sido por dos factores importantes a considerar, primero que el participante para esta sesión estaba usando un dispositivo HMD en el cual se había entrenado y adquirido mayores habilidades operativas y lo segundo es que el objetivo de la sesión era una revisión de diseño por lo cual este participante tenía muchos comentarios para realizar. Pero también hay que mencionar que este participante fue uno de los pocos que permaneció todo el tiempo de la sesión.

Siguiendo con el nivel de cantidad de interacciones, se puede observar en segundo lugar al participante HST-01. Este participante cumplía una doble función como ya se ha mencionado previamente de host y de coordinador BIM. Para esta sesión el host había programado una serie de temas a discutir con el equipo, relacionados con inconsistencias e interferencias que se habían encontrado en el proyecto a la hora de integrar las disciplinas en el modelo federado.

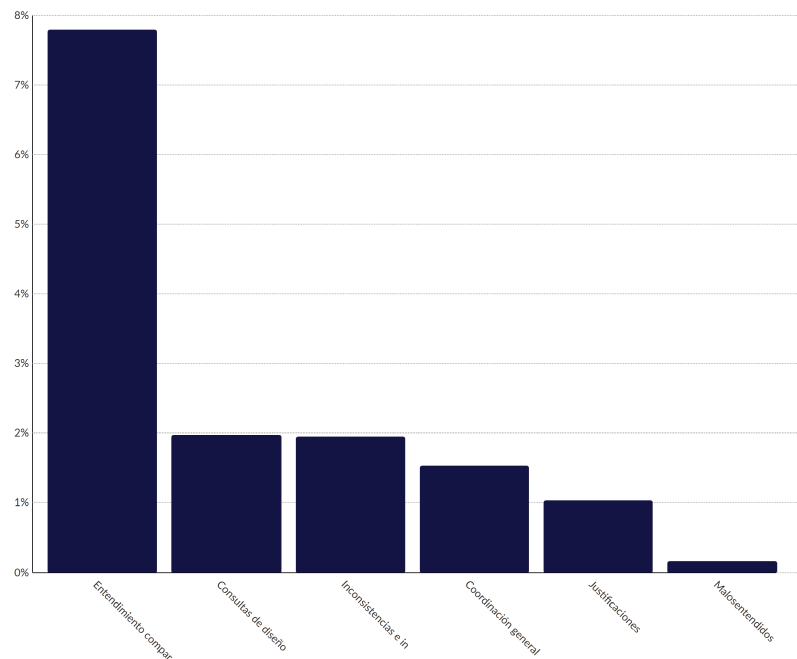


Figura 4.8. Interacciones sobre aspectos de diseño. Sesión 02

El orden de la secuencia de la sesión se dio primero con todos los participantes posicionados en el sector del ingreso al edificio en donde se discutió sobre las obras exteriores que debían hacerse para conducir un canal que tomaba las aguas de lluvia y debían hacerse las obras para canalizarlo. En esta parte era interesante observar con qué naturalidad los participantes del equipo de arquitectura iban presentando los problemas que debían resolverse a los demás. Aparte de eso se debe mencionar al usuario DIR-03 que era la primera vez que participaba, si bien estaba conectado desde la versión para PC, como interactuaba haciendo preguntas a todo el equipo del diseño. En esa parte de la sesión había apreciaciones del ambiente inmersivo del tipo;

Esto fue lo más cercano, a una corrección de taller que hemos tenido durante un año. ¿Oye esto podríamos hacer con los alumnos de arquitectura?. Así va a ser el futuro de las clases. (ver sesión 02 en anexos).

Barreras y potencialidades

Tiempo-Duración-Fatiga Uno de los problemas que surgió asociados al tiempo se debió a que el host no les había mencionado previamente a los participantes la serie de temas a discutir, además de esto no estaba del todo claro cuál iba a ser el orden ni cuánto tiempo se le debía dedicar a cada tema. Todas estas incertidumbres llevaban a que el host no pudiera controlar el tiempo en que los participantes permanecían discutiendo sobre un tema en específico, lo cual repercutía en que el tiempo de la sesión se extendiera y que los participantes empezaran a irse.

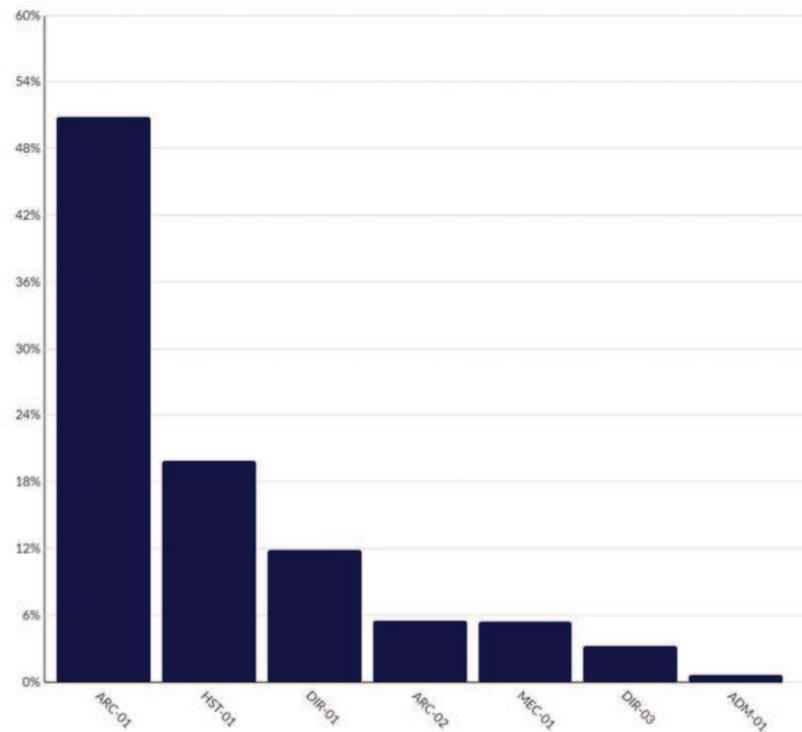


Figura 4.9. Interacciones por participantes. Sesión 02

Hay que considerar que en estas sesiones, al menos al día de hoy para los usuarios que utilizan dispositivos HMD, pueden llegar a perder la noción del tiempo ya que al estar completamente inmerso en un mundo virtual donde no hay un reloj que uno pueda ir mirando, puede llegar a afectar el control del tiempo que lleva la sesión.

Relacionado con la fatiga que genera este tipo de sesiones, ya en el tramo final había manifestaciones por parte de algunos de los participantes que se quedaron hasta el final. Estas estaban asociadas con el tiempo de estar parado, dolores de cabeza y del calor que genera tener una pantalla colgada en la cara durante mucho tiempo. Estas manifestaciones eran del tipo; *Estoy súper mareada, me duele un poco la cabeza me voy a sentar.* (ver sesión 02 en anexos)

Necesidad de planos Durante el proceso de revisión de diseño, el host debía hacer aclaraciones tales como cuales habían sido los criterios de modelado, que versión de planos se habían utilizado para hacer el levantamiento, que el modelo BIM de estructura que estaban viendo era el que había entregado el equipo de ingeniería y del cual era de ahí que ellos mismos sacaban los planos 2D que después enviaban al equipo de arquitectura, aunque esto último no se les había aclarado a los participantes. Sin embargo en un momento de la sesión aparecían comentarios de parte del equipo de arquitectura del tipo:

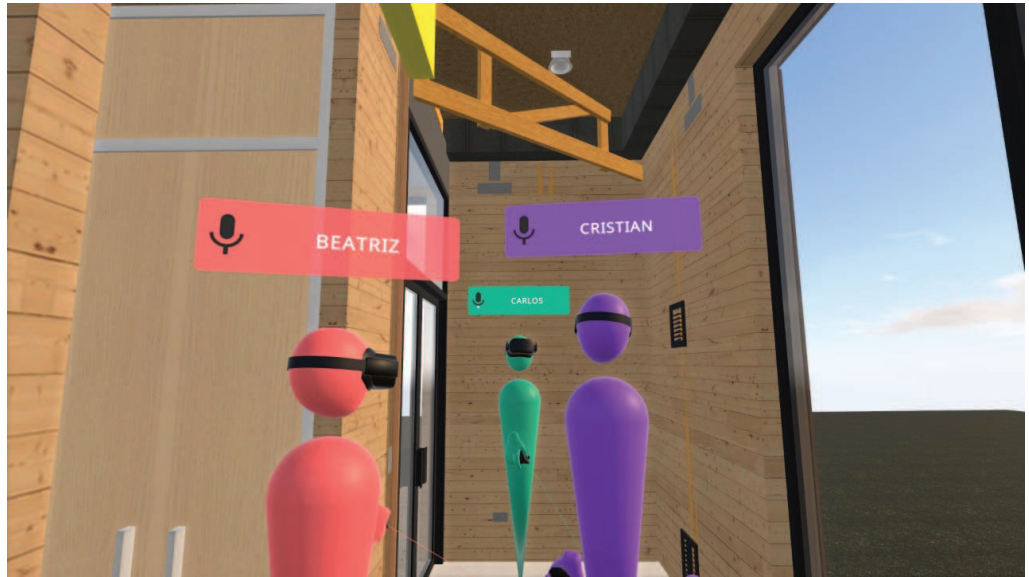


Figura 4.10. Confusión entre el espacio real y virtual

Si, sí, pero lo que pasa es que nosotros no podemos revisar porque no tenemos planos. Esa es la verdad, que la estructura fue lo único que no pudimos revisar. (ver sesión 02 en anexos)

Esto podía deberse en cierta medida a que a los participantes no se les había explicado con la suficiente contundencia cual era la metodología BIM con respecto al intercambio de información, considerando que el modelo BIM de estructura era algo superior a un plano 2D para hacer una revisión. Sin embargo esto dejaba entrever que para algunos participantes podía llegar a resultar mas fácil o estar mas acostumbrados a revisar planos 2D que modelos BIM integrados con otras disciplinas y sobre todo en ambientes inmersivos con realidad virtual lo cual es algo lógico de entender. De acuerdo al análisis realizado de las encuestas hechas a los participantes se evidencio que muchos de ellos declaraban de tener poca y ninguna experiencia en la revisión de proyectos bajo la metodología BIM

Confusión entre el espacio real y virtual Durante el desarrollo de la sesión uno de los participantes (DIR-01) manifestó un comentario del tipo;

Oye sabes que me pasó algo loco, me traté de apoyar en el muro de al lado y no existe el muro. (ver sesión 02 en anexos)

Esto surge cuando los participantes se encontraban en el pasillo de antesala al aula Figura 4.10 haciendo una revisión de las terminaciones, sucede que al estar todos juntos el ancho del espacio es reducido por lo cual este participante estaba muy cerca del muro de CLT y al pasar unos minutos en esa posición y ya sumado al cansancio de llevar mas de una hora de reunión fue que quiso apoyarse sobre dicho muro pero no existía en el espacio físico sino solo en el espacio virtual. También es muy común que suceda el

proceso inverso, de estar en un espacio virtual en donde hay un área libre de objetos y puede moverse tranquilamente y de repente se choca con un objeto que está en espacio físico y que uno no lo ve por tener puesto el HMD. Pero para este último ejemplo existe el espacio guardián del Oculus.

Problemas con la altura de visión A parte de la configuración del sistema guardián mencionado anteriormente, el usuario debe emparejar su altura de visión en el mundo real con la que va a tener adentro del espacio virtual mediado por el avatar. Esto es de suma importancia debido a que de esta manera va a ser la altura en como los usuarios perciben las cosas en el espacio inmersivo. La manera en que se realiza este paso es mientras se está configurando el área del sistema guardián, el usuario debe tocar el nivel de piso con sus controladores (Touch) tal como se muestra la Figura ?? y luego la aplicación hace el cálculo en relación a la altura en la que está puesto el dispositivo HMD.



Figura 4.11. Proceso de configuración sistema guardián.
<https://mixed-news.com/en/meta-quest-3-smart-guardian/>

Todo esto no les fue explicitado a los participantes de manera explícita por lo cual hubo dos participantes (ARC-01 y DIR-02) que ingresaron a la sesión con unos avatares muchos más pequeños en relación con los otros, midiendo la mitad de la altura. El problema surgió al tener que configurar el HMD y en vez de tocar el piso como corresponde, estos seleccionaron la superficie de una mesa, esto condujo que el calculo de emparejamiento de altura Oculus lo hiciera como si estos midieran 1 mts. Esto se puede observar en manifestaciones del tipo;

Estoy tan bajo acá, no sé por qué, ¿Porque estoy tan achicada? (ver sesión 02 en anexos)

Esto repercutía en retrasos y demoras a la sesión, en donde uno de los participantes tuvo que salirse de la sesión y tener que hacer todo el proceso de configuración nuevamente para poder solucionarlo. En una sesión donde hay muchos participantes que a uno de estos le pase no gravita gran problema pero si en un total de cuatro participantes como era este el caso a ese momento de la sesión, esto le sucede a dos personas, eso es la mitad de los participantes.

Hallazgos para el protocolo

De la segunda sesión de revisión de diseño, se han identificado mejoras esenciales para enriquecer las futuras sesiones. Primero que nada, se debería comenzar estableciendo y comunicando una agenda detallada previo a cada sesión a los participantes. Esta agenda debería incluir no solo los temas específicos a tratar sino también asignar límites de tiempo claros para cada uno. De esta manera, se facilitaría una discusión más enfocada y eficiente, evitando las extensiones no planificadas que pueden llevar a la disminución del interés o la salida prematura de los participantes.

Para abordar el desafío de la fatiga física y mental, especialmente relevante para quienes utilizan dispositivos HMD, sería recomendable considerar la duración óptima de las sesiones. Planificar encuentros más breves o incorporar pausas estratégicas podría ser una solución efectiva para mitigar el cansancio y las molestias físicas, asegurando una participación activa y comprometida a lo largo de toda la sesión.

La integración de recursos complementarios como planos 2D, junto con los modelos BIM, también se presenta como una recomendación clave. La preparación y el compartir previamente estos materiales con todos los participantes asegurarían que cada uno tenga las herramientas necesarias para una interpretación y discusión efectiva de la información. Además, se debería asegurar que todos los participantes comprendan cómo utilizar estos recursos durante la sesión, potenciando así la colaboración y el entendimiento mutuo.

Otro punto importante para incorporar en el protocolo debía ser proporcionar orientación específica sobre la navegación en entornos virtuales antes de la sesión. Esto incluiría consejos prácticos para moverse de manera segura en el espacio físico mientras se participa en el entorno virtual, lo que ayudaría a minimizar la confusión entre ambos espacios y mejorar la experiencia de inmersión.

Finalmente, es crucial brindar instrucciones claras para la configuración adecuada de los dispositivos HMD, con especial atención en la calibración de la altura de visión. Esto aseguraría que la percepción de cada usuario en el espacio virtual sea precisa y coherente, facilitando una interacción más auténtica y efectiva tanto con el modelo BIM como entre los participantes.

4.1.3. Sesiones complementarias

Grupo Expocorma

Si bien esta no era una sesión de revisión de diseño en el sentido estricto del término sino más bien fue una muestra del prototipo de manera virtual a unos visitantes del stand Future Eduspace. Se tomó como una oportunidad para explorar de manera más intuitiva como poder implementar algunas ideas acerca de la optimización del protocolo. De esta sesión se identificaron;

Barreras y potencialidades

Falta de entrenamiento Debido a que los participantes se conocían al momento que llegaban al stand y por la dinámica que se dan en este tipo de eventos, no había tiempo para hacer una inducción a los participantes en como poder utilizar las herramientas. Se daba que gran parte del tiempo que duraba la sesión se consumía tratando de explicar a los participantes como usar las comandos de los controladores Touch.

Tiempo de duración Este no se había definido previamente, sino que el host hacia durar la sesión de acuerdo a como se iba dando en el momento la dinámica con los participantes. La idea era que se fueran con una idea general de cómo estaba constituido el proyecto. Cuando a los participantes les costaba más el tema operativo se le restaba tiempo al recorrido del proyecto. Pero se empezó a observar que un tiempo que rodeaba entre los 10 y 15 minutos eran suficiente como para mostrar el proyecto en general sin entrar mucho en profundidad.

Conexión a internet Si bien existía una red wifi abierta al público que brindaba la organización del evento, esta no era recomendable de utilizar ya que muchos dispositivos se conectaban a la misma, haciendo que esta no sea estable. Para eso se optó por llevar una conexión de internet portátil a través de datos para poder conectar los dispositivos HMD. Sin embargo, después de un cierto tiempo la conexión comenzó a fluctuar repercutiendo en que los participantes vivieran unas imágenes entrecortadas lo cual repercute en un malestar visual considerable. En ese momento no se tenía del todo claro cuál era el ancho de banda óptima para tener varios dispositivos HMD conectados en simultáneos.

B-Grupo UBB 01

En función de los hallazgos en la sesión anterior, con el grupo UBB se incorporaron algunos puntos como;

- Un script de recorrido predefinido.
- La asistencia técnica in situ.
- Tiempo definido de 15 minutos.

- Definición de roles preestablecidos, revisor de arquitectura, estructura e instalaciones. La asistencia técnica in situ.

Por otra parte, se sumaron dos nuevas características, una era un breve entrenamiento de cinco minutos relacionado en cómo usar los comandos de los controladores de Oculus. Herramientas que les permitía aprender a mover y escalar el modelo, uso de los comandos de desplazamientos, y de la herramienta para hacer sección. Este último está habilitado para aquellos usuarios que usan la versión gratuita del Prospect.

Una característica importante que se exploró en esta sesión fue la del gaming, darle un carácter lúdico a la sesión para mantener la atención del participante. Para eso se pensó en un juego de roles, como si fuera un personaje de un videojuego pero en vez de elegir un luchador o algo por el estilo lo que se elegía era un rol de una disciplina. La otra característica fue la implantación de ejercicios de revisión que impartía el host, como buscar inconsistencias e interferencias en el proyecto. Algunas fueron creadas de estas solo fueron creadas con el objetivo de ver cuál era el grado de percepción que tenían los participantes de estas usando realidad virtual.

Barreras y potencialidades

Interacción fuera del espacio virtual Debido a que estudiar las interacciones de los participantes en el espacio virtual era parte de los objetivos, era de singular importancia que estos no compartieran un mismo espacio físico a fin de evitar dichas interacciones en este espacio. Pero debido a que solo se disponía de dos salas para realizar el experimento, se tomó la decisión que dos ellos se colocaran en una sala más grande y el tercero en una sala contigua más pequeña. Debido a lo mencionado anteriormente, surgía el problema de que muchas de las interacciones que se deban entre los participantes que compartían la sala, se daban en el espacio físico. Sumado a esto se generaba un eco en las conversaciones ya que estaban muy próximos entre ellos generando una complicación mayor para entender de que se estaba hablando.

Ruidos externos a la sesión El problema surge cuando la sala más grande se ubican el resto de los estudiantes que esperaban su turno y que al momento participaban como espectadores mirando en una gran pantalla lo que sucedía en la sesión virtual. Mientras tanto ellos conversaban y generaban ruidos, los cuales al tener dos participantes con sus dispositivos HMD con micrófono, tenían dos puntos de entradas de sonido exterior lo cual generaba una gran complicación para los demás participantes, principalmente para el Host que era quien tenía que realizar la mayor parte de las interacciones.

Conexión a internet Como no se disponía de una conexión wifi-exclusiva para los dispositivos HMD de los participantes, se optó por usar la conexión abierta que tenía la sala de posgrado para los estudiantes. Si bien esto ya de por sí era una complicación debido a que este tipo de sesiones consume mucho ancho de banda, se sumó que los

demás estudiantes que estaban esperando estaban conectados con sus smartphone a la misma red. Todo esto llevó a que en varios momentos del experimento la conexión fluctuaba y hasta con interrupciones en ciertos momentos.

C-Grupo UBB 02

Para esta nueva sesión se realizaron algunos ajustes con respecto al grupo UBB 01. Estas fueron;

- Reducir la cantidad de participantes.
- Ampliar la revisión disciplinar al incorporar alumnos de la facultad de ingeniería en construcción.
- Se sumó a la revisión del prototipo del futuro Eduspace unos modelos BIM de alumnos de la asignatura de BIM y visualización 3D.
- Se amplió el tiempo de la sesión.

Con respecto a la sesión con el grupo UBB 01, se eliminó la cantidad de espectadores que estaban presente en la sala de revisión y por ende se redujo el nivel de ruido. Dicho cambio repercutió en una mejora sustancial en la calidad sonora en el espacio inmersivo. Por otro lado, al tener menos espectadores en la sala que se conectaron al wifi de la universidad, ayudó a que la conexión sea más estable y no se generaran problemas de interrupción.



Figura 4.12. Revisión trabajos prácticos alumnos UBB. Sesión 03

Revisión del prototipo del Future Eduspace Otro aspecto importante que se pudo desarrollar fue que se pudo explorar más en profundidad el proyecto. Esto se debió principalmente a que había más tiempo para la revisión del prototipo y por otro lado la revisión se vio enriquecida por el aporte del estudiante de ingeniería en construcción. Una primera parte de la sesión comenzó desde el espacio maqueta, que es como se había implementado en el script de grupo Expocorma. Allí luego de presentar las distintas disciplinas que conformaban el proyecto, se realizaron cortes longitudinales, transversales y horizontales al modelo y se discutieron temas de constructibilidad en estructura de cubierta.

La segunda parte de la sesión ya fue en modo de navegación peatonal, los participantes no presentaron ningún inconveniente de desorientación y pudieron seguir sin problemas los recorridos que iba haciendo el host. Hay que mencionar que gran parte de los estudiantes ya conocían el proyecto al haber hecho la revisión de este por medio del Autodesk Viewer una semana atrás

Revisión de trabajos prácticos La revisión comenzó con la recomendación del host a los participantes sobre no mover el modelo sin avisar previamente. La manera que se pensó para la revisión de cuatro modelos BIM sin tener que crear cuatro sesiones diferente con cuatro códigos de acceso, fue pensar en crear un espacio en donde estuvieran los cuatro modelos juntos. Se tuvo que hacer un trabajo previo en Autodesk Revit para poder vincular todos los modelos y luego exportarlos al software Prospect. Se presentaron algunas diferencias con respecto a la revisión del prototipo del Future EduSpace, estas fueron mas que nada a nivel del script de como se dio la sesión. Comenzó sin la necesidad de hacer una inducción a los participantes sobre las herramientas de navegación ya que los venían de hacer la revisión del prototipo. Seguidamente se siguió el esquema de revisión en donde se presentan los modelos desde la totalidad y para eso se recurre al visión en modo maqueta. Seguidamente se pasó a una revisión mas espontanea sin seguir un esquema definido, se revisaban tanto aspectos de calidad de modelado como de diseño y constructibilidad.

Hallazgos para el protocolo

Las experiencias recogidas de las sesiones complementarias, incluyendo interacciones con grupos como Expocorma y estudiantes de la UBB, fueron fundamentales para perfeccionar las sesiones de revisión con el equipo del Future Eduspace. Es evidente que la efectividad de estas sesiones estuvo directamente influenciada por la preparación previa y la estructura de estas, aspectos vitales en la dinámica de trabajo de equipos multidisciplinares.

Una innovación destacada a incorporar en el protocolo, fu la introducción de la figura del **Asistente RV in-situ**, un rol esencial que emergió como una solución efectiva para proporcionar asistencia técnica inmediata y resolver dudas de los participantes. Este asistente colaboraba estrechamente con el anfitrión remoto, asegurando que los visitantes

puedan sumergirse rápidamente en la experiencia inmersiva sin demoras innecesarias. La implementación de este soporte logístico especializado es una práctica que se debería incorporar sistemáticamente en futuras sesiones, especialmente en contextos donde la diversidad de los participantes y la limitación de tiempo hacen inviables las inducciones detalladas.

Además, la capacitación adaptada y concisa en el uso de herramientas de realidad virtual se ha confirmado como un prerrequisito indispensable. Proporcionar a los participantes una introducción breve pero intensiva a los controles y funcionalidades fundamentales facilitó la sesión de revisión haciéndola más productiva, permitiendo una inmersión total en el análisis y discusión del diseño.

La claridad en la estructura de la sesión y la definición de límites de tiempo fueron cruciales. Una agenda detallada, con tiempos asignados específicamente para cada sección del proyecto, garantizó un enfoque disciplinado y la cobertura eficiente de todos los aspectos relevantes, evitando prolongaciones que resten valor a la experiencia.

La estabilidad y la fiabilidad de la conexión a internet son fundamentales, especialmente en sesiones remotas que utilizan realidad virtual. Una red Wi-Fi dedicada o soluciones de conectividad robustas son esenciales para garantizar una interacción fluida y continua entre los participantes, lo que es clave para el éxito de las sesiones.

La minimización de interferencias externas y la creación de un entorno adecuado para la concentración son igualmente importantes. Configurar el espacio físico para reducir distracciones permite una total inmersión en el espacio virtual y una comunicación efectiva entre los miembros del equipo.

Incorporar elementos lúdicos y prácticos en las sesiones añade dinamismo y promueve una participación más activa. Ejercicios que asignen roles específicos o que planteen desafíos estimulan el pensamiento crítico y fomentan la colaboración, enriqueciendo la revisión del proyecto desde diferentes perspectivas disciplinares.

Finalmente, la preparación meticulosa y la adopción de un guion predefinido para la sesión son esenciales para una revisión ordenada y completa del proyecto. Este enfoque estructurado permite que los equipos multidisciplinarios utilicen sus conocimientos de manera integral en el análisis y mejora del proyecto.

4.1.4. Sesión 03 (S03)

Análisis de interacciones y categorías de la S03

De las interacciones que tuvieron los participantes, se observa una preeminencia de las intervenciones de HST-01 por sobre los demás como se indica en la Figura 4.13. Esto está en relación con aspectos del protocolo que se estaban implementando, los cuales debían ser conducidos por HST-01. Parte de dicho protocolo contemplaba la implementación de la figura del host, que si bien en las sesiones complementarias se había puesto en práctica, es recién en esta tercer sesión donde se incorpora a una sesión de revisión de

diseño con el equipo del Future Eduspace. Del esquema que se había planificado para guiar la sesión, el host debía realizar muchas indicaciones, mas precisamente durante la primera parte de la misma. En esta se debía hacer una breve inducción en el uso de las herramientas a aquellos participantes que eran nuevos. Por otro lado, debía seguir un script predefinido en como se iban a presentar los temas a discutir y en que orden, como también cuanto tiempo dedicarles a cada uno. Todo esto incidió en que el nivel de intervenciones del host sea mas alto que los demás participantes.

En segundo lugar de cantidad de interacciones, el participante fue ARC-01 y la razón de esto la podemos encontrar en varios factores. Uno de ellos era que el participante tenía un mayor grado de experiencia en este ambiente de revisión de diseño con realidad virtual, ya que había estado presente en todas las sesiones anteriores y por ende entendía como era la dinámica de las mismas. Otras de las razones se encuentran en el rol preponderante que tenía dentro del equipo de arquitectura, lo cual le permitía tener una visión mas holística del proyecto y por ende tenía muchos comentarios para acotar. Por último y analizando en retrospectiva, dicho participante siempre mantuvo un rol activo con alta participación en las sesiones.

Ya en lo que respecta al análisis de las categorías, se observa que existe un mayor impacto de los aspectos de diseño por sobre las demás tal como se indica en la Figura 4.14. Uno de estos motivos se debió a que dicha categoría estaba en relación con el objetivo que se había planteado para la sesión. Este giraba en torno a realizar una revisión del diseño como cierre de la etapa proyectual antes de pasar al proceso licitatorio para la construcción del prototipo.

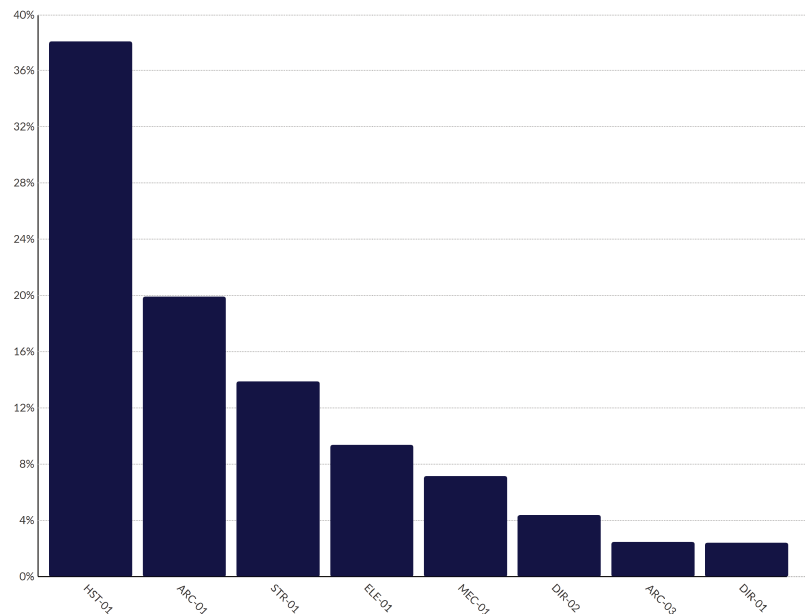


Figura 4.13. Interacciones de participantes. Sesión 03

Otro punto clave que incidió fue que la mayoría de los participantes ya acumulaban una experiencia previa sobre cómo manejarse lo cual condujo a que se disminuyeran los problemas relacionados con los aspectos instrumentales. De la sesión solo tres participantes EST-01, ELE-01 y DIR-02 de un total de siete, era la primera vez que utilizaban los HMD. La gran diferencia que radicaba con respecto a las sesiones anteriores era que en esta tenían a la figura del asistente técnico en el lugar que estaba pendiente de ellos para ayudarlos con cualquier duda o inconveniente que surgiera.

Esto se vio beneficiado ya que los tres participantes novatos se encontraban presente en el mismo espacio físico, lo cual permitía que el asistente pudiera estar pendiente de los tres en todo momento y responder rápidamente cuando hiciera falta. Este contexto brindo todo un marco para que se redujeran las cantidad de interacciones sobre los aspectos instrumentales como si lo eran en comparación con la primer sesión.

Realizando un desglose en el interior de la categoría de aspectos de diseño tal como se indica en la Figura 4.15 se puede observar que hay una grupo que se diferencia de tres categorías que se diferencian por sobre las demás. Estas están constituida en primer lugar por las inconsistencias e interferencias de diseño ya que gran parte de las discusiones giraron principalmente en torno a las interferencias entre los ductos de climatización y las cerchas de cubierta. En segundo lugar estaban las relacionadas con el entendimiento compartido de las cuales tuvo mucha incidencia los aportes que realizaban los participantes HST-01 y ARC-01. Uno mas focalizado a la coordinación BIM y las herramientas de la realidad virtual y el otro mas orientado a los aspectos relacionados con el diseño

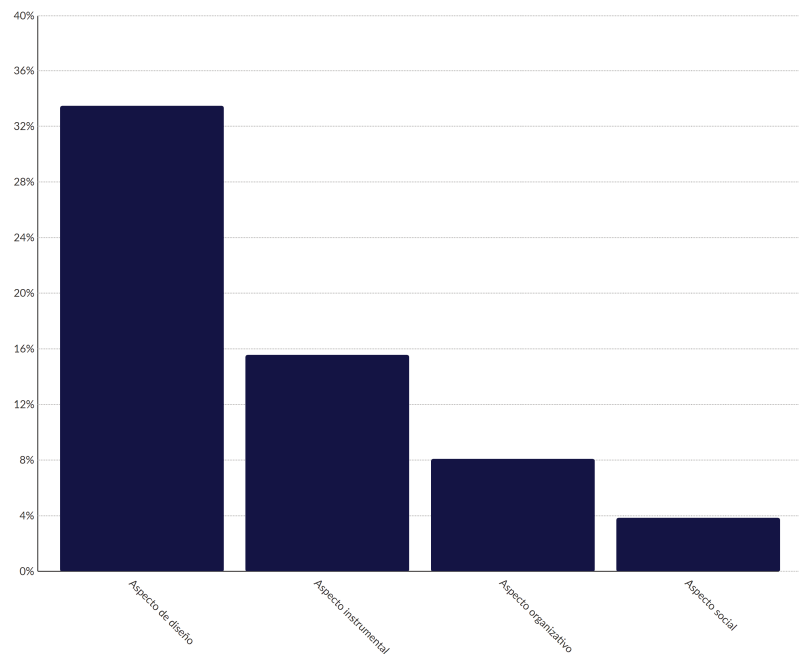


Figura 4.14. Categorías de interacción. Sesión 03

del prototipo. Por último y en tercer lugar estaban los malentendidos que se habían presentados entre los integrantes y que se detallan mas adelante.

Segundo es que hubo más participantes con dispositivos HMD que permanecieron más tiempo en la sesión y por ultimo influyó que el proyecto y los modelos BIM tenían un alto nivel de detalle que estaba en relación con un proyecto que está a punto de pasar a una etapa de licitación. Esto permitió que se pudieran abordar discusiones en profundidad. Y por ultimo puede haber influido en que esta sesión haya sido mas productiva el hecho que se estaba implementando un protocolo que se venía poniendo a prueba en sesiones complementarias.

Es interesante señalar que las interacciones mas bajas que se observan, se encuentran las relacionadas con la toma de acuerdos y definiciones, estas ya sean en las oficinas de los propios equipos como las de obra.

Barreras y potencialidades

Movimiento del modelo En la primera parte de la sesión hubo indicaciones por parte del host sobre el cuidado que debían tener los participantes a la hora de mover el modelo. Estas indicaciones giraban en torno a anticipar la acción a los demás participantes antes de realizarla, ponerse de acuerdo en quien iba a mover el modelo y no hacerlos varios al mismo tiempo. Este motivo es por mas bien por un tema de funcionamiento del software, mover el modelo varias personas al mismo tiempo genera una problema de malestar visual que puede devenir en mareos y nauseas. Esto se puede entender como

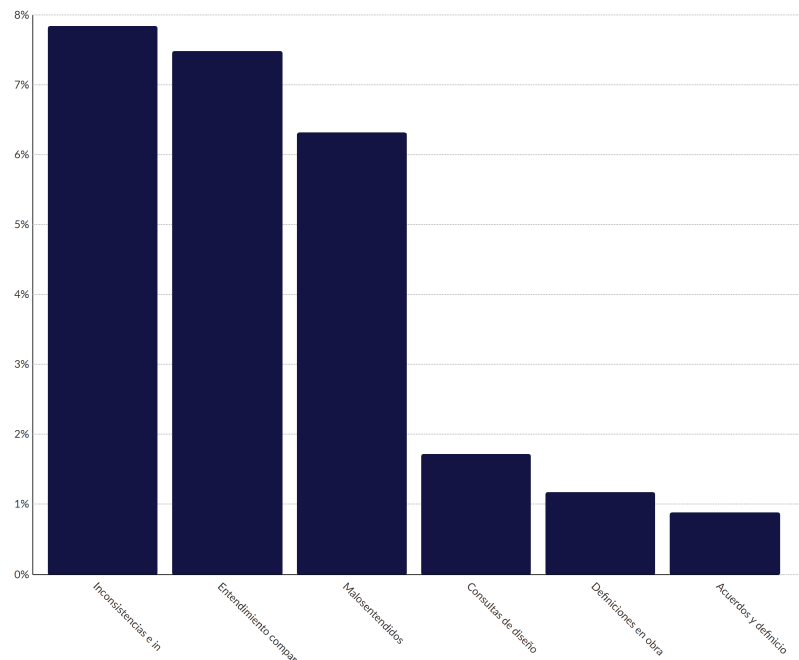


Figura 4.15. Interacciones sobre aspectos de diseño. Sesión 03

si uno esta mirando un punto una pantalla como la del televisor muy cerca y se la mueven descontroladamente. Esto sucedió en reiteradas ocasiones durante la sesión con el usuario EST-01.

Alguien está moviendo porque ya me mareé con tanto movimiento (ver sesión 03 en anexos)

En el caso del participante EST-01, este manifestaba que no movía el modelo intencionalmente sino que se había quedado anclado el controlador del Oculus a la acción de mover el modelo. Esto se debió a que su controlador tenia poca pila y eso hacia que la comunicación con la señal del dispositivo HMD fluctuara y se quedara pegado a algunas acciones. Esto llevo a que en varias oportunidades se tuviera que parar la discusión de algunos temas hasta resolver que estaba pasando.

Problemas de desorientación y desplazamiento Si bien gran parte de los participantes ya estaban familiarizados en como desplazarse y orientarse en el espacio virtual, si se presentaron algunos inconvenientes y demoras que cortaban las discusiones con aquellos participantes que era su primera, lo que era totalmente razonable como los casos de EST-01, ELE-01 y DIR-02. Problemas del tipo que cuando se requería que todos estuvieran en un punto de encuentro en particular, los participantes novatos tocaban otros botones del controlador que los llevaba a otra parte. Uno de los casos que se repetía era que cuando se requería que todos estuvieran en el modo de visualización de maqueta, estos estaban en el modo peatonal adentro del prototipo. O los casos de EST-01 y ELE-01 que se salían del espacio guardián y dejaban de ver el espacio virtual para pasar a ver el espacio físico donde estaban.

Como que de repente vuelvo a ver en la sala y salgo de... no sé si será el cable.

No sé porque me aparecen como puras estrellas, crucecitas, como un círculo. (ver sesión 03 en anexos)

Al caso de EST-01 se le sumó la complicación de que tenia poca pila en sus controladores y eso le dificultaba desplazarse al usar el comando go to.

Si exacto ahí llegué y estaba tratando de apretar el Go To y no funcionaba, pero aquí llegué (ver sesión 03 en anexos)

Observación y reconocimiento En el transcurso de la sesión se observó la posibilidad de descubrimiento de aspectos del diseño que facilitan estas plataformas. Al comienzo de la sesión en el primer reconocimiento que se hacia en la visualización del modo maqueta estaba focalizado en la parte de la cimentación estructural Figura 4.16, aparecía un comentario de manera muy espontanea y genuina tipo:

¿Quien le puso vigas tan grande a esto? (ver sesión 03 en anexos)

Dicho comentario no debería llamar demasiado la atención si no fuera que lo hizo el mismo ingeniero (EST-01) que estuvo a cargo del diseño de los cimientos.

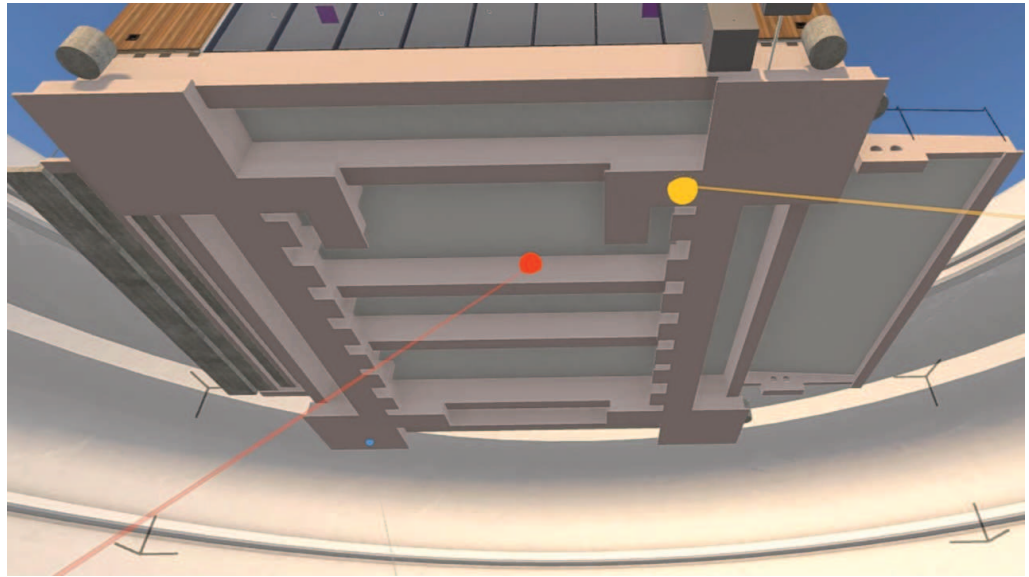


Figura 4.16. Revisión de viga de fundación. Sesión 03

Malentendidos Estos se dieron cuando algunos de los participantes creían que el diseño era de una determinada manera y resultaba ser de otro. Esto se daba a que en gran parte el diseño evolucionaba y no todos los participantes estaban al tanto de esos cambios. Uno de estos casos, se dio con respecto a la puerta de ingreso principal al prototipo en donde uno de los participantes (DIR-01) manifestó:

¿Y la puerta es de madera, no era de vidrio? (ver sesión 03 en anexos)

Otro de los casos en donde se dio una situación parecida fue con el sistema de ventilación en la lucarna del proyecto Figura 4.17. En este caso era sobre un rejilla de ventilación y un dumper motorizado. En un momento del proyecto se invirtieron el orden de estos, uno iba al interior y el otro al exterior. De acuerdo a la última versión de planos de climatización se realizó el modelado pero no todos los participantes estaban al tanto de esa modificación.

Déjame revisar porque no, para salir de la duda, porque me hiciste dudar. Pero yo me acuerdo de que la última versión, mi recuerdo es que está como está en el proyecto. Es decir, como está en este modelo me refiero. (ver sesión 03 en anexos)

Esta discusión consumió gran parte de la sesión y en donde después de un tiempo se acordó de que había que revisar los planos y las especificaciones técnicas para asegurarse de que lo que estaba en el modelo fuera la última versión.

Problemas con el audio Estos no fueron menores y durante la sesión se manifestaron de dos maneras. La primera estuvo en relación con el participante ARC-03 el cual estaba conectado desde su hogar por medio de un dispositivo HMD Oculus Quest. El caso era que este tenía un inconveniente de configuración con el volumen del micrófono y el

parlante del HMD razón por lo cual se hacia muy complicado poder entender e interactuar con el. El participante manifestó en varias oportunidades de que escuchaba muy entrecortado y muy bajo. Tratar de resolver ese problema llevó un tiempo considerable de la sesión y al final no se pudo resolver y todo los aportes que hacía el participante a las discusiones eran rara vez oído.

No escucho nada, no sé si ustedes me escuchan, yo los escucho entrecortado. (ver sesión 03 en anexos)

Transcurrido un cierto tiempo de la sesión, se pudo dilucidar que el problema radicaba en que la configuración de audio del HMD de ARC-03 había quedado vinculado a su smartphone, este al estar alejado del usuario hacia que se escuchara con un volumen muy bajo. El otro problema que se presentó, tuvo que ver con algo que ya se había manifestado en la primer sesión complementaria que se hizo con el grupo de UBB 01. Esto se debía a que cuatro participantes estaban conectados en el mismo espacio por lo cual se generaba un eco al introducirse el sonido de los otros en el micrófono de los HMD. Todo esto generaba una complicación a la hora de escuchar con claridad los temas que se estaban discutiendo. Y para sumar otra variable de dificultad, se metían por el micrófono las conversaciones que estos participantes tenían con el asistente de sala. En estos casos para el host le resultaba complicado saber si el participante le estaba hablando a él o le hablaba al asistente que tenia a su lado.

Problemas de señalamiento Si bien existe un herramienta que tiene el software para señalar o marcar objetos, el cual se parece a tener un puntero láser, a la hora de señalar algún punto en específico surgía que no todos los participantes estaban mirando lo mismo. Esto se dio cuando uno de los participantes ARC-01, estaba señalando una



Figura 4.17. Discusión sobre sistema de ventilación. Sesión 03

inconsistencia en el modelo Figura 4.18 de una manera muy natural como si alguien estuviera visitando una obra y señala algo para que lo demás miren.

La gran diferencia radica en que en estos espacios virtuales uno no tiene la visión completa de por donde andan los demás participantes o hacia donde están mirando. Es por esta razón que hay que ser preciso en la instrucción sobre que es lo que se debe mirar y dar un tiempo para que los demás participantes lleguen y se acomoden para recién poder empezar a mirar. En el caso del ejemplo, el participante estaba señalando arriba de una puerta y el host creía que estaba marcando el cielorraso del pasillo.

Para, para ARC-01 que estoy en otro lado, no te veo. Dame un segundo, estoy en... estaba dentro del aula. Ahora si (ver sesión 03 en anexos)



Figura 4.18. Señalamiento de inconsistencia en el modelo. Sesión 03

Cantidad de participantes Una dificultad que se presentó desde el punto de vista logístico estuvo relacionada con la cantidad de participantes que estaban en la sesión. Era la primera vez que todos estaban conectados con desde con un dispositivo HMD y por otro lado estuvieron en un promedio mayor de tiempo con respecto a las sesiones anteriores. Uno de problemas que se observaba era cuando el host convocaba a los participantes a acercarse a revisar algún detalle en específico, esta visualización se diera en el modo tipo maqueta o peatonal. En algunos momentos llegaba a darse una superposición entre los participantes en el espacio virtual cuando se acercaban mucho entre ellos.

Si pensamos en el ejemplo del espacio físico de la vida real, existe un espacio o zona íntima en donde los seres humanos nos sentimos seguros y no es bien visto el invadir ese espacio. Por otro lado hay un tema de la física, que dos personas no pueden ocupar el mismo espacio lugar. Esto que parece tan claro por todos, en el espacio virtual no se

daba de la misma manera y llevaba a que varias ocasiones había una yuxtaposición de los participantes que se paraban en el mismo lugar o el otro caso que eran atravesados por otros mientras se desplazaban de un lugar a otro. Uno de estos casos se dio cuando se estaba revisando las interferencias en modo maqueta, entre los ductos y la cerchas de cubierta de una esquina del proyecto. Mientras varios participantes miraban en la misma dirección, había otros que se atravesaba delante del mismo.

Otro caso fue cuando se recorría el proyecto en modo peatonal Figura 4.19 y estaban todos en el pasillo antesala del aula, ahí se hacia evidente la cantidad de participantes que había en relación con las dimensiones que tenía el espacio.



Figura 4.19. Cantidad de participantes. Sesión 03

Dificultad de aproximación Este tipo de problemas lo manifestación algunos participantes a la hora de acercarse a revisar un detalle en corte del modelo en el modo de visualización tipo maqueta. Esto no quedo claro si era por un tema de cantidad de participantes que había en la sesión o por un problema a nivel de programación interna del software. El hecho era que se los participantes se podían acercar hasta una cierta distancia. Lo otro que sucedía era que se generaba una dificultad también a nivel de software para poder acercarse a un detalle en particular cuando había muchos participantes alrededor.

Acuerdos y definiciones Se puedo observar que estos no tuvieron una gran incidencia en las interacciones analizadas. Con respecto a los malentendidos que existieron, los acuerdos tomados fueron en que se iba a revisar la documentación, planos y especificaciones técnicas de las disciplinas para asegurarse de que lo que estaba en el modelo BIM se correspondía con lo que estaba especificado. En relación a unas interferencias

que aparecían en el revestimiento de cubierta como así también en la estructura de revestimiento de fachada con las bajada de agua de lluvias, apareció en reiteradas ocasiones que la definición o solución a ese problema se iba a resolver en obra:

Se soluciona en obra, es decir, efectivamente lo van a ver, pero solamente lo comento. Son esos elementos verticales de la estructura de la lucarna. (ver sesión 03 en anexos)

Igual a mí de estas cerchas interiores de la cubierta, en lo práctico de la construcción, eh... Se soluciona en obra. (ver sesión 03 en anexos)

Eh, ese detalle lo sabemos, pero después de molestar tanto a STR-01 con hacer ajustes y cositas sobre todo en la escalera lo decidimos pasar y solucionar en obra. (ver sesión 03 en anexos)

Hallazgos para el protocolo

De esta sesión, se extrajeron aprendizajes importantes para implementar en el protocolo. La presencia del "Asistente RV" resultó ser esencial, ofreciendo soporte técnico y ayudando a los participantes a sumergirse más rápidamente en la experiencia virtual. Este apoyo en el lugar aseguró que las dudas técnicas se resuelvan sin demora, manteniendo el flujo de la sesión.

Otro aspecto crítico fue la interacción con el modelo BIM en el espacio inmersivo. Se ha visto que es fundamental dar instrucciones claras sobre cómo interactuar con el modelo para evitar confusiones y malestar entre los participantes. Específicamente, se necesita cuidado para no mover el modelo de manera descoordinada, ya que esto puede causar mareos.

La familiarización con las herramientas de navegación virtual antes de la sesión puede facilitar una experiencia más fluida para todos, especialmente para los nuevos en la realidad virtual. Esto podría incluir una breve formación sobre cómo moverse y orientarse en el entorno virtual, evitando interrupciones durante la revisión. Mantener a todos informados sobre los últimos cambios en el diseño es crucial para evitar malentendidos. Una actualización al inicio de cada sesión puede ayudar a asegurar que todos los participantes estén al tanto de las modificaciones recientes en el proyecto.

La claridad en la comunicación es vital, especialmente cuando se trata del audio. Asegurar una buena calidad de sonido y una configuración adecuada de los dispositivos puede mejorar significativamente la interacción entre los participantes. Introducir elementos prácticos y asegurar que el número de participantes sea manejable también contribuye a una revisión más efectiva. Esto incluye una planificación cuidadosa de cómo y cuándo acercarse al modelo para examinar los detalles, evitando aglomeraciones en el espacio virtual.

Finalmente, tener un plan claro para cada sesión, con un guion predefinido, puede conducir a una revisión más ordenada y completa. Este enfoque asegura que todos los aspectos importantes del proyecto se traten adecuadamente, aprovechando la experiencia de cada miembro del equipo multidisciplinario.

4.2. Encuestas

Los resultados de las encuestas aplicadas se exponen a continuación. Primero, las respuestas de los estudiantes de la Universidad del Bío-Bío, que se usaron para perfeccionar el instrumento, y segundo, las del equipo Future EduSpace. Inicialmente, se sintetizan los antecedentes demográficos de los participantes y su familiaridad con herramientas digitales, para posteriormente abordar las experiencias y opiniones sobre las metodologías de revisión de diseño convencional y asistido por realidad virtual, y sus percepciones sobre la utilidad y usabilidad de estas tecnologías en el contexto del diseño. Los hallazgos brindan una panorámica de las actitudes hacia la integración de la realidad virtual en procesos de revisión de diseño.

Estudiantes UBB

Revisión de diseño convencional

En relación a la encuesta que se realizó a los estudiantes sobre la revisión del proyecto de manera convencional, los resultados fueron;

una diversidad en edades, aunque la mayoría se encuentra en el rango de 20 a 25 años. La mayoría de los participantes son de género masculino y están en los primeros semestres de sus carreras. En cuanto a la experiencia en la revisión de proyectos BIM, esta varía desde "Muy poca" hasta "Bastante", y el uso de juegos en primera persona online varía desde "Raramente" hasta "Muy frecuentemente".

Al ser consultados sobre la herramienta Autodesk Viewer para revisar modelos BIM, la mayoría de los participantes no encontró dificultades significativas al utilizarla. El tiempo necesario para aprender a manejar la herramienta fue en su mayoría breve, con la mayoría de los encuestados indicando que les tomó menos de 10 minutos siguiendo el tutorial que se les había compartido. Asimismo, la navegación en primera persona dentro de la herramienta fue considerada en general como fácil.

En cuanto a la revisión del prototipo del Future EduSpace, algunos participantes identificaron inconsistencias e interferencias en el proyecto. De las preguntas sobre la búsqueda de información no geométrica, como averiguación de superficies, alturas los resultados muestran que la mitad de los encuestados acertaron con las medidas correctas. Respecto a la pregunta sobre percepción ergonómica sobre la accesibilidad de los cajones sobre la mesa de trabajo más de la mitad respondió que no era accesible para ellos. Por último, se ofrecieron sugerencias para mejorar el proyecto, como representar de manera más clara el funcionamiento de ciertas partes y simplificar la visualización.

Revisión de diseño con realidad virtual

La encuesta se llevó a cabo con participantes con edades comprendidas entre los 20 y los 25 años, entre los cuales había estudiantes de arquitectura e ingeniería en construcción. En cuanto a la experiencia en la revisión de proyectos BIM, esta varió considerablemente,

desde muy poca experiencia hasta bastante experiencia en algunos casos. Además, se evaluó cuánto utilizaban juegos en línea de primera persona, lo que podría influir en su familiaridad con la navegación en realidad virtual.

En general, la herramienta de realidad virtual recibió buenas críticas. La mayoría de los participantes no tuvo dificultades significativas al usarla y aprendió a utilizarla en un corto período de tiempo. Además, encontraron que desplazarse por el proyecto en realidad virtual era fácil.

En cuanto al proyecto, en general no se mencionaron inconsistencias graves durante la revisión del proyecto en realidad virtual. Por otra parte, algunos participantes expresaron la necesidad de más práctica y de mejorar las configuraciones para una visualización más efectiva en realidad virtual. Además, hubo sugerencias para incorporar más información sobre el uso previsto del espacio y la inclusión de mobiliario para estimar la capacidad de usuarios. Un participante de Ingeniería en Construcción elogió la idea del proyecto pero sugirió que se necesitaba más información específica sobre ingeniería estructural, mecánica de suelos y detalles constructivos para que fuera más útil para los constructores.

Los resultados sugieren que la herramienta de realidad virtual tiene potencial como herramienta de revisión de proyectos de arquitectura. Aunque recibió comentarios positivos, existen oportunidades para mejorar y enriquecer la experiencia de los usuarios al incorporar información más detallada y facilitar la práctica con la herramienta.

Equipo Future EduSpace

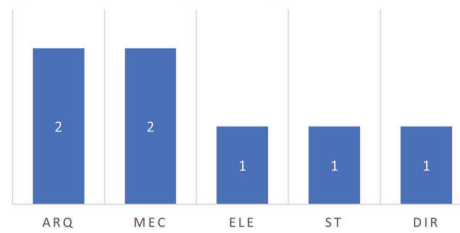
La encuesta fue realizada a siete profesionales del equipo de diseño del Future Eduspace, quienes participan en diferentes disciplinas, incluyendo arquitectura, ingeniería estructural y eléctrica. Estos profesionales eran los que estaban presentes al finalizar la tercera y última sesión de la revisión.

En cuanto al perfil de estos, se observa una variedad de edades, con rangos que oscilan entre los 26 y más de 55 años. En términos de género, se contó con una participación equilibrada de hombres y mujeres. En relación a la experiencia profesional, los participantes presentan diferentes niveles de trayectoria, con años de experiencia que van desde los recién egresados hasta aquellos con una larga carrera profesional.

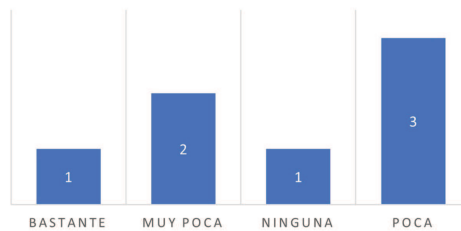
Como se observa en la Figura 4.20, de un total de siete participantes encuestados, cinco de ellos eran arquitectos y los otros dos restantes eran de la rama de la ingeniería civil y eléctrica. Al ser consultados sobre la disciplina en la que estaban participando, se identificaron las especialidades de arquitectura (ARC), ingeniería estructural (ST), climatización (MEC) y eléctrica (ELE). En general, la mayoría de los participantes manifestaron tener poca y ninguna experiencia en la revisión de proyectos bajo la metodología BIM, y todavía menos con RV.

Al ser consultados sobre las diferencias percibidas entre la revisión de los proyectos de manera inmersiva con RV y las que se daban por medio de plataformas de videoconferencia tipo Zoom se manifestó una actitud favorable de acuerdo a la Figura 4.21.

a) Participantes por disciplina



b) Experiencia con revisión de proyectos BIM



c) Experiencia con revisión de proyectos VR

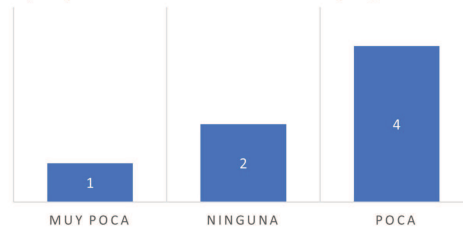


Figura 4.20. a) Cantidad de participantes por disciplina, b) Experiencia con revisión de proyectos BIM, c) Experiencia con revisión de proyectos RV

Además, se evaluaron las dificultades al usar la RV para la revisión colaborativa, así como el impacto de esta tecnología en la comprensión global del proyecto y en la resolución de problemas de interferencia entre disciplinas.

En relación a las afirmaciones sobre la revisión colaborativa con RV, se indagó sobre la necesidad de contar con un anfitrión/guía en el entorno inmersivo y el impacto de los modelos BIM detallados en las revisiones. También se exploraron aspectos relacionados con la identificación de inconsistencias, los consensos alcanzados, el tiempo de reunión requerido y el feedback generado.

Se consultó sobre la fase del ciclo de vida del proyecto más conveniente para implementar la revisión colaborativa con RV, la duración ideal de estas revisiones y las limitaciones y fortalezas en comparación con las revisiones en plataformas como Zoom.

Finalmente, se evaluó la probabilidad de implementar la revisión colaborativa con RV en futuros proyectos y el nivel de interés en su implementación.

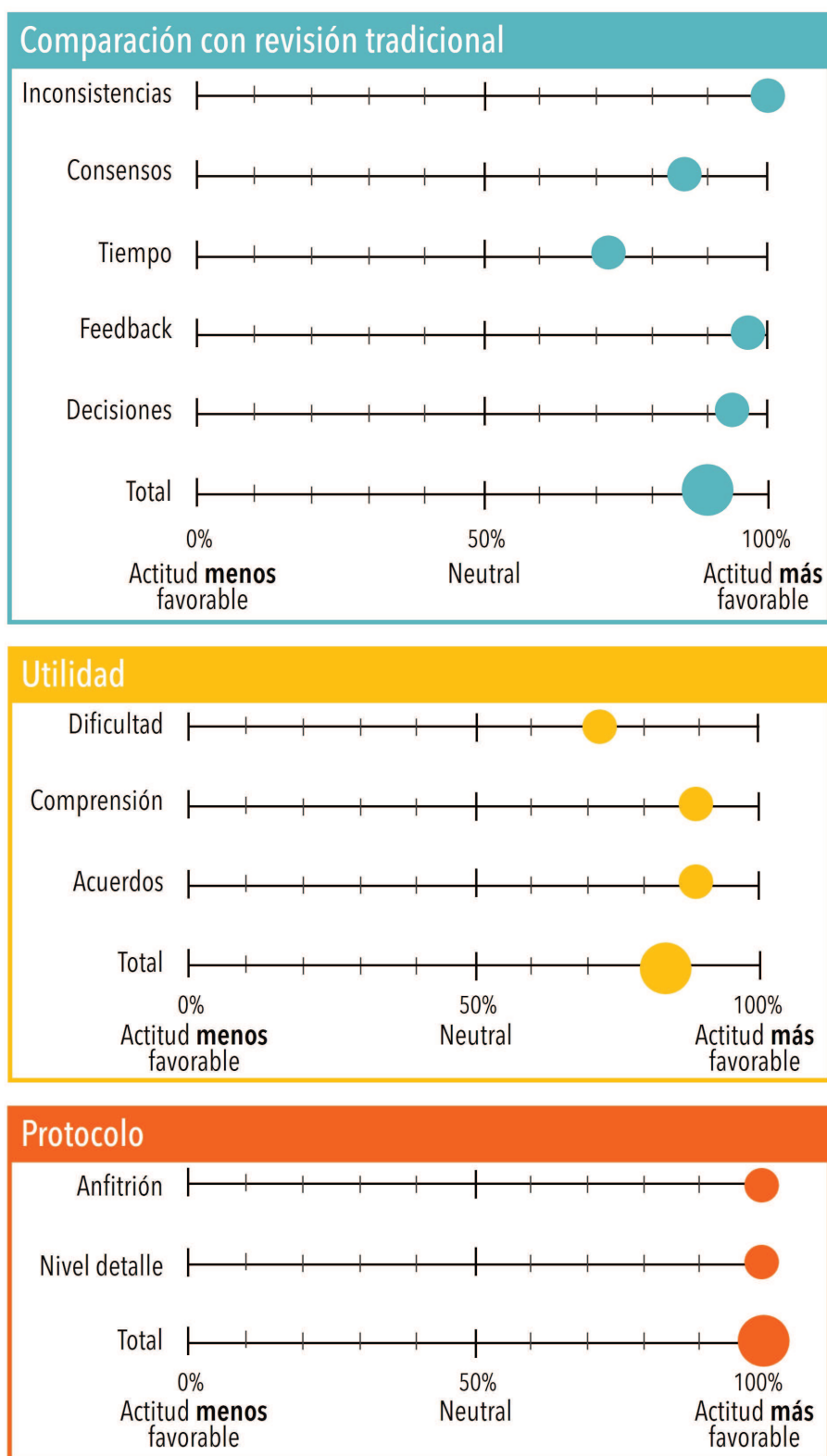


Figura 4.21. Experiencia revisión usando realidad virtual

4.3. Entrevistas

A continuación, se exponen los hallazgos obtenidos de las entrevistas realizadas a tres profesionales del equipo Future Eduspace, involucrados en el proceso de diseño en diferentes disciplinas. Las respuestas se agrupan en torno a una misma pregunta, con el propósito de tener una visión mas integradora de las diferentes respuestas sobre un mismo tema. Estos se van presentando desde aspectos mas generales como los antecedentes profesionales hasta los mas específicos como los relacionados con las sesiones de revisión con RV.

Se abordan temas como la definiciones proyectuales entre la etapa de diseño y la de construcción. Por otro lado

Antecedentes profesionales

ARC-01 se graduó como arquitecto en el año 2011 y a partir de ahí fundó su oficina de arquitectura. Desde entonces, ha estado involucrado con la universidad dando clases en la facultad de arquitectura. Inicialmente, había participado en muchos concursos de licitaciones públicas, pero luego decidió concentrarse en proyectos mas estratégicos, especialmente en viviendas.

DIR-01 tiene una sólida formación en arquitectura, habiéndose graduado hace veintisiete años. Comenzó trabajando en su propia oficina de arquitectura, donde colaboró estrechamente con una socia en el desarrollo de proyectos arquitectónicos, principalmente orientados a la vivienda unifamiliar. Sin embargo, en aquel momento cuenta que no tenía un equipo interdisciplinario incorporado en la oficina, ya que esta se dedicaba exclusivamente al diseño arquitectónico.

Posterior a esa etapa siguió una formación en el exterior, en la Universidad Católica de Lovaina, en el campo de arquitectura sustentable y la iluminación natural. En esos momentos comenta que repartía su tiempo entre la academia y su oficina de arquitectura. Sin embargo, cuando se fue a Bélgica para realizar el doctorado, dejó la oficina por completo debido a la incompatibilidad de horarios. Se dedicó por completo a la investigación durante ese periodo, lo cual le permitió adquirir las bases teóricas necesarias. El proyecto Future Eduspace surgió como un desafío para llevar la teoría a la realidad, combinando investigación, diseño y construcción.

MEC-01 inició su carrera como arquitecto a mediados de la década del 90, cuando el diseño asistido por ordenador (CAD) como herramienta de dibujo estaba empezando a implementarse. A lo largo de los años tuvo la posibilidad de trabajar en diferentes oficinas de arquitectura, donde estuvo involucrado en la coordinación y el diseño en modelos 3D, especialmente en colaboración con otras disciplinas como la ingeniería estructural.

En el año 2005 se unió a un oficina de arquitectura que promovía la colaboración con otras disciplinas, especialmente a través del intercambio de modelos 3D. Esta experiencia

le permitió ver de cerca la importancia de la coordinación y la interacción entre equipos multidisciplinarios. Posteriormente, se especializó en temas de eficiencia energética en la maestría en hábitat sustentable de la Universidad del Bio Bio, seguido a eso se unió al Centro de Investigación Tecnológica de la misma universidad en el cual trabaja al día de hoy.

El proceso de diseño y el trabajo colaborativo multidisciplinar

DIR-01 cuenta que el proceso de diseño en su oficina era llevado a cabo de manera independiente de las otras disciplinas, en donde la parte de arquitectura era completada primero de manera aislada y luego se integraba en segundo orden con la ingeniería estructural. Se recibían los comentarios y modificaciones de los ingenieros y se ajustaba la arquitectura en consecuencia. Posteriormente, se abordaban en un tercer lugar las instalaciones, como el caso de la eléctrica o la sanitaria, pero eso era en una etapa posterior. En general, no existía una colaboración estrecha en el proceso de diseño entre las distintas disciplinas involucradas en los proyectos que realizaban.

MEC-01 de acuerdo a su experiencia, han habido altibajos en la colaboración con especialistas de otras disciplinas. En muchos casos, la interacción entre estos se limita a intercambiar planos y realizar modificaciones de manera secuencial. El arquitecto tiende a centralizar la documentación del proyecto y no hay una conexión fluida entre los especialistas. Sin embargo, enfatiza la importancia del trabajo coordinado entre los equipos y destaca la necesidad de reuniones de coordinación y el establecimiento de minutas y acuerdos. Estas prácticas son promovidas por los sistemas de certificación.

Así mismo, hace referencia a que la estructura física de las oficinas de diseño, en la cual los profesionales de distintas disciplinas trabajan en un mismo edificio, facilitan la colaboración debido a su proximidad. Además, señala la importancia de tener claridad en las estructuras jerárquicas y en el liderazgo del proyecto, para evitar desinformación y asegurar una comunicación efectiva.

En proyectos que requieren una integración estrecha, como la construcción en madera, han encontrado obstáculos al tratar de materializar ciertas ideas arquitectónicas. Los ingenieros aportan soluciones prácticas que a veces implican ajustes en el diseño original, lo cual puede generar tensiones debido a las diferentes perspectivas y enfoques profesionales. También ha notado que el liderazgo en los proyectos arquitectónicos ha evolucionado hacia equipos donde se equilibran los roles y se toman decisiones conjuntas. Esta dinámica ha sido beneficiosa para abordar aspectos técnicos y de eficiencia energética, pero también ha presentado desafíos en términos de coordinación y cumplimiento de plazos. A veces, las diferencias en la forma de trabajo y las presiones del proyecto pueden dificultar la colaboración fluida entre disciplinas.

Durante su carrera tuvo la posibilidad de participar en un proyecto de gran escala de fabricación de paneles de madera, donde experimentó una coordinación total entre distintas disciplinas. Esta fue la primera vez que se encontró con una metodología de trabajo

en la que todas las especialidades colaboraban activamente, discutiendo y resolviendo interferencias de manera conjunta. A diferencia de sus experiencias anteriores, en las que cada disciplina trabajaba por separado y se coordinaban en la obra, este proyecto permitió una mayor colaboración desde las etapas iniciales.

Hace mención a la importancia de la coordinación y el trabajo en paralelo entre las disciplinas desde el inicio del proyecto. Menciona que en el pasado, las decisiones se tomaban en terreno y se generaban cambios sobre la marcha, lo que podía afectar los costos y generar incertidumbre. Sin embargo, en un proyecto de una universidad en el que participó, se logró una coordinación más estrecha entre las especialidades, trabajando sobre el mismo modelo virtual y resolviendo interferencias de manera más efectiva.

Aunque reconoce que existían desafíos técnicos relacionados con la velocidad de internet para trabajar en línea, el uso de una plataforma que permitía el intercambio de archivos y la visualización de interferencias facilitó la colaboración y evitó errores en el proyecto.

Sobre las definiciones de diseño en la etapa de obra

ARC-01 comenta que han experimentado desafíos en las definiciones proyectuales durante la fase de construcción, menciona que intentan incluir los honorarios de visita a obra en sus proyectos, pero generalmente dedican más tiempo del que se les paga. Aprecian la comunicación y confianza con el equipo de constructores con los que trabajan, pero también reconocen la necesidad de una mayor integración entre la ingeniería estructural y las instalaciones sanitarias para evitar problemas en la obra.

Así mismo, reconocen que algunas definiciones son propias de la experiencia en la construcción y resulta complicado abordarlas en la etapa de diseño. Sugieren que integrar consideraciones de constructibilidad y coordinación desde la etapa de diseño podría ayudar a evitar dificultades durante la etapa de obra.

En relación a la retroalimentación del constructor antes del comienzo de la obra, menciona que solicitan una revisión completa de los planos y documentos del proyecto por parte de los constructores, y luego tienen reuniones para discutir y resolver posibles problemas. Desde su oficina de arquitectura han tenido algunas dificultades en la transición del diseño a la construcción y han experimentado demoras en la retroalimentación, concluyendo que algunos constructores están abiertos a este proceso, pero otros no tanto.

DIR-01 señala que en su oficina de arquitectura, el proceso de diseño se centraba principalmente en la elaboración de planimetrías y detalles 2D, como los baños, escaleras, armarios, mobiliario, etc. y que posteriormente se entregaban a los constructores. Sin embargo, surgían dificultades cuando iban a la obra y veían que estos no habían revisado adecuadamente los planos, lo cual se debía a una falta de capacitación en ese sentido. A pesar de ello, en la etapa de obra se tomaban decisiones sobre la marcha para resolver problemas y ajustes que surgían en el momento. Para documentar estas decisiones, se utilizaba un libro de obra donde se registraban por escrito los cambios y ajustes reali-

zados. Este enfoque resultaba más práctico y ágil en comparación con la generación de planos de detalle.

MEC-01 observa que es difícil resolver todos los problemas de diseño en la etapa previa a la obra. Destaca la importancia de tener un conocimiento real del proceso constructivo, ya que a menudo surgen limitaciones durante la ejecución que pueden afectar las propuestas de diseño. Además, menciona que es común descubrir detalles o encuentros no previstos cuando se llega a la etapa más fina del diseño. Aunque reconoce que herramientas como el modelado 3D y la metodología BIM pueden ayudar a visualizar el proyecto, aún existen decisiones que se toman al pie de la obra. Señala la importancia de documentar los cambios y modificaciones en el libro de obras.

La experiencia de la realidad virtual

ARC-01 menciona que lo que más le impactó fue la sensación de vivir la experiencia. Aunque no podía percibir los olores ni tocar físicamente los objetos, pudo visualizar el proyecto de una manera inmersiva. Sin embargo, lo que más le impresionó no fue tanto la parte de coordinación con otras disciplinas, sino la idea de utilizar esta tecnología para interactuar con los clientes.

Considera que la arquitectura es un servicio abstracto y que la realidad virtual puede romper esa barrera al permitir que las personas vean, toquen e interactúen con el proyecto de manera más comprensible. La tecnología ofrece una oportunidad para superar la percepción de la arquitectura como una caja negra inaccesible y abrir nuevas posibilidades de comunicación con los clientes.

Destaca que la realidad virtual ofrece una experiencia única al permitir reunirse con profesionales de otras disciplinas en un entorno inmersivo. En este ambiente, es posible revisar y coordinar el proyecto de manera más efectiva que con planos 2D, al respecto menciona:

La gran diferencia es poder estar inmerso adentro del proyecto, revisando con otros especialistas, es casi una conversación de obra. Porque finalmente las decisiones se pueden tomar ahí en este espacio. (ver entrevista en anexos)

Destaca la capacidad de señalar y discutir detalles específicos dentro del proyecto, como la inclinación de una cercha, de forma más clara y eficiente en la realidad virtual. En este espacio inmersivo, todos los participantes pueden revisar y discutir en tiempo real como una conversación de obra, lo que facilita la toma de decisiones y ofrece una visión más completa y tridimensional de los proyectos.

DIR-01 comenta que no contaba con experiencia previa en el uso hasta el proyecto del Future Eduspace a principios de 2020. Considera que fue una experiencia fascinante y enriquecedora, sin embargo menciona que puede resultar agotador estar de pie durante largos períodos de tiempo, también se tiene la opción de sentarse y disfrutar de la experiencia.

Destaca la posibilidad de reunirse en un entorno virtual con avatares que representan a los profesionales involucrados en el proyecto, lo cual le pareció sorprendente y enriquecedor. Destaca el aspecto lúdico y entretenido que se pueden experimentar en este entorno virtual, comparándolo con estrategias de creatividad como las del juego con las piezas de Lego.

Menciona que la realidad virtual ofrece una visión concreta y con mayor comprensión de los conflictos y las inconsistencias entre las diferentes disciplinas, permitiendo mejorar el diseño del proyecto y tomar decisiones más precisas. Aunque reconoce que las generaciones más jóvenes pueden estar más familiarizadas con estas tecnologías.

Se vio especialmente cautivado por la capacidad de cambio de escala que esta tecnología ofrece. Poder alternar entre una vista a modo peatonal en escala 1:1 como si estuviera en la obra misma, y una visualización que le permitía ver el proyecto como si fuera una maqueta, fue algo que le resultó sumamente interesante.

Esta capacidad de cambiar de escala le brindó una nueva forma de apreciar y comprender el proyecto, al poder situarse sobre la cubierta del proyecto o adoptar una perspectiva peatonal, lo que generó una experiencia visual impactante al experimentar las dimensiones y proporciones del diseño.

MEC-01 menciona haber tenido una experiencia limitada en el uso de la realidad virtual. Anteriormente, había trabajado principalmente con modelos 3D y presentaciones visuales, pero no había tenido la oportunidad de sumergirse en una experiencia de realidad virtual con un casco. Aunque había experimentado con aplicaciones de realidad aumentada, estas se consideraban más como elementos anecdóticos o herramientas para presentaciones, y no como una verdadera herramienta de trabajo colaborativo.

El proyecto Future Eduspace cambió esa perspectiva, al respecto menciona:

Pero yo creo que la experiencia de usar realidad virtual en este proyecto del future Eduspace, primero fue súper entretenido, súper interesante, de hecho, fue como un visita a la obra virtual.
(Ver entrevista en anexos)

Destaca el poder recorrer el espacio virtual desde la perspectiva de un peatón fue especialmente cautivador desde el punto de vista arquitectónico. Sin embargo, lo más impactante para él fue la capacidad de tener múltiples participantes dando su opinión al mismo tiempo.

El caso del Future Eduspace

ARC-01 describe su experiencia como positiva, resaltando que el factor clave que lo hizo destacar fue la incorporación de la realidad virtual. Desde el primer momento en que utilizó el casco de realidad virtual, reconoció su potencial y el impacto que esta tecnología podría tener en la profesión. Considera que estas herramientas están disponibles y pueden ser utilizadas para mejorar las metodologías de trabajo en arquitectura.

En cuanto al trabajo con el equipo multidisciplinario, considera que habría sido muy difícil o casi imposible realizar el proyecto sin el apoyo de la coordinación y las revisiones en realidad virtual, especialmente debido al nivel de interés y el estándar de calidad que debía tener el proyecto.

DIR-01 destaca que el proceso de diseño se caracterizó por ser altamente participativo e integrado, adoptando una metodología innovadora. A diferencia de enfoques tradicionales, donde las disciplinas trabajan en etapas secuenciales, aquí se llevó a cabo un trabajo simultáneo y paralelo. Cada disciplina desarrollaba su proyecto de manera conjunta, fomentando la integración desde el inicio.

Resalta como aspecto a destacar las sesiones de revisión con realidad virtual. Esto permitió una comunicación fluida y constante entre todos los participantes del proyecto, sin importar su especialidad. En general, esta metodología integrada contribuyó significativamente al proceso de diseño del Future Eduspace.

MEC-01 resalta la experiencia de las sesiones con realidad virtual, la capacidad de colaboración y discusión en tiempo real con los profesionales de las otras disciplinas. Poder interactuar simultáneamente y recibir comentarios y opiniones de otros participantes fue muy valioso. Al respecto menciona:

Durante las sesiones que teníamos con realidad virtual, ahí las cosas me quedaban mucho más clara porque las podía observar como si estuviera en la obra y además a eso se le sumaba que lo tenía al ingeniero que te lo iba explicando (Ver entrevista en anexos)

Los participantes pueden explicar y visualizar conceptos de manera más clara, lo que facilita el entendimiento de los demás. Además, se generan interacciones más activas y se evitan distracciones externas. Estas interacciones promueven un aprendizaje en conjunto, incluso en aspectos sutiles del diseño que suelen dejarse para la etapa de construcción.

En particular destacó la importancia de identificar interferencias y problemas relacionados con su especialidad, como el trazado de ductos de climatización. Por otro lado mencionó un caso específico en el que se dio cuenta de que el trazado que había diseñado en base a los planos de arquitectura podrían interferir con la estructura del edificio. Esta situación resaltó la importancia de tener acceso a información detallada.

Logística previa a las sesiones de revisión de diseño

ARC-01 menciona que uno de los problemas logísticos que enfrentó fue la configuración de la altura del observador durante el recorrido del proyecto. Al configurar inicialmente el sistema guardián en una posición sentada, experimentó dificultades la altura del observador, ya que su perspectiva del proyecto parecía estar a una altura más baja que la de los demás participantes. Sin embargo, señala que pudo resolver este problema practicando previamente y familiarizándose con el sistema al explorar otros proyectos en realidad virtual.

DIR-01 admite que la etapa previa de ingresar a la sesión puede resultar un poco compleja, en donde hace referencia a que no es tan simple como encender una computadora o un televisor, ya que requiere verificar el dispositivo, asegurarse de que el software esté actualizado, comprobar que las pilas de los controladores estén cargadas, entre otras cosas mas. Se cree que esto se debe a que las personas están acostumbradas a la inmediatez en sus actividades cotidianas.

A pesar de estos desafíos iniciales, considera que la experiencia en sí misma es sumamente valiosa y realista. Sin embargo, una vez superada esa etapa, valoró positivamente la facilidad y realismo que ofrecía la realidad virtual en las reuniones de diseño.

Por otro lado considera que con más experiencia en el uso de la realidad virtual, se va aprendiendo a solucionar los problemas de la logística previa. Sin embargo, menciona que surgen nuevas dificultades, como la configuración de los dispositivos con el WIFI al cambiar de lugar de conexión. Destaca la importancia de que exista un protocolo específico para preparar las sesiones con el fin de evitar contratiempos. Este debería funcionar a modo de guía sobre el proceso de configuración previa ya que sino puede resultar un tanto engorroso.

El movimiento en el espacio real y virtual

ARC-01 Comenta que debido a limitaciones de su espacio domestico, no pudo desplazarse físicamente caminando dentro del proyecto en el entorno virtual. En su lugar, utilizó los controladores del Oculus para moverse. Sin embargo, menciona que le gustaría explorar la percepción del espacio caminando físicamente, ya que se acercaría más a la experiencia real en un proyecto de arquitectura.

Reconoce que este tipo de experiencia podría tener un impacto significativo en el campo de la arquitectura, aunque señala que la disponibilidad de un amplio espacio físico para este tipo de recorridos puede ser un desafío.

MEC-01 menciona que al principio, los desplazamientos le resultaron un tanto complicados, pero tras practicar con un modelo de ejemplo que trae el software Prospect, pudo familiarizarse con los comandos y aprender a girar y desplazarse dentro de los modelos virtuales.

Por otro lado comenta, que debido a su experiencia previa con consolas de videojuegos, especialmente la Nintendo Wii, le resultó útil para adaptarse al manejo de los controles del Oculus. Comparados con otros dispositivos que requieren el uso de ambas manos, considera que los controles del Oculus, que se manipulan con los pulgares, resultan más naturales y fáciles de usar.

Una de las características que destaca de la realidad virtual es la libertad para observar cualquier punto en el espacio. Mediante el movimiento natural de la cabeza, puede explorar el espacio virtual como si estuviera presente en un espacio real, lo cual le parece una experiencia fascinante.

En cuanto a la posibilidad de desplazarse físicamente caminando, sin utilizar los controladores de desplazamiento del Oculus, comenta que ha tenido pocas oportunidades para experimentarlo. En su entorno doméstico, donde el espacio es limitado, ha enfrentado dificultades y se ha chocado con los muebles, a pesar de haber establecido previamente un espacio de seguridad. Sin embargo, en entornos con más espacio disponible, ha encontrado esta opción realmente entretenida.

Sobre la atención a puntos específicos en las sesiones de revisión inmersiva

ARC-01 menciona que en algunas ocasiones le resultaba difícil saber si los demás participantes podían ver lo que estaba señalando en el proyecto. Hubo momentos en los que preguntó si su señalización era visible para todos. También recuerda que en una reunión anterior, el Host utilizó una herramienta de puntero con una burbuja para hacer comentarios y marcas en el proyecto, lo cual despertó su curiosidad sobre si esas marcas permanecían en el proyecto para que otros las vean posteriormente, de manera similar a cómo se hace en un plano físico al hacer una marca con un lápiz.

MEC-01 menciona que encontró muy natural y fácil identificar los puntos señalados en el modelo durante las discusiones de diseño. La experiencia de realidad virtual le permitía orientarse de manera intuitiva, simplemente siguiendo la indicación de mirar hacia un lugar específico. En comparación con una revisión con planos 2D, consideró que la realidad virtual facilitaba mucho más la ubicación y comprensión de los elementos del proyecto.

La posibilidad de visualizar el modelo desde diferentes perspectivas, tanto desde afuera como si estuviera parado frente a una maqueta, como desde adentro a escala 1:1, como si estuviera caminando dentro del proyecto. Estas opciones de visualización le ayudaban a ubicarse rápidamente en el modelo y comprender los puntos específicos que se discutían.

Sesiones de revisión de diseño por videoconferencia versus las de realidad virtual

DIR-01 comenta que hay una mayor atención en el entorno de la realidad virtual. Al respecto menciona:

En el fondo están todos mucho más concentrados en lo que están viendo, es decir, las interferencias entre las distintas especialidades se hacen tan evidentes que es muy fácil darse cuenta en donde están los problemas. Por otro lado, si todos estuviéramos viendo el mismo detalle en un plano 2D sería mucho más complejo el darse cuenta o llevaría más tiempo. Lo que pasa es que en el escenario de la realidad virtual estás viendo los detalles en un modelo en 3D. (ver entrevista en anexos)

Por el contrario en las sesiones de revisión en plataformas como Zoom, se requiere una mayor imaginación y esfuerzo para comprender los detalles y situaciones del proyecto.

MEC-01 considera que es más fácil y eficiente resolver problemas y tomar decisiones en el ambiente de la realidad virtual debido a la inmediatez y claridad que proporciona. Además, destaca que la experiencia de la realidad virtual es más inmersiva y lúdica,

permitiendo una mayor conexión sensorial y una menor distracción en comparación con las reuniones por videoconferencia. En estas últimas, existen más elementos distractivos y la atención puede dispersarse más fácilmente.

En su experiencia, señala que la atención en las sesiones de realidad virtual es mas potente, en donde el sentido de presencia es tan fuerte que se siente como si uno estuviera presente físicamente junto al resto del equipo. En contraste, las videoconferencias en plataformas como Zoom parecen más impersonales, ya que no se puede prestar atención a todas las personas al mismo tiempo.

También menciona que ambos tipos de reuniones son agotadoras, pero de manera diferente. Las sesiones de realidad virtual requieren una atención constante y pueden resultar cansadoras, especialmente cuando se extienden durante largos períodos. Por otro lado, las videoconferencias en Zoom permiten apagar la cámara y realizar otras tareas mientras se escucha la reunión.

Al respecto de la sesiones con realidad virtual menciona;

Una cosa que también me parece interesante de estos entornos de realidad virtual, fue esta cosa de los distintos puntos de vista, me refiero a que al proyecto se lo puede observar desde distintas perspectivas. Esto es muy diferente de cuando uno visita la obra, en la cual uno tiene solo la visión desde el punto de vista peatonal, y como que ya no importa aquello que no queda a la vista, lo que pasa arriba del cielorraso yo no lo voy a ver y va a quedar tapado ahí. Mientras que acá en la realidad virtual, hay una cosa que es casi como que uno se preocupa de que hasta que quede todo ordenado, aunque no se vea en la realidad, ahí en la realidad virtual si se está viendo desde ese punto de vista. Yo creo que ahí también hay una cosa como de tomar conciencia de todo lo que queda oculto y no se ve en un proyecto pero que tiene de alguna manera un impacto sobre otras cosas. Pero yo sí siento que la revisión con realidad virtual es mucho mejor, pero te demanda tener que estar más atento durante todo el tiempo de la reunión. (Ver entrevista en anexos)

Duración y cantidad de participantes en las sesiones de revisión con RV

ARC-01 sugiere que en estas reuniones inmersivas debería haber al menos una persona por cada disciplina involucrada en el proyecto. Considera que dos personas por disciplina podrían agregar más perspectivas y variables al debate. Para definir soluciones y tomar acuerdos, es importante contar con las personas que toman decisiones y comprenden las implicaciones de esas decisiones en cada disciplina. Sin embargo, reconoce que en proyectos de mayor escala puede ser más complicado manejar la cantidad de participantes.

Durante las sesiones, observó que se formaba un círculo alrededor de la persona que explicaba un tema, tanto en la visualización en modo maqueta como en la visualización peatonal a escala 1:1. Sin embargo, señala que la proximidad física en el espacio inmersivo a veces resultaba incómoda, ya que las personas parecían estar muy cerca unas de otras. Aunque considera que tener varias opiniones es valioso, destaca que profundizar en los temas discutidos requeriría una sesión extremadamente larga, lo cual podría generar

mareos y fatiga en los participantes. Por lo tanto, sugiere que podría ser más eficiente realizar una gran reunión con todos los involucrados y luego convocar a reuniones más específicas para abordar problemas particulares.

DIR-01 considera importante establecer un tiempo adecuado que permita mantener la concentración y la productividad. Para lograrlo, sugiere fijar una agenda o minuta que defina los temas a tratar durante la sesión, de modo que los participantes estén enfocados en los aspectos relevantes. En cuanto al número de personas, recomienda limitarlo a un grupo de cuatro o cinco participantes como máximo. A su parecer esa cantidad permitiría mantener un ambiente ordenado y propicio para la discusión, evitando posibles conflictos y facilitando la toma de decisiones. Se destaca la importancia de encontrar un equilibrio entre la diversidad de perspectivas necesaria y la necesidad de evitar la saturación de voces en la reunión.

MEC-01 Considera que una duración de aproximadamente una hora es adecuada para las sesiones de revisión. Argumenta que este tiempo es suficiente debido a la fatiga que puede generar el uso prolongado del visor de realidad virtual, como el peso y el calor que genera. Además, menciona que la duración también depende del alcance y la escala del proyecto en revisión.

Proyectos más grandes y complejos podrían requerir más tiempo para abordar todos los aspectos de manera exhaustiva. En casos de proyectos de gran envergadura, como una torre habitacional de varios pisos, sugiere dividir la revisión en partes para evitar que la sesión se vuelva demasiado extensa.

Conducción de las sesiones guiadas con un anfitrión

ARC-01 considera que es importante tener un anfitrión que conduzca la sesión, esto ayuda a mantener la conversación organizada y coordinada, ya que pueden surgir muchos detalles y preguntas durante la revisión del proyecto. El anfitrión puede enfocarse en guiar la discusión y asegurarse de que se revisen tanto los detalles específicos como los aspectos generales del proyecto.

MEC-01 opina que es beneficioso contar con un anfitrión o guía en las sesiones inmersivas con realidad virtual. Según su perspectiva, esta figura resulta beneficiosa para mantener la organización de las reuniones y facilitar el flujo de trabajo, sobre todo en proyectos donde los participantes no están familiarizados con esta metodología. El anfitrión puede establecer un orden en los temas a discutir y evitar que las reuniones se prolonguen demasiado.

También menciona que aunque es importante tener una agenda predefinida, existe cierta flexibilidad para abordar temas espontáneos durante la reunión. Sin embargo, considera que contar con un guía que dirija la sesión y coordine los tiempos contribuye a un desarrollo más eficiente de la sesión. Además, el anfitrión puede resolver contratiempos y proporcionar orientación a los participantes que puedan enfrentar dificultades para navegar en el entorno virtual.

Implementación de las sesiones de revisión con RV en las distintas fases del proyecto

ARC-01 sugiere que deberían implementarse en la etapa temprana del proyecto, durante el anteproyecto. Esto permitiría identificar y abordar problemas desde el principio, evitando cambios significativos más adelante. También menciona la importancia de realizar revisiones en distintas fases del proyecto para mantener una sincronización entre las disciplinas y tener una visualización más clara de todas las especialidades involucradas.

DIR-01 considera que sería más conveniente implementarla desde las etapas iniciales, como el anteproyecto. En esta fase, se puede coordinar la ingeniería estructural con la arquitectura, y posteriormente incorporar las instalaciones. De esta manera, se pueden realizar revisiones adicionales para asegurar la integración adecuada de todos los componentes del proyecto.

MEC-01 Opina que sería oportuno implementarlas en distintas fases del proyecto. Considera que es especialmente beneficioso en etapas tempranas de diseño, donde se pueden tomar decisiones y visualizar cómo afectan al proyecto en su conjunto. Mencionó un ejemplo de un proyecto de laboratorio en el que hubo cambios en las condiciones y tuvieron que modificar toda la red de climatización. Cree que si hubieran tenido la oportunidad de realizar una reunión temprana utilizando realidad virtual, habrían evitado sorpresas y problemas futuros.

Sobre el nivel de detalle de los modelos BIM en las sesiones de revisión

MEC-01 considera que un alto nivel de detalle en los modelos BIM es beneficioso para las sesiones de discusión con realidad virtual. También hace mención que este nivel de detalle ayuda a crear una sensación de presencia y permite a los participantes sentir que están realmente en el entorno virtual del proyecto. Destaca que aspectos como la textura, los colores y la entrada de luz del sol exterior son detalles que pueden parecer insignificantes pero que tienen relevancia en la experiencia de visualización.

Además, menciona que la realidad virtual ofrece una experiencia menos abstracta en comparación con una revisión con planos convencionales, lo cual facilita la comprensión para personas de diferentes disciplinas. Sin embargo, reconoce que no todos los especialistas necesariamente requieren el mismo nivel de detalle, y para algunas disciplinas, un modelo menos detallado puede ser suficiente para centrarse en los aspectos específicos que se desean discutir.

Definiciones de diseño durante las sesiones de revisión con RV

ARC-01 opina que aunque no todas las definiciones de proyecto se pueden reducir mediante estas sesiones con realidad virtual, sí se podrían evitar algunas complicaciones. Sin embargo, destaca la importancia de incluir a la persona encargada de la construcción, al respecto menciona:

Fundamentalmente creo que hay un paso importantísimo que es la inclusión en este tipo de sesiones inmersivas a la persona de la constructora, es decir, el jefe de obra. Creo que esta persona también nos puede aportar, como en algunos elementos de diseño, de la ejecución, que a veces en papel se ven súper bonito y fácil, pero en lo práctico de la construcción a veces son decisiones muy complejas. (ver entrevista en anexos)

Aunque sin bien reconoce que la logística de incluir al jefe de obra en estas reuniones virtuales puede ser un desafío, pero considera que su participación es clave para enriquecer las revisiones del proyecto.

DIR-01 menciona que en estas sesiones de revisión pueden llegar a resolver todas las definiciones del proyecto que comúnmente surgen durante la etapa de obra. Sin embargo, es importante tener en cuenta que requieren un tiempo debido a las múltiples variables involucradas. Se destaca la importancia de integrar las instalaciones en una etapa temprana para lograr una efectiva resolución.

Según su opinión, en este tipo de sesiones es factible tomar decisiones y alcanzar acuerdos. Sin embargo menciona que para lograrlo, es necesario que las decisiones se tomen de manera rápida y que estén alineadas con el propósito de la reunión. Se enfatiza la importancia de establecer un proceso desde el inicio del proyecto, donde se puedan establecer acuerdos con los equipos de las distintas áreas involucradas, lo que facilitaría la toma de decisiones y agilizaría el proceso.

En los comentarios finales, se expresa la confianza y creencia en los procesos de diseño que involucran la realidad virtual como parte de la revisión del proyecto. Destaca la importancia de esta metodología de trabajo en la actualidad, ya que permite la conexión virtual de personas ubicadas en diferentes partes del mundo, la posibilidad de invitar a personas de diversas ubicaciones a reunirse en un mismo espacio virtual dentro de los proyectos y mantener conversaciones de diseño enriquecedoras.

MEC-01 menciona que la decisión de que los problemas se resuelvan en obra suele estar relacionada con la experiencia constructiva de los actores involucrados en el proyecto. Aunque cree que muchos problemas pueden resolverse a través del uso de modelos BIM, considera que la capacidad de resolver todos los aspectos en esta etapa depende del tipo de proyecto. Algunas estructuras, como las de madera, pueden requerir ajustes y correcciones en el sitio de construcción debido a imprecisiones del material y la ejecución. En estos casos, se suele decir que ciertos problemas se resuelven en obra.

Sin embargo, sugiere que con la realidad virtual basada en modelos BIM, es posible resolver todas las definiciones de proyecto, pero esto requeriría una sensibilidad y experiencia previa con estas tecnologías. No está seguro si existen experiencias de proyectos que hayan coordinado todo con realidad virtual y hayan resultado perfectos sin cambios durante la etapa de construcción.

4.4. Potencialidades y desafíos de la revisión colaborativa multidisciplinar usando realidad virtual inmersiva

Esta sección sintetiza los resultados previos, tanto de las sesiones en RV, como de las entrevistas y encuestas, en cuanto a las potencialidades y desafíos de la revisión colaborativa multidisciplinar usando realidad virtual inmersiva.

En la primera sesión, se enfrentaron dificultades relacionadas con la falta de coordinación técnica en el uso de las herramientas y el software de RV, marcada por ser la primera vez que se utilizaban. La sesión se caracterizó por una falta de claridad en los objetivos y una duración excesiva, lo que resultó en cansancio y fatiga en algunos participantes. Además, se presentaron problemas técnicos significativos y desorientación espacial en el entorno inmersivo. No obstante, se reconoció el potencial de este tipo de sesiones, al permitir una visualización clara del proyecto en diferentes escalas, tanto en modo maqueta como en escala 1:1, la oportunidad de recorrer la obra como si estuviese construida y ocultar o encender elementos para ver diferentes capas del proyecto.

Durante la segunda sesión, aunque se mejoraron muchos de los problemas técnicos y se definió un objetivo más claro para la revisión del diseño, la duración extensa de la sesión siguió siendo un problema. Algunos participantes expresaron la necesidad de visualizar planos convencionales, y se encontraron dificultades técnicas con la configuración de los dispositivos HMD, específicamente en la configuración de la altura de visión. Por otro lado, se evidenció cómo estas sesiones propician el entendimiento compartido, al facilitar la explicación de decisiones de diseño entre diferentes especialidades. Asimismo, se anticiparon problemas, al tener una visión integrada de las diferentes especialidades del proyecto.

En la tercera sesión, a pesar de haber mejorado los aspectos logísticos, emergieron problemas de comunicación. Algunos participantes, utilizando sus dispositivos HMD en un mismo espacio físico y compartiendo una conexión Wi-Fi, enfrentaron dificultades técnicas que afectaron la conexión y el audio, generando eco en las conversaciones. Adicionalmente, esta sesión puso de manifiesto un desafío específico con los nuevos participantes: aquellos que se sumergían por primera vez en el espacio inmersivo mostraban desorientación y un retraso al responder preguntas. Esta situación resaltó la necesidad de un tiempo de adaptación para los usuarios nuevos, lo que llevó a la inclusión de una fase de orientación en el protocolo. Este ajuste permite que los participantes se aclimaten al entorno virtual antes de involucrarse plenamente en la revisión de diseño, optimizando así la eficacia de la colaboración. Esto destacó la importancia de considerar un tiempo de asimilación después de emitir instrucciones, permitiendo a los participantes nuevos aclimatarse al entorno inmersivo antes de participar activamente en la revisión de diseño. Este hallazgo fue crucial para el desarrollo del protocolo, indicando la necesidad de incorporar una fase de orientación y adaptación para los usuarios menos experimentados en la realidad virtual.

En general, se encontró que este tipo de revisiones permiten una comprensión más

profunda y compartida de los proyectos. Esto se traduce en una capacidad mejorada para anticipar y resolver problemas antes de la construcción. Así mismo, se fortalecen las relaciones sociales de los equipos y se propicia un ambiente lúdico, que permite un mayor entendimiento de las modificaciones y evolución del proyecto. Por otro lado, se genera una validación del BIM, es decir, permite a los proyectistas evaluar el grado de precisión en los datos que contienen los modelos BIM. Finalmente, este tipo de revisiones permiten aprovechar la experiencia de los profesionales, generando mayor intercambio de comentarios, entendimiento compartido y aprendizaje colectivo.

Por otro lado, entre los desafíos identificados se encuentran aspectos técnicos y logísticos asociados al uso de nuevas herramientas tecnológicas, incluyendo hardware y software. Del mismo modo, el malestar físico y mental, vinculado al tiempo de permanencia en las sesiones, y la necesidad de definir roles y responsabilidades para toma de decisiones eficiente son aspectos a tener en cuenta. Así mismo, se identifica como barrera que un nuevo entorno de colaboración y manera de acercarse a la revisión del proyecto, desafía el enfoque convencional y por tanto, requiere flexibilidad por parte de las personas. Otro desafío es la diversidad de disciplinas, antecedentes profesionales y experiencias de los participantes, que implican diferentes lenguajes y maneras de hacer las cosas.

4.5. Protocolo

En función de las potencialidades y desafíos identificados, y la mejora iterativa de diferentes aspectos a considerarse para el desarrollo de sesiones de revisión en RV, a continuación se presentan de manera sintética los principales puntos que deben tenerse en cuenta en un protocolo para la implementación de sesiones de este tipo.

En primer lugar, es esencial **establecer metas y objetivos claros** para cada sesión de RV, orientados a la detección anticipada de errores y a la evaluación exhaustiva de alternativas de diseño. Estos objetivos deben guiar el desarrollo de las sesiones, asegurando un proceso de revisión eficiente y efectivo.

La **selección de la infraestructura y el soporte técnico adecuados** juega un papel crucial en el desempeño de las sesiones de RV. Se aconseja una cuidadosa elección de hardware y software de RV, teniendo en cuenta las necesidades específicas del proyecto y las características técnicas de los dispositivos. Además, es importante considerar las cuestiones logísticas previas a cada sesión y garantizar un mantenimiento y actualización regulares de los equipos para evitar interrupciones y maximizar la productividad.

La **integración de estrategias del BIM y RV** en la revisión de proyectos arquitectónicos presenta una oportunidad para mejorar la precisión y la toma de decisiones. Se recomienda optimizar los modelos BIM para su uso en entornos de RV y coordinar cuidadosamente la selección de plataformas para BIM y RV. Esta integración debe ser considerada desde las primeras etapas del proyecto para asegurar una revisión de diseño detallada y proactiva.

Para aprovechar al máximo las sesiones de RV, es fundamental la **formación y capacitación de los participantes**. Desarrollar programas de capacitación específicos y prácticas en RV puede incrementar significativamente las habilidades de los usuarios, resultando en revisiones de diseño más efectivas. Estas actividades formativas deben incluir estrategias para la evaluación y mejora continua de las habilidades en RV.

La claridad en la **definición de roles y responsabilidades** es esencial para una colaboración efectiva durante las sesiones de RV. Hay que asegurar que cada participante comprenda su papel y cómo su contribución impacta en el proceso de revisión contribuye significativamente a la eficiencia y el éxito de las sesiones.

La **planificación y coordinación** cuidadosa de las sesiones de RV son indispensables para su éxito. Se debe prestar atención a establecer normas de comportamiento, así como a definir la estructura, herramientas y dinámicas de trabajo. Una gestión eficiente del tiempo es clave para maximizar la productividad de las sesiones.

Para **abordar eficazmente las inconsistencias e interferencias** en los proyectos, se recomienda adoptar enfoques complementarios que permitan una evaluación exhaustiva desde múltiples perspectivas. La utilización de la detección de interferencias y la exploración de inconsistencias basándose en una matriz de interferencias como mediante guiones de recorrido en RV son prácticas valiosas en este sentido.

Finalmente, la **resolución de problemas y la toma de acuerdos** durante las sesiones de RV deben ser procesos colaborativos y consensuados. Seguir un enfoque estructurado para la toma de decisiones y realizar un seguimiento post-sesión para revisar los acuerdos alcanzados son prácticas recomendadas. Además, la documentación y el reporte de las decisiones tomadas durante las sesiones son cruciales para garantizar la trazabilidad y reflejar los cambios en la evolución del proyecto de manera precisa.

La propuesta del protocolo detallado puede consultarse en el Apéndice A. Se presenta como una guía con recomendaciones dirigida a profesionales a cargo de la coordinación BIM y realidad virtual, para optimizar las revisiones de diseño colaborativas y multidisciplinarias implementando la realidad virtual inmersiva de manera remota, de tal manera de facilitar la toma de decisiones, respondiendo a los desafíos y aprovechando las potencialidades de este tipo de revisiones.

Para facilitar la puesta en marcha del protocolo para la implementación de realidad virtual en las revisiones de diseño de proyectos de arquitectura, se han preparado tres documentos esenciales, incluidos como anexos en el Apéndice A. El primero es una Lista de Chequeo para el Facilitador, que proporciona una guía detallada de las tareas a realizar antes, durante y después de cada sesión en RV, asegurando que todos los aspectos técnicos y logísticos sean cubiertos. El segundo documento es una Plantilla de Agenda, diseñada para planificar adecuadamente las sesiones en RV, desde la invitación de los participantes hasta proporcionar instrucciones claras para el acceso y la optimización de la sesión. Finalmente, la Plantilla de Acta de la Sesión está destinada a compilar de manera estructurada todos los acuerdos, decisiones y compromisos tomados durante la sesión,

facilitando el seguimiento y la continuidad del proyecto. Estos recursos están diseñados para mejorar la coordinación y eficacia de las reuniones virtuales, contribuyendo a una colaboración más fluida y productiva.

Capítulo 5

Conclusiones y trabajo futuro

“Hay que trabajar interdisciplinariamente a través de otros campos del conocimiento, porque la idea o el gran desafío de hoy no es resolver los problemas planteados sino aventurarse a resolver los problemas del futuro”

Nicolás Bares

Este trabajo final de maestría tuvo como objetivo explorar las revisiones colaborativas de diseño usando RV inmersiva de manera remota con participantes de diferentes disciplinas asociados a un proyecto de arquitectura basado en la metodología BIM. A través de un enfoque iterativo, se buscó desarrollar un protocolo que optimizara estas revisiones, identificando simultáneamente las potencialidades y barreras de la integración de BIM con RV (BIM+RV).

Los resultados han demostrado cómo la RV inmersiva puede facilitar una colaboración significativamente mejorada y una toma de decisiones más informada entre los participantes de diversas disciplinas. A pesar de enfrentar desafíos técnicos y de adopción, se logró formular un protocolo inicial que mostró viabilidad en contextos prácticos.

En las siguientes secciones, se discutirán más detalladamente las conclusiones sobre las hipótesis planteadas, la respuesta a los objetivos específicos, y se reflexionará sobre las implicaciones teóricas y prácticas de estos hallazgos. Asimismo, se abordarán las limitaciones del estudio y se propondrán direcciones para trabajos futuros, sugiriendo cómo los aprendizajes de este trabajo pueden guiar la evolución de la práctica y la investigación de BIM+RV.

Este trabajo no solo subraya la utilidad de nuevas tecnologías en el diseño arquitectónico, sino que también plantea preguntas críticas sobre cómo futuras generaciones de diseñadores interactuarán con herramientas digitales avanzadas, potencialmente rediseñando procesos de diseño largamente establecidos.

5.1. Conclusiones sobre las hipótesis

Este estudio propuso inicialmente dos hipótesis centrales: 1) que las revisiones colaborativas utilizando BIM+RV anticiparían decisiones de diseño que generalmente se

postergan hasta la fase de construcción, y 2) que la implementación efectiva de tales revisiones requeriría protocolos específicos, incluyendo tiempos máximos de reunión y roles claros.

Los resultados demostraron parcialmente la primera hipótesis, mostrando que mientras BIM+RV facilita una mejor comunicación y comprensión del proyecto entre distintas disciplinas, no necesariamente garantiza la anticipación de decisiones críticas en la fase de diseño. Esto resalta la necesidad de ajustar o expandir los métodos de implementación de BIM+RV para asegurar que las decisiones de diseño se tomen efectivamente en las fases tempranas.

En cuanto a la segunda hipótesis, los datos recopilados apoyan la idea de que un protocolo específico mejora la eficiencia de las sesiones de revisión de diseño con BIM+RV, facilitando la colaboración entre las diferentes disciplinas y promoviendo un entendimiento compartido más profundo, además de ayudar a identificar inconsistencias e interferencias en el proyecto. A pesar de los desafíos técnicos y el desconocimiento inicial por parte de los participantes, el diseño iterativo del protocolo permitió su refinamiento continuo. A medida que se identificaban obstáculos en cada sesión, el protocolo se adaptaba, mejorando su aplicabilidad y eficacia.

Aunque no se demostró completamente que esta metodología reduzca las decisiones in situ durante la construcción, varios factores contribuyeron a este resultado. Principalmente, la naturaleza exploratoria del estudio y la cantidad limitada de sesiones con RV no permitieron una evaluación exhaustiva. Asimismo, la falta de un protocolo en las sesiones iniciales limitó su validación, ya que carecían por completo de una guía estructurada. Además, la ausencia de la fase constructiva del prototipo del Future Eduspace restringió significativamente la capacidad de evaluar directamente el impacto de la toma de decisiones de diseño en la fase de construcción.

5.2. Conclusiones sobre los objetivos

En respuesta al objetivo general de explorar las revisiones colaborativas de diseño usando RV inmersiva de manera remota en proyectos de arquitectura basados en BIM, este estudio ha generado un protocolo inicial que optimiza estas revisiones. Se ha demostrado que la integración de BIM+RV facilita una colaboración más efectiva y una toma de decisiones más informada entre participantes de diferentes disciplinas.

Respecto al primer objetivo específico, que era identificar las potencialidades de este tipo de revisiones, el estudio ha revelado que estas tecnologías fomentan una comprensión más profunda y compartida de los proyectos. Esto mejora la capacidad para anticipar y resolver problemas antes de la construcción, fortalece las relaciones sociales de los equipos, y crea un ambiente lúdico que facilita el entendimiento de las modificaciones y la evolución del proyecto. Además, estas revisiones permiten una validación más precisa del BIM, es decir, permite a las diferentes disciplinas evaluar el grado de precisión en los

datos que contienen los modelos BIM. Finalmente, este tipo de revisiones permiten aprovechar la experiencia de los profesionales, generando mayor intercambio de comentarios, entendimiento compartido y aprendizaje colectivo.

En cuanto al segundo objetivo específico, que consistía en reconocer barreras y desafíos en la colaboración multidisciplinar con RV inmersiva, se identificaron desafíos clave a lo largo de las sesiones de revisión. Entre ellos, aspectos técnicos y logísticos asociados al uso de nuevas herramientas tecnológicas, incluyendo hardware y software. Del mismo modo, el malestar físico y mental, vinculado al tiempo de permanencia en las sesiones, y la necesidad de definir roles y responsabilidades para toma de decisiones eficiente son aspectos a tener en cuenta. Además, el nuevo entorno de colaboración desafía las prácticas convencionales, lo que requiere una mayor flexibilidad de los participantes. La diversidad de disciplinas, antecedentes profesionales y experiencias de los involucrados, que implican diferentes lenguajes y maneras de hacer las cosas, representa otros desafío significativo.

Finalmente, en relación con el tercer objetivo específico de proponer un protocolo para optimizar las revisiones colaborativas, el estudio ha desarrollado un conjunto de directrices y prácticas. Este protocolo no solo facilita la toma de decisiones y mejora la colaboración, sino que también capitaliza las potencialidades de la RV inmersiva, contribuyendo significativamente a una implementación más eficaz en equipos de diseño. Así mismo, el protocolo incorpora los desafíos identificados, asegurando que este responda efectivamente a las barreras encontradas y mejore la experiencia de colaboración en revisiones de diseño usando RV inmersiva.

Es crucial reconocer que el protocolo desarrollado en este estudio no es un conjunto de directrices estáticas, sino un marco dinámico destinado a evolucionar continuamente. La efectividad del protocolo depende no solo de su capacidad para adaptarse a nuevas tecnologías y cambios en las prácticas profesionales, sino también de ser ajustado a las condiciones específicas de cada proyecto u organización. Además, las barreras y oportunidades identificadas durante el estudio no pueden abordarse por completo de una sola vez y serán reconocidas más claramente a medida que el protocolo se implemente y refine en diferentes contextos. Cada implementación del protocolo puede revelar nuevas dificultades o posibilidades, sugiriendo ajustes y mejoras continuas.

Por lo tanto, es esencial que exista una reciprocidad y apertura hacia el cambio por parte de todos los actores del proyecto. Esto implica no solo adaptar las herramientas y procesos a las necesidades específicas, sino también fomentar un cambio de mentalidad en los profesionales, quienes deben estar dispuestos a desafiar las normas convencionales y explorar nuevas formas de colaboración. En un sector en constante cambio como el de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción, particularmente en el contexto de la llamada industria 4.0, la capacidad de adaptación no es simplemente deseable, sino una necesidad para el progreso y la competitividad de la industria.

Este enfoque iterativo y adaptable permite que el protocolo no solo responda a los

desafíos actuales, sino que también se prepare para enfrentar futuros obstáculos y aprovechar oportunidades emergentes, manteniendo su relevancia y efectividad en un entorno profesional en constante evolución.

5.3. Implicaciones teóricas y prácticas

Este estudio subraya la necesidad de replantear la manera en que se llevan a cabo las revisiones de diseño en el sector de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC), destacando el potencial de los entornos virtuales inmersivos para transformar estos procesos. Las generaciones emergentes, ya familiarizadas con la interacción en entornos 3D a través de juegos en línea, plantean una pregunta fundamental: ¿seguirán siendo relevantes los métodos de representación convencionales, basados en documentación 2D, en los próximos años?

La adaptación de las revisiones de diseño a las nuevas formas de percepción y colaboración digital es crucial. Esta perspectiva podría ser clave para desarrollar métodos más efectivos y atractivos de colaboración y revisión de diseño en la arquitectura, adaptándose a las generaciones actuales y futuras.

La transición hacia la llamada industria 4.0 en el sector de la AEC no solo sugiere cambios en las herramientas usadas, sino también en los roles profesionales. El papel de anfitrión RV en las sesiones de revisión de diseño es un ejemplo de cómo los arquitectos podrían evolucionar hacia facilitadores de procesos, combinando habilidades técnicas con competencias interpersonales para gestionar la dinámica de equipos multidisciplinarios eficazmente.

Por lo tanto, se enfatiza la importancia de incorporar en la formación y desarrollo profesional de los arquitectos e ingenieros, tanto actuales como futuros, no solo las capacidades técnicas de herramientas como RV y BIM, sino también las habilidades blandas necesarias para una colaboración efectiva. Esto implica un enfoque más integrador en la educación de los profesionales del sector, preparándolos para trabajar en un mercado cada vez más globalizado y tecnológicamente avanzado.

Desde una perspectiva de política y normativa, las implicaciones de integrar BIM+VR en procesos estándar de AEC son significativas. Los cambios legislativos y normativos deben ser anticipados y gestionados para asegurar que la adopción de estas tecnologías no solo cumpla con los estándares técnicos si no de seguridad y privacidad.

Por otro lado, las tecnologías de BIM+RV pueden ofrecer grandes beneficios en términos de inclusión y accesibilidad. La adaptación de estas herramientas para ser accesibles a personas con diversas capacidades puede abrir nuevas vías para la participación en el proceso de diseño, haciendo el campo más inclusivo. Profesionales con discapacidades físicas o limitaciones sensoriales, podrían participar más plenamente en el proceso de revisión de diseño gracias al uso de la RV. Asimismo, profesionales con muchos años de experiencia en métodos empíricos o tradicionales pueden encontrar en los entornos

virtuales una manera eficaz de converger y comunicarse, ya que estos simulan la realidad de la obra.

Además, el uso de BIM+RV podría facilitar una mayor descentralización del proceso de diseño, permitiendo la colaboración efectiva a través de fronteras geográficas y disciplinarias. Este fenómeno podría cambiar la forma en que se organizan y gestionan los estudios de arquitectura y las firmas de ingeniería, promoviendo una verdadera integración global de recursos y talentos.

La capacidad de adaptar estas herramientas a contextos culturales y situaciones específicas de cada proyecto será esencial para maximizar su efectividad y asegurar que la tecnología sirva como un verdadero facilitador del diseño arquitectónico y la construcción, más que como un simple añadido técnico.

En términos prácticos, el estudio resalta la importancia de seleccionar y adaptar los modos de visualización en RV para optimizar la comunicación y el análisis durante las revisiones de diseño. Diferentes visualizaciones, como modelos a escala o vistas peatonales 1:1, pueden variar en efectividad dependiendo del contexto de discusión. Un aspecto crucial es asegurar que todos los participantes compartan un punto de vista similar, facilitando una comprensión uniforme y discusiones más productivas.

Estas reflexiones subrayan la complejidad y el dinamismo de integrar BIM+RV en la AEC, destacando la necesidad de un enfoque holístico que abarque desde la formación profesional hasta la legislación, pasando por la actualización de la forma de trabajo y la adaptación cultural.

5.4. Limitaciones del estudio y Trabajos Futuros

Aunque se han logrado avances significativos con este trabajo, es necesario reconocer ciertas limitaciones que requieren atención. En primer lugar, el estudio se centró en un único caso de pequeña escala, lo que limita la generalización de los resultados. Sería beneficioso expandir la investigación a diferentes tipologías, escalas, y sistemas constructivos para validar y complementar los hallazgos. Además, la selección de una sola marca comercial de hardware (Oculus-Meta) y software de revisión (Prospect-IrisVR) puede restringir la aplicabilidad de los resultados. La exploración de sistemas open-source, como Unity o Unreal Engine, y otro hardware, como HTC Vive o Apple Vision Pro, permitiría un enfoque más flexible y adaptable a las necesidades de diferentes equipos de diseño, proyectos y presupuestos.

La cantidad de sesiones con el equipo Future EduSpace fue limitada, distanciada en el tiempo y en un contexto de pandemia. La implementación del protocolo se realizó de manera exploratoria y fue evolucionando en el tiempo, por lo cual la cuantificación de los beneficios fue acotada.

Otra limitación fundamental fue que el prototipo del Future Eduspace no se construyó debido a motivos externos. La ausencia de la fase constructiva del proyecto impidió

evaluar directamente el impacto de las sesiones de revisión de diseño en las decisiones tomadas durante la construcción. La comparación entre las etapas de diseño y construcción es esencial para verificar la efectividad de las simulaciones virtuales en la reducción de modificaciones y definiciones en obra. Además, la falta de un Plan de Ejecución BIM desde el inicio del proyecto fue una restricción adicional para la correcta implementación del protocolo.

Aunque el estudio se planteó como una revisión multidisciplinar, la mayoría de los participantes tenían formación como arquitectos. Si bien para el proyecto asumieron roles de diferentes especialidades basados en su experiencia profesional, se reconoce que esto podría no reflejar un enfoque completamente multidisciplinar. Respecto a las sesiones complementarias con los estudiantes, el grupo fue muy acotado, siendo poco representativo de las diferentes carreras asociadas al proceso de diseño y construcción.

Además, se identificaron limitaciones técnicas que restringieron el aprovechamiento de la tecnología, como la conectividad al Wi-Fi y el espacio físico disponible para configurar el espacio virtual, así como el acceso a las licencias del software.

Muchos de los aspectos que se identificaron que necesitaban ser resueltos no llevaron a decisiones en el espacio virtual sino que se postergaron para definirse en obra. Esto refleja una resistencia al cambio en la estructura mental y la manera de hacer las cosas de los profesionales, pero también con cómo se construye en nuestros contextos en donde la industrialización es aun baja. Esto implica que hay decisiones que no se pueden anticipar porque están asociadas a una manera de construir más artesanal, que muchas veces requiere definiciones al pie de la obra.

A pesar de estas limitaciones, los hallazgos de este estudio ofrecen una base sólida para futuras investigaciones en este campo emergente, abriendo caminos hacia una implementación más efectiva y un entendimiento más profundo del uso de BIM+RV para la revisión de los diseños. Para validar más robustamente la hipótesis, sería beneficioso un enfoque más amplio que incluya múltiples proyectos que incorporen la etapa de construcción. Esto permitiría un monitoreo exhaustivo desde la conceptualización en el entorno virtual hasta la materialización en el sitio de construcción, proporcionando una comparación directa entre las decisiones anticipadas y las tomadas en obra.

Un desafío significativo identificado en este trabajo es la rápida evolución de la tecnología en el campo de la RV. La investigación centrada únicamente en los aspectos tecnológicos actuales de la RV se enfrenta a una batalla constante contra el tiempo. Con frecuencia, al alcanzar una comprensión profunda de las tecnologías existentes, estas ya han sido reemplazadas o mejoradas significativamente. Esta aceleración continua en el desarrollo tecnológico presenta una dificultad inherente para cualquier estudio que intente mantenerse al día con las últimas tendencias y herramientas.

Sin embargo, se plantea que un enfoque más resiliente y duradero para la investigación en este campo podría ser examinar la dinámica de cómo los individuos y los equipos interactúan con las tecnologías de RV. Al centrarse en el aspecto humano – cómo los

arquitectos, diseñadores y otros profesionales se adaptan, adoptan y utilizan estas herramientas en sus procesos de trabajo – se puede obtener una comprensión más profunda y significativa que trasciende los ciclos de cambio tecnológico. Esta orientación hacia las experiencias humanas y las interacciones proporcionaría perspectivas valiosas que son relevantes más allá de los cambios específicos en las herramientas y plataformas tecnológicas.

Por lo tanto, se sugiere enfocar futuras investigaciones en el impacto de la RV en las prácticas colaborativas y los procesos de diseño en arquitectura, poniendo énfasis en la adaptación humana y la integración efectiva de estas tecnologías en los flujos de trabajo existentes, más allá de las capacidades técnicas puras de las herramientas.

5.5. Reflexión final

Este trabajo final de maestría ha evidenciado una evolución significativa en la manera en que se realizan las reuniones de trabajo para la revisión de diseños de proyectos. Se ha transitado de sesiones puramente presenciales a las estrictamente virtuales, especialmente durante la pandemia del COVID-19, evolucionando hacia formatos híbridos en la actualidad. En este nuevo escenario, es común que ver un grupo de diseñadores participando presencialmente desde la sala de reuniones de la oficina, mientras otros se conectan de manera remota desde sus hogares o sitio de construcción.

Este cambio de escenarios, que se vio reflejado en el caso de estudio, ha requerido el diseño de estrategias adaptativas. Las sesiones de revisión de diseño con BIM+RV, si bien presentan similitudes con las sesiones convencionales, también enfrentan desafíos únicos. Los participantes no comienzan desde cero en el entorno de la revisión con RV, sino que traen consigo saberes y métodos adquiridos a lo largo de los años de ejercicio profesional, y los incorporan en este nuevo medio.

El principal desafío para la implementación óptima de estas tecnologías en las revisiones de proyectos es entender los antecedentes de los profesionales y diseñar estrategias que se adapten a este. La experiencia obtenida en este estudio muestra que las sesiones de revisión con RV son un entorno prometedor para la optimización de proyectos, pero requieren un monitoreo constante de los equipos de diseño, las tecnologías utilizadas y la dinámica de interacción.

La diversidad de cada persona y equipo, como se ha observado en las sesiones con el equipo de Future Eduspace, indica que la implementación de un protocolo para la optimización de las sesiones de revisión con RV debe estar en constante evolución. En un entorno de trabajo que se digitaliza rápidamente, es esencial reflexionar sobre cómo abordar estos cambios para no quedarse atrás. Aunque a veces parece una batalla perdida, ya que con cada nueva herramienta que aprendemos surgen dos más avanzadas, la invitación es a mantener un enfoque dinámico y adaptable, poniendo siempre en primer lugar el capital humano.

Apéndice A

Protocolo para la Implementación de Realidad Virtual en la Revisión Colaborativa y Multidisciplinar de Proyectos de Arquitectura en Fase de Diseño



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
MAESTRÍA EN ARQUITECTURA: MENCIÓN EN PROYECTO

**Protocolo para la Implementación de Realidad
Virtual en la Revisión Colaborativa y
Multidisciplinar de Proyectos de Arquitectura en
Fase de Diseño**

Arq. Sebastian Giraldi

Índice general

Índice general	i
1 Introducción a las Sesiones de Revisión de Diseño Arquitectónico de manera multidisciplinar con Realidad Virtual	1
2 Establecimiento de objetivos y alcances para las sesiones	3
2.1. Ejemplos de Objetivos Específicos en Sesiones RV	3
3 Infraestructura y Soporte técnico	5
3.1. Selección de Hardware y Software de RV	5
3.2. Consideraciones técnicas y logísticas Pre-sesión	5
3.3. Mantenimiento y actualización de dispositivos de RV	7
4 Estrategias Integradas de BIM Y RV en la Revisión de Proyectos	8
4.1. Optimización de modelos BIM para entornos de RV	8
4.2. Coordinación y elección de plataformas para BIM y RV	9
4.3. Integración de las sesiones de RV en el Plan de Ejecución BIM del proyecto	10
5 Formación y capacitación	13
5.1. Programas de capacitación y prácticas en RV para la revisión de diseño . .	13
5.2. Estrategias de evaluación y mejora de habilidades	14
6 Roles y Responsabilidades	16
6.1. Identificación de Roles y Responsabilidades de los participantes en las sesiones	16
7 Planificación y coordinación de las sesiones	18
7.1. Preparación y seguimiento de las sesiones	18
7.2. Estructura y dinámica general de las sesiones	18
7.3. Gestión del tiempo y eficiencia	19
7.4. Normas de comportamiento en sesiones	20
8 Enfoques complementarios para abordar inconsistencias e interferencias	21
8.1. Análisis de interferencias a través de la matriz BIM	21

8.2. Exploración de inconsistencias mediante guiones de recorrido	21
9 Resolución de problemas y toma de acuerdos	23
9.1. Estrategias para la resolución colaborativa y toma de decisiones en RV . .	23
9.2. Seguimiento post-sesión y revisión de acuerdos	24
9.3. Documentación y Reporte de decisiones en sesiones de RV	25
Anexo A Lista de chequeo facilitador	26
Anexo B Plantilla Agenda	29
Anexo C Plantilla Acta	32

Capítulo 1

Introducción a las Sesiones de Revisión de Diseño Arquitectónico de manera multidisciplinar con Realidad Virtual

El uso de la realidad virtual (RV) por medio Head-Mounted Displays (HMDs) en la colaboración multidisciplinar de manera remota ofrece múltiples beneficios, que se han vuelto aún más relevantes en el contexto actual de trabajo y colaboración a distancia. Los HMDs permiten a los arquitectos y colaboradores sumergirse en un entorno virtual tridimensional, proporcionando una comprensión más profunda y realista del proyecto que están diseñando. Esto facilita la visualización de detalles que pueden no ser evidentes en planos bidimensionales o maquetas físicas.

Otro punto para destacar es que los participantes en diferentes ubicaciones territoriales pueden reunirse en un espacio virtual compartido. Esto permite discusiones en tiempo real, interacción con el modelo BIM (Building Information Modeling) del proyecto y generación de consensos y toma de decisiones de manera colaborativa, superando las barreras de la distancia geográfica. La visualización en 3D de manera inmersiva y colaborativa permite identificar y resolver problemas de diseño, interferencias o colisiones entre las distintas disciplinas y otros tipos de conflictos de manera más efectiva. Esto puede reducir significativamente los errores y los costos asociados a modificaciones tardías en el proyecto.

Para clientes y partes interesadas no técnicas, la revisión de manera inmersiva con los HMDs ofrece una experiencia más amigable y comprensible, permitiendo que se sumerjan en el diseño y proporcionen feedback valioso desde una perspectiva más informada. Las revisiones utilizando la RV adquieren un rol esencial en la formación y educación dentro del ámbito arquitectónico. Esta tecnología ofrece una metodología de aprendizaje práctica y atractiva, especialmente útil para comprender el proceso de construcción del proyecto.

En un entorno virtual, se promueve un entendimiento común, donde profesionales de distintas disciplinas pueden compartir y explicar sus criterios de diseño, así como

*CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LAS SESIONES DE REVISIÓN DE DISEÑO
ARQUITECTÓNICO DE MANERA MULTIDISCIPLINAR CON REALIDAD VIRTUAL*

el funcionamiento y construcción de los sistemas específicos de su campo. Esta interacción facilita un intercambio de conocimientos amplio y accesible, garantizando que la información sea comprensible para todos los participantes, independientemente de su área de especialización. Además, el uso de la RV para estas actividades contribuye significativamente a la sostenibilidad y eficiencia económica, al reducir la necesidad de viajes y reuniones físicas, fomentando prácticas de trabajo más ecológicas y rentables.

Capítulo 2

Establecimiento de objetivos y alcances para las sesiones

La sesión de revisión de diseño con el uso de RV debería ser estructurada con el fin de maximizar la eficiencia, promover la colaboración y asegurar la claridad en la comunicación entre los participantes de las diferentes disciplinas. Cada sesión debería tener como visión final que todos los participantes se sientan respetados y valorados, obteniendo claridad en los pasos a seguir y reforzando la confianza mutua para avanzar hacia los objetivos establecidos del proyecto.

Para lograr esto, es fundamental establecer un patrón consistente y lógico en la organización de las sesiones de revisión de diseño. Estas deberían ser programadas en concordancia con los estados de avance de la información del plan de ejecución BIM (quincenal o mensualmente) y mantener una duración estándar, lo cual ayuda a construir confianza entre los participantes y minimiza la aparición de problemas inesperados. Estas reuniones periódicas servirían también como un mecanismo eficiente para coordinar esfuerzos y colaborar en el intercambio de ideas.

En cuanto a la participación, es fundamental que todos los miembros relevantes del proyecto deban ser incluidos en las sesiones, y se debe designar un facilitador para cada reunión, con el objetivo de guiar y mantener el enfoque de la discusión. La preparación de la reunión debería incluir la agenda, la lista de tareas pendientes, los materiales necesarios para la revisión, un sistema eficiente para la toma de notas y el seguimiento de acciones, así como un calendario actualizado de las sesiones.

2.1. Ejemplos de Objetivos Específicos en Sesiones RV

En el contexto de las sesiones de RV para la revisión de diseño, establecer objetivos específicos es clave para una reunión productiva y enfocada. Estos objetivos deben ser claros, medibles y relevantes para las necesidades del proyecto. A continuación, se presentan ejemplos de objetivos que pueden ser adoptados en estas sesiones:

- **Revisión Detallada de Diseños o Modelos Específicos:** Uno de los objetivos podría

CAPÍTULO 2. ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS Y ALCANCES PARA LAS SESIONES

ser la revisión minuciosa de un aspecto particular del diseño, como la estructura, las instalaciones o la impronta arquitectónica, utilizando el modelo BIM en el entorno RV.

- **Identificación y Solución de Conflictos o Incongruencias en el Diseño:** Utilizar la sesión RV para detectar y abordar posibles conflictos entre diferentes elementos del diseño, como interferencias entre instalaciones mecánicas y estructurales, o problemas de accesibilidad.
- **Validación de Cambios de Diseño y Actualizaciones:** Establecer como objetivo la validación colectiva de cambios recientes en el diseño, asegurándose de que todos los involucrados estén al tanto y de acuerdo con estas modificaciones.
- **Mejora de la Comunicación y Colaboración Interdisciplinaria:** Enfocarse en mejorar la comunicación entre los distintos equipos disciplinarios, fomentando un ambiente colaborativo para el intercambio de ideas y soluciones.
- **Toma de Decisiones Basadas en Recorridos Virtuales:** Utilizar recorridos virtuales del modelo o diseño para facilitar la toma de decisiones sobre aspectos estéticos o funcionales, permitiendo a los participantes experimentar el espacio de manera más realista.
- **Evaluación de la Viabilidad y Seguridad del Diseño:** Centrarse en evaluar aspectos de viabilidad constructiva y seguridad, aprovechando la visualización detallada que ofrece el entorno RV.

Estos objetivos específicos ayudan a dar dirección y propósito a las sesiones RV, asegurando que cada reunión contribuya significativamente al avance y mejora del proyecto. Es importante que los objetivos sean definidos y acordados previamente con todos los participantes para alinear expectativas y maximizar la eficiencia de la sesión.

Capítulo 3

Infraestructura y Soporte técnico

3.1. Selección de Hardware y Software de RV

La implementación efectiva de la RV en un proyecto multidisciplinario exige una gestión detallada y precisa de los recursos tecnológicos. El encargado de esta gestión debe realizar una exhaustiva evaluación de los dispositivos de visualización inmersiva (Head Mounted Display - HMD), disponibles entre los equipos multidisciplinarios van a participar en el diseño. Este análisis proactivo es fundamental para identificar y mitigar anticipadamente cualquier inconveniente relacionado con dispositivos defectuosos o mal mantenidos.

Es crucial determinar el tipo de HMDs que se utilizarán; dispositivos cableados que dependen de un ordenador o aquellos de tipo autónomo. Además, se recomienda mantener un registro actualizado que incluya el tipo, modelo, años de uso y estado actual de cada dispositivo. Este registro facilitará la planificación y la resolución rápida de problemas técnicos. Respecto al software necesario para las sesiones de revisión colaborativa, es esencial realizar un análisis detallado que considere tanto las características técnicas como los costos de licencia. Es vital decidir entre software comercial bajo licencia o soluciones de código abierto, como las ofrecidas por plataformas como Unity o Unreal Engine.

Los factores decisivos deben incluir la compatibilidad con los modelos de información de construcción (BIM), la integración con los dispositivos HMD y la curva de aprendizaje para los usuarios participantes. Esta selección cuidadosa garantizará una experiencia de colaboración fluida y eficiente, maximizando el potencial de la tecnología RV en el contexto arquitectónico.

3.2. Consideraciones técnicas y logísticas Pre-sesión

Antes de iniciar una sesión de RV, es crucial realizar una serie de preparativos técnicos y logísticos para garantizar una experiencia fluida y eficiente. A continuación, se detallan los pasos esenciales:

1. **Preparación de HMDs Autónomos:** Es fundamental cargar completamente la batería de los HMDs autónomos la noche anterior a la sesión. Un dispositivo relativamente nuevo debería proporcionar al menos una hora y media de uso ininterrumpido.
2. **Reserva de Pilas para Controladores:** Tener pilas tipo AA de reserva para los controladores (Touch) de los HMDs es vital, ya que la falta de energía en medio de una sesión puede causar interrupciones no deseadas.
3. **Actualizaciones de Software y Sistema Operativo:** Verificar y actualizar, con un día de antelación, tanto el software de la sesión como el sistema operativo de los HMDs, evitando así retrasos o la imposibilidad de unirse a la sesión.
4. **Configuración del Espacio Guardián en Oculus Rift o Quest:** Los usuarios con dispositivos del tipo Oculus Rift o Quest deben configurar un área de seguridad (espacio guardián) de al menos 3 m², libre de objetos, para prevenir colisiones. La definición precisa del nivel del suelo durante esta configuración es crucial para una percepción adecuada del espacio y la escala de los objetos en la sesión inmersiva.
5. **Selección de un Espacio de Conexión Adecuado:** Elegir un espacio sin ruidos de fondo es importante, ya que los micrófonos de los HMDs captan el sonido ambiente, afectando la calidad de la comunicación durante la sesión.
6. **Prueba Previa con Modelo de Ejemplo:** Realizar una prueba rápida con un modelo predefinido, como el incluido en el software Prospect, garantizará que todo funcione correctamente antes de la sesión.
7. **Conexión a Red Wifi para Dispositivos Autónomos:** Asegurarse de tener una señal de wifi fuerte y limitar el número de dispositivos conectados a la misma red. La alta demanda de datos de estas sesiones puede afectar la calidad de la conexión. Para oficinas con múltiples participantes, es recomendable contar con una red dedicada exclusivamente a los HMDs.
8. **Envío del Código de Acceso:** Enviar el código de acceso a la sesión una hora antes de su inicio es esencial. En muchos softwares comerciales, se solicitará a los participantes ingresar un nombre de usuario para ser identificados dentro de la sesión.
9. **Nomenclatura de Nombres de Usuario:** Adoptar una lógica en la asignación de nombres de usuario facilitará la identificación entre los participantes. Por ejemplo, un arquitecto llamado Pablo podría usar el nombre de usuario ".ARQ-Pablo". Esto ayuda a identificar rápidamente la disciplina y el nombre de cada participante en la sesión.

3.3. Mantenimiento y actualización de dispositivos de RV

La responsabilidad del mantenimiento y actualización de los dispositivos de RV recae en el encargado de la implementación de esta tecnología dentro de la organización. Es esencial que esta persona garantice que los dispositivos que se utilizarán en las sesiones estén en condiciones óptimas. Una parte fundamental de su labor es mantener una comunicación efectiva con los propietarios de los dispositivos para asegurarse de que cuenten con el software actualizado. Dado que los participantes pueden estar ubicados en diferentes ciudades, es probable que esta asesoría se realice de manera remota.

Es importante enfatizar la necesidad de mantener actualizados dos tipos de software críticos para el correcto funcionamiento de los HMDs. El primero es el software utilizado para llevar a cabo las sesiones de revisión, como podría ser Prospect, por ejemplo. El segundo es el software que gestiona el sistema operativo del HMD, el cual controla todas las aplicaciones.

Las tecnologías de RV están en constante evolución, con frecuentes mejoras y resoluciones de problemas que se reflejan en las actualizaciones tanto del software de revisión como del sistema operativo del HMD. Si un dispositivo no se ha utilizado durante un periodo prolongado, es posible que requiera múltiples actualizaciones al momento de iniciar una sesión. Esto puede causar retrasos significativos, especialmente si el participante no ha realizado las actualizaciones con antelación. La duración de estos procesos de actualización puede variar, dependiendo en gran medida de la velocidad de conexión a internet disponible.

Capítulo 4

Estrategias Integradas de BIM Y RV en la Revisión de Proyectos

4.1. Optimización de modelos BIM para entornos de RV

La integración con herramientas BIM para la revisión colaborativa en RV implica una estrecha colaboración entre el encargado de la implementación de RV y el gestor de Building Information Modeling (BIM), sea este el BIM Manager o, en entornos de menor envergadura, el Coordinador BIM. La idealidad recae en que una misma persona asuma ambas responsabilidades, garantizando una alineación perfecta en objetivos y estrategias. Sin embargo, cuando esto no es posible, se vuelve imprescindible mantener una relación cercana y coordinada entre estas dos figuras.

El proceso de preparación de los modelos BIM para su exportación a un entorno RV es una etapa crítica que va más allá de una simple transferencia de datos desde el software de modelado o de coordinación BIM. Esta preparación exige una consideración meticulosa del propósito específico de la sesión de revisión RV, los participantes involucrados y los modelos BIM específicos a considerar. Es fundamental comprender y definir claramente los objetivos de la sesión para determinar qué partes del modelo son esenciales y cuáles pueden omitirse. Por ejemplo, en una sesión destinada a revisar el diseño de una sala de cirugía en un hospital, sería contraproducente y excesivo exportar el modelo completo del hospital. Esto no solo implicaría un uso innecesario de recursos de procesamiento, sino que también aumentaría el tiempo de descarga, especialmente para los usuarios conectados con HMDs autónomos. Lo más conveniente en este caso sería delimitar y exportar únicamente el área específica de la sala de cirugía.

Una práctica central en este proceso es el uso de modelos BIM conocidos como modelos federados, que integran elementos de diferentes especialidades. La responsabilidad del gestor BIM incluye asegurar que estos modelos estén correctamente integrados, compartiendo un mismo sistema de coordenadas y manteniendo una estructura y nomenclatura lógica en el nombramiento de los elementos, en consonancia con lo establecido en el plan de ejecución BIM del proyecto.

Es crucial que los modelos de las distintas especialidades no se exporten por separado

al software de revisión. En cambio, deben integrarse primero en el software de modelado o coordinación BIM para crear un modelo federado cohesivo, que posteriormente será exportado para su uso en la revisión con RV. Esta metodología asegura una revisión más eficiente y enfocada, evitando el excesivo consumo de recursos y mejorando la experiencia de revisión en RV. Además, es vital considerar el perfil técnico y las necesidades de los participantes; el modelo debe ser lo suficientemente detallado para abordar los aspectos técnicos relevantes, pero sin ser abrumador para aquellos que podrían no estar tan familiarizados con los modelos BIM.

4.2. Coordinación y elección de plataformas para BIM y RV

La colaboración eficaz entre las plataformas de Building Information Modeling (BIM) y RV es un aspecto crítico en el proceso de revisión de proyectos arquitectónicos. Una de las decisiones clave en este proceso es determinar la fuente más adecuada para exportar el modelo federado del proyecto al software de revisión RV. Esta decisión depende de varios factores y tiene implicaciones significativas en la efectividad de la revisión.

Actualmente, los profesionales tienen varias opciones para la exportación de modelos BIM a entornos RV. Se puede optar por la exportación directa desde software de modelado, como Autodesk Revit o Archicad Graphisoft, o desde software especializado en la coordinación BIM, como Autodesk Navisworks. Cada una de estas plataformas ofrece ventajas y limitaciones únicas que deben ser consideradas cuidadosamente.

Uno de los factores determinantes en la elección de la plataforma de exportación es el propósito específico de la sesión de revisión. Esto incluye la consideración de la cantidad y origen de los modelos BIM a integrar. Si los modelos nativos provienen del mismo software, la exportación puede ser más directa. Sin embargo, si se requiere interoperabilidad a través de archivos IFC (Industry Foundation Classes) y se sigue un enfoque de Open BIM, la elección de la plataforma de exportación podría variar.

Otro aspecto importante que considerar es la calidad de visualización de los materiales en la experiencia inmersiva. Generalmente, los modelos exportados directamente desde el software de modelado tienden a conservar una mejor representación de los materiales, lo cual es crucial para sesiones donde la fidelidad visual es prioritaria. Por otro lado, el software de coordinación BIM ofrece mayor flexibilidad para organizar y estructurar la información de manera más eficiente. Esto incluye la posibilidad de coordinar modelos BIM con variables de tiempo de ejecución y costos asociados al proyecto (4D y 5D), aspectos que pueden ser de gran valor en las sesiones inmersivas de revisión.

Por lo tanto, la decisión sobre qué plataforma utilizar para la exportación debe basarse en un análisis cuidadoso de estas variables y en el contexto específico de cada proyecto. La elección adecuada garantizará una revisión más eficiente, una representación fidedigna y una experiencia de usuario optimizada en el entorno RV. La colaboración entre las plataformas BIM y RV, por lo tanto, no se trata solo de la tecnología en sí, sino de cómo

esta tecnología se aplica estratégicamente para satisfacer las necesidades específicas del proyecto.

4.3. Integración de las sesiones de RV en el Plan de Ejecución BIM del proyecto

El Plan de Ejecución BIM, conocido por sus siglas en inglés como BEP (BIM Execution Planning), es un documento crucial en proyectos de construcción que implementan metodologías BIM. Este plan define cómo se llevarán a cabo las actividades de modelado de información para la construcción dentro de un proyecto específico. Por otro lado, establece los estándares y protocolos para la creación y manejo de los modelos BIM. Esto abarca aspectos como niveles de detalle, formatos de archivos, normativas de modelado, y procedimientos de revisión y aprobación. Así también, especifica las herramientas de software y hardware que se utilizarán, así como los requisitos para su compatibilidad e interoperabilidad.

Los planes de ejecución BIM generalmente incluyen lo que se conoce como Estados de avance de la información EAIM. De acuerdo al estándar BIM para proyectos públicos del estado chileno, este concepto se refiere a las diferentes fases consecutivas de definición y desarrollo de la información contenida en los modelos BIM a lo largo del ciclo de vida de un proyecto. Estas fases están directamente vinculadas al progreso y al tiempo del proyecto. Los EAIM son etapas estructuradas que delimitan los niveles de desarrollo de información (NDI) requeridos en los entregables de un proyecto. Estos niveles de información son esenciales para la planificación, ejecución y gestión de proyectos de construcción, ya que proporcionan un marco de referencia para entender el grado de detalle y fiabilidad de los modelos BIM en cada etapa del proyecto.

Los EAIM típicamente se dividen en varias fases, que pueden incluir:

1. **DC - Diseño Conceptual:** Donde se establece la visión general del proyecto, se definen especificaciones iniciales y se busca una solución a la problemática planteada.
2. **DA - Diseño de Anteproyecto:** Donde se establecen los criterios generales del proyecto, considerando los requerimientos y restricciones normativas, técnicas, sociales y ambientales.
3. **DB - Diseño Básico:** Donde se preparan los criterios y especificaciones generales de los sistemas que considera el proyecto.
4. **DD - Diseño de Detalle:** Donde se elabora la documentación específica de cada elemento del proyecto, incluyendo toda la información necesaria para la fabricación y/o construcción de estos.
5. **CC - Coordinación de Construcción:** Donde se planifica el conjunto de actividades a ejecutar para la construcción.

CAPÍTULO 4. ESTRATEGIAS INTEGRADAS DE BIM Y RV EN LA REVISIÓN DE PROYECTOS

6. **CM - Construcción, Manufactura y Montaje:** Donde se ejecutan las actividades de fabricación y montaje en el terreno.
7. **AB - As-Built:** Donde se registra el proyecto como se ha construido realmente en el lugar.
8. **PM - Puesta en Marcha:** Donde se llevan a cabo las actividades de traspaso del activo al cliente.
9. **GM - Gestión y Mantenimiento del Activo:** Donde se ejecutan las tareas de mantenimiento del proyecto terminado.

La vinculación de los EAIM con la revisión de diseño de manera colaborativa y multidisciplinar se debería vincular en los cuatro primeras fases de los EAIM perteneciente a las fases de diseño, de la siguiente manera:

1. Diseño Conceptual (DC):

- Objetivo de la sesión RV: Validar el concepto general del proyecto y las intenciones del diseño.
- Participantes: Cliente, arquitectos y facilitador.
- Actividades RV: Exploración virtual del concepto, revisión espacial y de escala, validación de las relaciones programáticas y funcionales.

2. Diseño de Anteproyecto (DA):

- Objetivo de la sesión RV: Revisar y ajustar los criterios generales del proyecto y su viabilidad.
- Participantes: Cliente, arquitectos, ingenieros y facilitador.
- Actividades RV: Análisis de la disposición espacial, interacción entre espacios, accesibilidad, y análisis de flujo de personas y servicios.

3. Diseño Básico (DB):

- Objetivo de la sesión RV: Revisar los criterios y especificaciones generales de los sistemas que considera el proyecto. Resolver interferencias entre las distintas especialidades.
- Participantes: Equipo de diseño completo, incluyendo arquitectos, ingenieros de diferentes especialidades y facilitador.
- Actividades RV: Evaluación de sistemas constructivos, materiales, y comprobación de las soluciones técnicas.

4. Diseño de Detalle (DD):

- Objetivo de la sesión RV: Confirmar todos los detalles de construcción antes de la documentación final.

CAPÍTULO 4. ESTRATEGIAS INTEGRADAS DE BIM Y RV EN LA REVISIÓN DE PROYECTOS

- Participantes: Equipo de diseño, consultores técnicos, contratistas potenciales y facilitador.
- Actividades RV: Revisión detallada de elementos constructivos, instalaciones, y soluciones de detalle, prevención de interferencias.

Es fundamental que el equipo de proyecto entienda que las sesiones de RV son complementarias al desarrollo BIM y que sirven para una mejor visualización, comprensión y toma de decisiones en cada fase del diseño, lo que puede resultar en ahorros significativos de tiempo y recursos al evitar retrabajos en etapas posteriores.

En el contexto de la integración con tecnologías de RV, el EAIM es crucial para definir en qué momento los modelos BIM están listos para ser revisados en un entorno inmersivo, permitiendo así validar y ajustar el diseño con un alto nivel de precisión y colaboración entre los distintos stakeholders involucrados en el proyecto.

Capítulo 5

Formación y capacitación

5.1. Programas de capacitación y prácticas en RV para la revisión de diseño

El principal objetivo de la capacitación en el uso de la RV para la revisión de diseño es familiarizar a los participantes con las herramientas y metodologías RV, permitiendo una inmersión completa en el proyecto que se esté diseñando. Este proceso conlleva no solo aprender a utilizar el hardware y software de RV, sino también comprender cómo estas herramientas pueden facilitar una colaboración efectiva y una toma de decisiones más informada.

En la implementación de la capacitación en RV, se sugiere limitar las sesiones a una o dos instancias por participante. Esta recomendación está diseñada para proporcionar a los profesionales las herramientas y la confianza necesarias para que puedan explorar de forma autónoma proyectos de manera inmersiva. La familiarización con el entorno RV, conseguida en un ambiente distendido, facilita un aprendizaje efectivo y refuerza la confianza en el uso de estas tecnologías.

Para las sesiones de capacitación, se aconseja el uso de un modelo BIM genérico, seleccionado para que los participantes no tengan una relación previa con él. Este enfoque garantiza que la atención de los participantes se centre en la práctica con las herramientas y funcionalidades de RV, en lugar de desviarse hacia aspectos específicos de sus propios proyectos. Al emplear un modelo genérico, se promueve un espacio seguro de aprendizaje, donde los profesionales pueden experimentar con las herramientas y funciones de RV, preparándolos para aplicar estas habilidades en proyectos específicos.

En situaciones donde los participantes encuentren dificultades en la interacción remota de la capacitación, se recomienda la presencia física en el lugar de un técnico especializado en RV. Este ofrecerá asistencia, resolviendo cualquier dificultad técnica o de comprensión de manera efectiva y proporcionando un soporte más directo y personalizado.

Detalle de las Sesiones de Capacitación:

- **Primera sesión:** Enfocada hacia el movimiento en el espacio inmersivo, enseñando a los participantes a desplazarse en el modelo en modos maqueta y peatonal, y cómo manipular el modelo BIM (subirlo, bajarlo, acercarlo, alejarlo, realizar planos de sección).
- **Segunda sesión:** Esta sesión está diseñada para resolver dudas, revisar nuevamente en detalle el modelo genérico y fortalecer la confianza del participante en su desempeño dentro del espacio virtual. La necesidad de esta sesión puede variar, siendo opcional dependiendo de la experiencia previa del participante con estas tecnologías.

Es importante aclarar que antes de cualquier sesión de revisión de diseño colaborativa, el encargado de la implementación de RV debería evaluar las destrezas de cada participante y llevar un control para asegurar su competencia en el entorno virtual. Se espera que estas sesiones de capacitación preparen a los participantes para la revisión de proyectos, dotándolos con las habilidades necesarias para concentrarse en los aspectos técnicos del proyecto el día de la sesión revisión y evitar contratiempos o baja participación por problemas de desempeño.

5.2. Estrategias de evaluación y mejora de habilidades

La implementación de estrategias para la evaluación y mejora de habilidades en RV en el contexto de la revisión de diseño podría beneficiarse significativamente de un enfoque más orientado a sugerencias y apoyo continuo. En este sentido, se propone una serie de prácticas y metodologías enfocadas en fomentar un desarrollo profesional autónomo y efectivo, a la vez que se mantiene un entorno de aprendizaje respetuoso y no intimidante para los profesionales del diseño y la construcción.

Se sugiere utilizar modelos BIM genéricos y no demasiado complejos en evaluaciones periódicas para permitir que los participantes se concentren en el dominio de las herramientas de RV. Esta práctica, coherente con lo establecido en el punto 7.1, ayudará a mantener el enfoque en el aprendizaje de las habilidades de RV, evitando distracciones por detalles específicos de los proyectos.

Una recomendación valiosa sería la grabación de sesiones de revisión de diseño para su posterior análisis por parte del especialista en RV. Dichas grabaciones son cruciales para evaluar cómo los participantes interactúan entre ellos y como responden a la dinámica del grupo. Se observará especialmente el rol del anfitrión en la facilitación de la interacción y su eficacia en guiar la sesión. Esta evaluación proporcionará información valiosa sobre el desempeño en un entorno colaborativo y la efectividad de la comunicación entre los participantes. Es importante enfatizar que estas evaluaciones deben ser vistas como oportunidades para el desarrollo personal y profesional, evitando cualquier sensación de juicio crítico que pueda intimidar a los participantes.

Para la mejora continua de habilidades, sería provechoso organizar dos sesiones de entrenamiento en el espacio inmersivo de RV, dirigidas por especialistas. En estas sesiones, los participantes tendrían la oportunidad de interactuar directamente con el experto, realizar consultas y recibir instrucción y orientación personalizada. Además, se recomienda la implementación de un sistema de mentoría y apoyo entre pares, utilizando los mismos modelos BIM genéricos. Esta estrategia de aprendizaje colaborativo no solo permitiría a los usuarios más experimentados compartir sus conocimientos y experiencias, sino que también facilitaría un ambiente de aprendizaje mutuo y enriquecedor.

Para recoger feedback de los participantes, se aconseja el uso de encuestas breves y concisas después de cada sesión de RV. Estas encuestas, diseñadas para ser rápidas de completar, proporcionarían información valiosa para futuros ajustes y mejoras, respetando al mismo tiempo el tiempo limitado de los profesionales.

Los análisis de las grabaciones de las sesiones y los resultados de las encuestas deberían ser manejados internamente por el equipo de RV, asegurando la confidencialidad y la comodidad de los participantes. Este seguimiento permitiría realizar ajustes basados en los comentarios de los participantes y las observaciones del especialista en RV, asegurando que las estrategias de evaluación y mejora sean siempre relevantes y efectivas.

Capítulo 6

Roles y Responsabilidades

En el contexto de las sesiones de revisión de diseño utilizando RV, la definición clara de roles y responsabilidades es un aspecto crucial para el éxito de las mismas. Establecer roles bien definidos y comprendidos por todos los participantes es fundamental, ya que esto asegura una colaboración efectiva y una toma de decisiones eficiente. En estas sesiones, cada participante aporta una perspectiva única y valiosa al proyecto, y la claridad en los roles garantiza que estas perspectivas se integren de manera coherente y productiva. El objetivo principal de las sesiones de RV en la revisión de diseño es llegar a acuerdos concretos y definir tareas claras que impulsarán el proyecto hacia adelante. La presencia de decisiones bien informadas y la asignación de tareas específicas son el resultado directo de una comunicación eficaz y una colaboración estructurada. Por ello, cada rol dentro de la sesión de RV debe estar alineado no solo con los objetivos generales del proyecto, sino también con las metas específicas de cada sesión de revisión.

6.1. Identificación de Roles y Responsabilidades de los participantes en las sesiones

- **Facilitador/Especialista RV:** El facilitador actuará como anfitrión de la sesión, coordinando la agenda, guiando la reunión y asegurando la participación efectiva de todos. Este rol incluye la responsabilidad de grabar la sesión para análisis posteriores y llevar un registro claro de los participantes y sus roles de toma de decisiones. En caso de necesidades técnicas, el facilitador puede contar con la asistencia de un técnico especializado en RV.
- **Project Manager/Constructor responsable:** Si el constructor está definido, su participación es importante para aportar una perspectiva práctica, especialmente en cuanto a viabilidad constructiva y logística.
- **Líderes de Equipo y Responsables de Modelación BIM por Disciplina:** Es esencial la participación de los líderes de cada equipo disciplinario, quienes son los responsables finales de tomar decisiones en su área específica. Además, la presencia de los responsables de la modelación BIM de cada disciplina es crucial para

abordar aspectos técnicos y garantizar la precisión de los modelos. Estos roles son fundamentales para alcanzar acuerdos efectivos y para una revisión exhaustiva y detallada del proyecto.

- **Líder de Proyecto:** Este rol es clave para mantener la cohesión general del proyecto y asegurar que las decisiones tomadas estén alineadas con la visión global.

La preparación y comprensión de estos roles antes de las sesiones de RV es crucial. Se recomienda realizar una reunión de orientación previa para clarificar estas responsabilidades, resolver dudas y garantizar que todos los participantes estén alineados con los objetivos de la sesión.

Capítulo 7

Planificación y coordinación de las sesiones

La eficiencia y efectividad de las sesiones de revisión con RV, como toda reunión, dependen en gran medida de una planificación y coordinación meticulosas. Dentro de este marco, el especialista en RV asume un papel crucial como facilitador, encargándose de organizar y dirigir las sesiones en consonancia con la planificación general del proyecto. Este rol implica no solo la preparación técnica y logística, sino también la gestión de la dinámica de grupo y la interacción entre los participantes.

7.1. Preparación y seguimiento de las sesiones

Para asegurar una preparación y realización efectivas de las sesiones de revisión en RV, se ha creado una Lista de Chequeo para el Facilitador (Ver Anexo A). Esta lista es una guía de las tareas a realizar antes, durante y después de cada sesión en función de los temas presentados hasta ahora en este documento, facilitando la gestión del tiempo, los recursos tecnológicos y la logística involucrada, lo que contribuye a maximizar la productividad y el éxito de las reuniones virtuales.

7.2. Estructura y dinámica general de las sesiones

El desarrollo de la sesión comienza puntualmente con una bienvenida por parte de anfitrión, seguida de una breve recordatorio de las reglas básicas de participación para asegurar un entorno colaborativo ordenado. Posteriormente, se realiza una revisión de los compromisos adquiridos en la reunión anterior, donde cada participante reporta sus avances. El cuerpo principal de la reunión se divide según los objetivos establecidos. Al final, el facilitador revisa y confirma los compromisos, detallando las responsabilidades de cada uno y estableciendo plazos claros para su cumplimiento. La sesión concluye con la confirmación de la fecha y detalles de la próxima reunión, asegurándose de finalizar a tiempo o antes si es posible.

7.3. Gestión del tiempo y eficiencia

La gestión eficiente del tiempo es fundamental en las sesiones de revisión de diseño usando RV. Para asegurar que estas sesiones sean productivas, es esencial adoptar estrategias específicas de planificación y coordinación. Una agenda predefinida con tiempos asignados para cada punto de discusión antes de cada sesión de RV ayuda a mantener el enfoque y evita desviaciones del tema central. La identificación y priorización de los temas más importantes para la discusión aseguran que los aspectos cruciales del diseño reciban la atención adecuada dentro del tiempo disponible.

Establecer límites de tiempo para cada tema o discusión puede prevenir debates prolongados y mantener el ritmo de la sesión. Es vital que el anfitrión supervise estos límites y guíe la conversación de manera efectiva. Para una discusión más dirigida y eficiente, es importante que los participantes se preparen con antelación, revisando los materiales pertinentes y formulando preguntas o comentarios.

El uso efectivo de las herramientas RV es otro aspecto crucial. Todos los participantes deben estar familiarizados con estas herramientas y sus funcionalidades para evitar retrasos técnicos. Si es necesario, se puede proporcionar una capacitación breve antes de la sesión. En lugar de tratar de resolver todos los detalles durante la sesión, identificar puntos que requieran un seguimiento posterior permite una gestión del tiempo más eficaz y asegura que todos los temas reciban la atención adecuada.

Además, es importante tener en cuenta que las sesiones de RV pueden ser física y mentalmente extenuantes. El estar de pie por períodos prolongados y la exposición continua al entorno virtual pueden causar malestar físico, como dolor de espalda, y síntomas como dolores de cabeza y mareos. Por esta razón, se recomienda que las sesiones de revisión de diseño con RV no excedan una hora de duración, para minimizar el cansancio y garantizar el bienestar de los participantes.

Tras cada sesión, es beneficioso realizar una revisión del uso del tiempo y ajustar la planificación y estrategia para futuras sesiones, basándose en la experiencia y el feedback de los participantes. Esta gestión eficaz del tiempo en las sesiones de revisión de diseño en RV es clave para aprovechar al máximo las capacidades de esta tecnología y garantizar que cada reunión aporte un valor significativo al proyecto. Adoptar estas estrategias facilitará que los equipos se mantengan enfocados, colaboren efectivamente y tomen decisiones informadas en un marco de tiempo óptimo.

Con el objetivo de optimizar la planificación y organización de las sesiones de revisión con RV, se ha desarrollado una Plantilla de Agenda (Ver Anexo B). Esta herramienta ayuda a estructurar cada sesión de manera detallada, especificando horarios, temas a discutir e instrucciones para el acceso y participación, garantizando así que todos los participantes estén bien preparados y que la sesión se desarrolle de manera fluida y eficiente.

7.4. Normas de comportamiento en sesiones

La efectividad de las sesiones de RV depende en gran medida del establecimiento y cumplimiento de normas de comportamiento específicas. Para garantizar una experiencia fluida y productiva, es esencial que estas normas sean conocidas y comprendidas por todos los asistentes antes de la sesión, evitando así retrasos y permitiendo un uso óptimo del tiempo disponible.

En el contexto de una sesión de RV, la comunicación juega un papel crucial. Para evitar interrupciones y el caos de múltiples personas hablando simultáneamente, se recomienda que los participantes soliciten la palabra a través del anfitrión. Esta práctica no solo mantiene un flujo de comunicación ordenado, sino que también asegura que todos tengan la oportunidad de expresar sus ideas de manera coherente y sin conflictos. Es igualmente importante evitar las conversaciones paralelas o unipersonales durante las sesiones, ya que pueden desviar la atención del grupo y disminuir la eficiencia de la colaboración.

Además, se debe tener en cuenta la necesidad de evitar involucrarse en diálogos con individuos que no participan en la sesión de RV, especialmente cuando se comparte el espacio físico con ellos. Tales interacciones son audibles para todos dentro del entorno inmersivo y pueden causar confusión, así como una disminución de la concentración de los participantes.

Otro aspecto crucial es la manipulación del modelo BIM en entornos de visualización tipo maqueta. Es fundamental que los participantes pidan permiso al anfitrión antes de realizar cambios en la escala o la posición del modelo. Este control ayuda a evitar que múltiples participantes intenten modificar el modelo al mismo tiempo, lo que podría conducir a una percepción alterada del espacio inmersivo y causar incomodidad o mareos entre los usuarios de los dispositivos HMDs. Los participantes nuevos o con poca experiencia en este tipo de revisión, en particular, deben ser guiados cuidadosamente para evitar malentendidos y problemas técnicos.

Al establecer y seguir meticulosamente estas normas de conducta, se asegura que las sesiones de RV se desarrollen de manera eficiente, en un entorno respetuoso y libre de distracciones.

Capítulo 8

Enfoques complementarios para abordar inconsistencias e interferencias

8.1. Análisis de interferencias a través de la matriz BIM

La Matriz de Interferencias BIM es una herramienta clave en la coordinación de proyectos de construcción que involucran múltiples disciplinas como la arquitectura, estructuras e instalaciones MEP. Funciona como una tabla que establece un orden de prioridades para abordar las colisiones entre estos sistemas, asignando responsabilidades claras y facilitando una resolución sistemática de conflictos.

En el contexto de las revisiones de diseño con RV, la matriz no solo sirve como guía para la detección de conflictos, sino que también proporciona una estructura para discutir y resolver estas interferencias de manera eficiente. Al integrar la matriz dentro de la sesión de RV, se permite a los participantes visualizar y navegar a través de los problemas prioritarios en un entorno inmersivo, lo que mejora significativamente la comprensión de las implicaciones espaciales y técnicas de cada decisión de diseño.

El uso de la Matriz de Interferencias BIM durante las sesiones de RV asegura que todos los participantes estén alineados y enfocados en las tareas más críticas, mejorando la colaboración y la eficiencia en la resolución de problemas. Esto es especialmente útil para aquellos que no son expertos en BIM, ya que la representación visual y la jerarquización de tareas facilitan un entendimiento rápido y claro de los pasos a seguir, contribuyendo a una toma de decisiones más informada y a una sesión de revisión colaborativa más efectiva.

8.2. Exploración de inconsistencias mediante guiones de recorrido

El enfoque de detección de inconsistencias e interferencias en proyectos arquitectónicos mediante un guion de recorrido guiado en RV ofrece una alternativa dinámica y contextual a las presentaciones tradicionales basadas en matrices BIM. Este método se asemeja a una visita real al sitio de construcción, donde los participantes siguen al encargado, discutiendo y visualizando problemas específicos uno a uno. La meta es crear

CAPÍTULO 8. ENFOQUES COMPLEMENTARIOS PARA ABORDAR INCONSISTENCIAS E INTERFERENCIAS

una experiencia más fluida y realista en el espacio inmersivo, donde el anfitrión, actuando como guía, lleva a los participantes a través de las inconsistencias e interferencias identificadas durante la coordinación BIM.

La flexibilidad del guion es clave para adaptarse a las diferentes necesidades y objetivos de cada sesión de revisión. El recorrido puede estructurarse alrededor de puntos de encuentro o paradas específicas, cada una asociada con distintas inconsistencias e interferencias que serán el foco de la discusión. Esta metodología permite una inmersión más profunda y una comprensión contextual de los problemas dentro del proyecto.

Es recomendable que el script de recorrido comience con una visualización en modo maqueta, proporcionada por el software de revisión, para ofrecer una visión general del proyecto, especialmente útil para aquellos participantes no familiarizados con la volumetría de este. En esta etapa inicial, se pueden abordar las interferencias de mayor magnitud, como las que involucran a los ductos de climatización y la estructura del edificio. Posteriormente, el guion transita a un modo de visualización peatonal a escala real (1:1), facilitando el abordaje de temas más detallados, como terminaciones y detalles constructivos. Es importante orientar a los participantes sobre su ubicación en el proyecto para evitar demoras o confusión sobre cómo llegar a los siguientes puntos de encuentro.

Este enfoque de guion de recorrido en RV no solo mejora la comprensión de los problemas de diseño y coordinación, sino que también enriquece la colaboración y comunicación entre los participantes, acercándolos a una experiencia más tangible y contextual que refleja una visita real al sitio de construcción.

Capítulo 9

Resolución de problemas y toma de acuerdos

9.1. Estrategias para la resolución colaborativa y toma de decisiones en RV

En las sesiones de revisión arquitectónica en RV, el anfitrión desempeña un rol crucial al guiar el debate y facilitar la resolución de problemas. Tras identificar inconsistencias e interferencias en el diseño, el anfitrión promueve un intercambio constructivo de ideas, otorgando voz a los expertos de las disciplinas involucradas. Centrarse en soluciones y no en culpables es fundamental. La clave está en aprovechar las herramientas de RV, como la visualización y manipulación de modelos 3D, que permiten a los participantes examinar detenidamente el modelo, hacer cortes o aislar elementos específicos (por ej. ocultar el modelo de arquitectura y dejar solo el de estructura y clima) para un análisis más detallado.

Estas capacidades de interacción, generalmente reservadas para usuarios con acceso completo al software de revisión, son vitales para una comprensión integral de los desafíos. Los invitados con acceso limitado pueden no tener estas capacidades interactivas, pero el anfitrión juega un papel importante al facilitar estas acciones, garantizando así la participación efectiva de todos. Esta habilidad para manipular el modelo en RV crea un entorno colaborativo más eficiente, conduciendo a una toma de decisiones informada y un consenso más sólido.

Ciertos problemas identificados pueden ser de rápida solución y permitir la toma de acuerdos inmediatos sobre quién deberá realizar los ajustes necesarios en el diseño. Otros, sin embargo, pueden requerir un análisis más profundo y tiempo adicional para su evaluación por parte de las disciplinas implicadas. En momentos de tensión durante las discusiones, el líder del proyecto desempeña un rol crucial, interviniendo para guiar hacia el consenso y facilitar la búsqueda de soluciones efectivas. Es importante recordar que, a menudo, estas soluciones implican rehacer trabajos y consumir recursos adicionales, por lo que una toma de decisiones eficiente y consensuada es vital.

Una vez finalizada la sesión, es tarea indispensable del anfitrión comunicar a todos los participantes, a través de email o cualquier otro medio establecido para la comunicación entre equipos, un resumen detallado de las inconsistencias e interferencias detectadas y presentadas en la sesión. Además, es necesario incluir los acuerdos alcanzados, especificando claramente quiénes son los responsables de cada acción y los plazos para su ejecución.

El rol del anfitrión en estas sesiones de RV está estrechamente relacionado con el del coordinador BIM, dado que ambas funciones comparten muchas similitudes en cuanto a la gestión y coordinación de la información. La diferencia principal reside en la especialización del anfitrión en la revisión mediante RV. Sin embargo, sería ideal que el coordinador BIM desarrolle las habilidades necesarias para asumir este rol de anfitrión en las sesiones de RV, lo que conllevaría a una integración más efectiva de estas tecnologías en el proceso de revisión de diseño.

La resolución de problemas y toma de acuerdos en el contexto de la RV requiere no solo de un manejo técnico de las herramientas de RV, sino también de habilidades de comunicación, liderazgo y negociación. La efectividad de estas sesiones depende en gran medida de la capacidad del anfitrión para facilitar un diálogo constructivo, gestionar las dinámicas de grupo y asegurar que se llegue a soluciones prácticas y acuerdos claros y factibles.

9.2. Seguimiento post-sesión y revisión de acuerdos

El seguimiento post-sesión en las reuniones de revisión RV desempeña un papel clave en el ciclo de mejora continua del proyecto. Al inicio de cada sesión, es esencial realizar una recapitulación concisa de los avances realizados desde la última reunión. Este enfoque no solo permite evaluar el progreso del proyecto, sino que también sirve para validar la eficacia de las sesiones de RV, motivando a los participantes al ver los resultados concretos de su colaboración.

Durante esta recapitulación, el anfitrión o el líder del proyecto debería destacar las soluciones implementadas, los problemas que han sido resueltos y los pasos significativos que se han dado hacia el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Esta revisión enfocada no solo establece el contexto para la sesión actual, sino que también refuerza la percepción de que estas reuniones son un motor clave para el avance y la resolución de problemas dentro del proyecto.

Es importante mantener esta parte de la sesión enfocada y eficiente. El objetivo es proporcionar una visión clara del progreso sin adentrarse en detalles que serán cubiertos en la documentación formal de acuerdos y decisiones. Al final de cada sesión de RV, se sugiere hacer un breve repaso de los principales puntos discutidos y las decisiones preliminares tomadas, preparando el terreno para una documentación más detallada y formal en la generación de reportes de acuerdos. De esta manera, cada sesión de RV se

convierte en un eslabón efectivo en la cadena de progreso del proyecto, manteniendo a todos los participantes alineados y enfocados en los objetivos comunes.

9.3. Documentación y Reporte de decisiones en sesiones de RV

La generación de reportes de acuerdos y la documentación detallada de las decisiones tomadas en las sesiones de RV son pasos esenciales para asegurar la continuidad y el seguimiento efectivo del proyecto. Estos documentos sirven como registros oficiales que capturan los resultados de las discusiones, acuerdos alcanzados y decisiones tomadas, convirtiéndose en una herramienta vital para la gestión y coordinación del proyecto.

Al finalizar cada sesión de RV, se debe elaborar un reporte detallado o acta que incluya:

- Un resumen de los puntos clave discutidos.
- Las decisiones tomadas y los acuerdos alcanzados.
- La asignación de responsabilidades y plazos para la ejecución de tareas.
- Cualquier cambio o actualización en el plan de proyecto.

Es crucial que esta documentación sea clara, precisa y distribuida a tiempo a todos los miembros del equipo. Esto asegura que todos estén informados y alineados con los avances del proyecto y las acciones a seguir. Para la creación de estos reportes, se recomienda utilizar un formato estandarizado que facilite su lectura y comprensión. Además, el uso de herramientas colaborativas y plataformas BIM puede ser de gran ayuda para integrar estos reportes en el flujo de trabajo general del proyecto, permitiendo un acceso fácil y actualizaciones en tiempo real.

La documentación debe ser accesible para todos los participantes, independientemente de su ubicación geográfica o su rol en el proyecto. Esto fomenta una cultura de transparencia y colaboración, elementos clave para el éxito de cualquier proyecto arquitectónico.

Además, es importante revisar estos reportes en las sesiones de seguimiento, asegurando que los acuerdos se estén llevando a cabo y ajustando los planes según sea necesario. Este enfoque cíclico de revisión y actualización garantiza que el proyecto se mantenga en curso y se ajuste de manera proactiva a cualquier cambio o desafío que surja.

Para facilitar la documentación eficaz de los problemas resueltos y los acuerdos alcanzados durante las sesiones de revisión de diseño, se ha preparado una Plantilla de Acta de la Sesión (Ver Anexo C). Este documento está diseñado para registrar de forma estructurada todos los acuerdos, decisiones y compromisos adquiridos, asegurando que todos los participantes y partes interesadas tengan acceso a información precisa y actualizada sobre los avances del proyecto.

Apéndice A

Lista de chequeo facilitador

LISTA DE CHEQUEO FACILITADOR

SESIÓN DE REVISIÓN CON REALIDAD VIRTUAL (RV)

INFORMACIÓN DE LA SESIÓN

Objetivo(s) de la Sesión	
☐ Explorar el proyecto (difusión y promoción)	
☐ Validar cambios en el diseño y actualizaciones	
☐ Identificar y resolver inconsistencias y/o interferencias en el diseño	
☐ Evaluar la constructibilidad del diseño	
☐ Control de calidad de los modelos alineados con el Plan de Ejecución BIM	
☐ Otro: _____	
Fecha de la sesión:	Plataforma(s) a utilizar:

ANTES.....

Herramientas y Tecnología
☐ Verificar que todos los participantes han realizado la capacitación para el uso de RV.
☐ Definir el lugar de conexión para cada participante (una persona por espacio físico).
☐ Asegurar que todos los participantes tengan los softwares actualizados.
☐ Comprobar que cada participante disponga de una conexión wifi robusta para la sesión.
☐ Confirmar que todos los participantes hayan establecido un área de espacio guardián.
☐ Verificar que todas las baterías y pilas estén cargadas (controles y HMD).
☐ Comprobar que las plataformas de RV que se utilizarán en la sesión están operativas.
Modelos BIM
☐ Verificar que los modelos a revisar tengan un nivel de detalle acorde con el objetivo de la sesión. ☐ DC - Diseño conceptual ☐ DA - Diseño de anteproyecto ☐ DB - Diseño básico ☐ DD - Diseño de detalle
☐ Asegurar que los modelos contengan solo la información necesaria y suficiente según el objetivo de la sesión.
☐ Confirmar que los modelos están particionados acorde al objetivo de la sesión, incluyendo solo partes o áreas de interés.
☐ Validar que los modelos están alineados con las discusiones de proyecto previstas y contengan la información necesaria para tomar decisiones.
☐ Comprobar que los modelos han sido validados por el líder del equipo de cada disciplina. ☐ ARC - Arquitectura ☐ EST - Estructura ☐ MEP - Especialidades ☒ Otro _____

☐ Exportar el modelo federado de la plataforma adecuada según el objetivo de la sesión.

☐ Navisworks

☐ Revit

☐ Otro

Sesión

☐ Confirmar que los compromisos tomados en la sesión previa hayan sido cumplidos

☐ Subir el modelo a la plataforma seleccionada

☐ Generar código de acceso: _____

☐ Preparar la agenda usando la plantilla correspondiente

☐ Definir participantes

☐ Proponer orden del día

☐ Enviar la invitación a la sesión incluyendo la agenda

☐ Actualizar la agenda según observaciones de los participantes (ubicación y puntos adicionales a ser abordados)

..... DURANTE

☐ Iniciar la sesión 15 minutos antes con coanfitriones si los hay.

☐ Cerrar programas innecesarios en los dispositivos de conexión que pueda afectar el rendimiento del software de RV.

☐ Probar acceso a la plataforma

☐ Registro audiovisual de la sesión

☐ Llevar control del tiempo

☐ Guiar el recorrido

..... DESPUÉS

☐ Preparar el acta de la sesión usando la plantilla correspondiente

☐ Enviar el acta de la sesión a más tardar 1 día hábil después de la sesión [Fecha límite: _____]

☐ Enviar encuesta de mejora continua

Actualizado: 12/05/2024

Apéndice B

Plantilla Agenda

PLANTILLA AGENDA

SESIÓN DE REVISIÓN CON REALIDAD VIRTUAL

INFORMACIÓN DE LA SESIÓN

Día y Fecha	Hora de inicio	Hora de finalización
Martes, 11 de mayo de 2024	9:00	10:00
Objetivo(s) ¿Qué se espera lograr en la sesión?	Motivación ¿Por qué es necesaria la sesión?	
☐ Explorar el proyecto (difusión y promoción) ☐ Validar cambios de diseño y actualizaciones ☐ Identificar y resolver inconsistencias y/o interferencias en el diseño ☐ Evaluar la constructibilidad del diseño ☐ Controlar la calidad de los modelos en línea con el Plan de Ejecución BIM ☐ Otro:		
	Plataforma(s) a utilizar	

PARTICIPANTES

Nombre	Rol	Disciplina	Código avatar
Sebastian Giraldi	Anfitrión	BIM	HST-Sebastian
xyz	Líder del proyecto	-	
	Project manager	-	
Juan Pérez	Líder de equipo	ARQ	ARQ-Juan
	Ing. Eléctrico	ELE	

ORDEN DEL DÍA

Ítem	Responsable	Hora	Duración
Iniciar a tiempo y dar la bienvenida a todos	Anfitrión	9:00	4 min
Recordatorio breve de las normas básicas	Anfitrión	9:02	3 min
Utilizando las actas de la sesión anterior, cada persona informa rápidamente sobre el estado los compromisos adquiridos	Según acta previa	9:05	5 min
Cuerpo de la reunión – en función del objetivo. Asignar un tiempo para cada punto. Los participantes asumen compromisos según sea necesario.		9:10	40 min
El anfitrión revisa y reconfirma compromisos, incluyendo nueva sesión si necesario	Anfitrión		5 min
Finalizar a tiempo o antes.	Anfitrión		

CONSIDERACIONES

1. En caso de que haya un punto a ser discutido durante la sesión y que actualmente no está en el orden del día, contactar al facilitador/anfitrión por lo menos 48 horas antes.
2. Posterior a la sesión, el facilitador/anfitrión:
 - Enviará el Acta de la sesión, resumiendo los compromisos de cada persona indicando QUIÉN, QUÉ y CUÁNDO.
 - Reconfirmará la próxima sesión programada.
 - Enviará encuesta de mejora continua sobre la sesión a los participantes.

LISTA DE CHEQUEO PRE-SESION

Por favor realizar los siguientes puntos antes de la sesión para garantizar un desarrollo adecuado de la misma. Ante cualquier duda contactar al facilitador

- ☐ Realizar capacitación para el uso de RV si es la primera vez que asiste a una sesión de este tipo.
- ☐ Definir el lugar de conexión e informar al facilitador, solo una persona por espacio físico.
- ☐ Asegurar que los softwares necesarios estén instalados y actualizados.
- ☐ Comprobar que se dispone de una conexión wifi robusta para la sesión.
- ☐ Establecer área de espacio guardián.
- ☐ Verificar que todas las baterías y pilas estén cargadas (controles y HMD).
- ☐ Disponer de pilas de reserva y acceso al cargador del HMD.
- ☐ Comprobar que las plataformas de RV que se utilizarán en la sesión están operativas.
- ☐ Realizar prueba de acceso con el código indicado
- ☐ Ingresar o actualizar código de avatar.

RECOMENDACIONES PARA LA SESIÓN

Por favor realizar los siguientes puntos antes de la sesión para garantizar un desarrollo adecuado de la misma. Ante cualquier duda contactar al facilitador

- ☐ Garantizar todos los puntos de la lista de chequeo pre-sesión.
- ☐ Silenciar ruidos de fondo (ventiladores, música, etc.).
- ☐ Configurar el área de juego VR para evitar obstáculos y asegurar espacio suficiente.
- ☐ Programarse 5 minutos antes para configurar el equipo y acceder a la sesión.
- ☐ Mantenerse comprometido y enfocado durante la sesión.
- ☐ Reducir distracciones visuales en el área visible de la cámara.
- ☐ Cerrar programas innecesarios en el computador que pueda afectar el rendimiento del software de VR.
- ☐ Si no está hablando, silenciar el micrófono.

Apéndice C

Plantilla Acta

PLANTILLA ACTA

SESIÓN DE REVISIÓN CON REALIDAD VIRTUAL

INFORMACIÓN DE LA SESIÓN

Día y Fecha	Hora de inicio	Hora de finalización
Martes, 11 de mayo de 2024	9:00	10:00

ASISTENTES

Nombre	Rol	Disciplina	Código avatar

ESTADO DE LOS COMPROMISOS PREVIOS

--

COMPROMISOS Y ACUERDOS

Ítem	Acuerdo	Responsable	Fecha límite
¿Qué situación se discutió o qué problema se identificó? -incluir imagen y descripción	¿Qué decisión se tomó o qué acción por realizar se definió?	¿Quién se hará cargo?	¿Cuál es el plazo máximo para realizar la acción?

NOTAS

--

PRÓXIMA SESIÓN

Día y Fecha	Hora de inicio	Hora de finalización
Martes, 11 de mayo de 2024	9:00	10:00

Apéndice B

Transcripciones Sesiones de Revisión en VR Equipo FutureEduSpace

SESIÓN 01

Equipo FutureEduSpace

Octubre 2020

1. ARC-01

Comunicación por zoom con ARC-02

¿Descargo?

2. DIR-01

Ya ahí estoy adentro

3. ARC-01

Comunicación por zoom con ARC-02

Ahora tenes que activarlo.

Hacerle click en la barrita de abajo.

Se supone que inició la descarga.

4. ARC-03

HST-01 yo sigo estando afuera, yo no puedo entrar. No me deja como.

5. ARC-01

Comunicación por zoom con ARC-02

Es con el email

6. HST-01

Mira ARC-03, el índice el de la mano derecha.

7. ARC-03

Si.

8. HST-01

La palanquita si vos empujas con el pulgar derecho esa palanquita hacia adelante y apuntas hacia el piso en donde soltes ahí vas a ir.

9. ARC-03

Ah, ya entré. Perfecto

10. ARC-01

Comunicación por zoom con ARC-02

Por eso ahí hay una pestañita que dice como

Guest, como invitado, como tres opciones

11. ARC-03

Ahora estoy al frente de las ventanas.

12. ADM-01

¡Estamos todos adentro!

13. ADM-01

¿HST-01 vos estas adentro o afuera?

14. DIR-01

Yo estoy adentro.

15. HST-01

Adentro.

16. DIR-01

¿ARC-03?

17. ADM-01

¡Es demasiado lindo!

18. ARC-03

Yo estoy ahí afuera.

19. ARC-01

Comunicación por zoom con ARC-02

A ver si te hago una videollamada

20. ARC-03

De hecho, DIR-01 y yo estamos en el mismo lugar.

21. HST-01

Perdón permiso, voy a entrar. Buenas, ¿acá es la clase?

22. ARC-03

Hola hola.

23. ARC-01

Comunicación por zoom con ARC-02

Te voy a llamar por WhatsApp.

24. ARC-03

¿Y ADM-01 no la veo?

Se me perdió.

25. DIR-01

Yo.... Mejor este color, es más suave.

26. ARC-01

Comunicación por WhatsApp con ARC-02

Hola ARC-02

27. ARC-01

Comunicación por WhatsApp con ARC-02

Ya. Arriba dice single user, al lado dice Workstation y al lado dice Guest.

Ahí tienes que colocar el código de ADM-01 del chat.

28. HST-01

No alcanzó la plata para el techo, quedo solo la...

29. ARC-03

Estamos como bajos de presupuesto.

30. ARC-03

Viste DIR-01 que no cambiamos la.

31. ARC-01

Comunicación por WhatsApp con ARC-02

Y ahí va a descargar el archivo que se va a demorar un poco porque va a descargar el archivo 3D. Cuando lo descargues

32. HST-01

Buenas

33. ADM-01

¿a dónde estás?

34. ARC-01

Comunicación por WhatsApp con ARC-02

Tenes que colocarle como entrar o algo así

35. HST-01

Alguien se anima a venir acá.

36. ARC-01

y ahí hay que colocar ok nomas.

Y ahí te vas a meter al modelo.

37. HST-01

¿DIR-01, ARC-03?

38. ARC-03

¡Hay no alcanzo a llegar!

39. ARC-01

Comunicación por WhatsApp con ARC-02

Ahí yo te lo dicto

40. ARC-03

¡Ay no sé dónde estoy!

41. ARC-03

No me deja ir para allá

42. ADM-01

Ay que bueno que están ahí todos.

43. DIR-01

Tengo vértigo ARC-03, apunta donde está ARC-01.

44. HST-01

Miren ¿a ver de acá quién se anima a saltar?

45. ADM-01

DIR-01 vení para donde de mí para que veas la iluminación

46. ARC-03

Yo veo a ADM-01 que está arriba como...

47. ARC-01

Comunicación por WhatsApp con ARC-02

Te lo dicto yo.

48. HST-01

Mira DIR-01 párate acá.

49. DIR-01

¡Ay estoy en el aire, me da vértigo!

50. ADM-01

No estás en el aire.

51. ARC-03

A ver me voy a parar allá arriba.

52. ARC-03

¡¡Ay no!!

53. DIR-01

ADM-01 donde estas.

54. HST-01

Vení para acá ARC-03.

55. ARC-03

No veo, ¿quién está acá?

¿ARC-01?

56. DIR-01

Ya, ahí estoy HST-01 donde estas tu.

57. ARC-03

Yo voy a ir para abajo.

58. HST-01

Mira ahí para abajo, está muy bueno.

¿Te animas a saltar o no?

59. ADM-01

Mira donde estoy yo.

Estoy viendo la lucarna por dentro.

60. ARC-01

comunicación por WhatsApp con ARC-02

Tenes que colocarte un nombre cualquiera nomas que es como para que te reconozcan con algo.

ARC-02 nomas ponle.

61. ADM-01

Mira DIR-01 hacia la lucarna.

62. DIR-01

Ay sí que lindo.

63. ADM-01

¿Qué tal?

64. ARC-03

Yo quiero pararme ahí donde está... Aquí

65. ADM-01

Me tiré, jajaja.

66. ARC-03

Me vine a cualquier parte.

67. HST-01

Muevan el cuerpo.

Miren hacia arriba, desplácese.

Si quieren caminen sin usar la...

68. ARC-01

Comunicación por WhatsApp con ARC-02

Yo voy a empezar a descargar el modelo y se demora un poco.

Cuando se termine de descargar, te va a aparecer como un archivito y hay que colocar lunch.

Yo no tengo ni idea que es y ahí vas a entrar al modelo.

Yo lo que veo es eso más que nada.

Hay una pantalla, me apareció una pantalla que dice esto.

Después de meter el código, hice click aquí abajo y me abrió la pantalla acá

69. DIR-01

¡Ah! Que estoy muy grande.

¿Me ven a mí?

70. ARC-02

Ingresa a la sesión ARC-02

Si, te veo.

71. ARC-02

Comunicación por WhatsApp con ARC-01

Ya te corto ARC-01.

72. ARC-01

¿Lo encontraste?

73. ARC-03

Yo no veo a DIR-01.

¿Dónde está DIR-01?

74. DIR-01

¡Estamos grandes!

ARC-02, mira.

75. HST-01

Qué bueno se ve esto.

76. ARC-02

DIR-01 tú también eres gigante.

77. ADM-02

¿HST-01 que estás haciendo?

78. ARC-03

Ustedes son gente alta

79. DIR-01

Aprieta Go To ARC-01.

80. HST-01

Bueno, ¿estamos todos?

81. ARC-01

Adentro de la sala yo estoy.

82. HST-01

Listo, vamos afuera. Salgamos al...

83. ARC-01

Te seguimos HST-01.

84. ARC-03

Si, yo estoy al lado de HST-01

85. DIR-01

Esa es ARC-02, ahí está ARC-02.

86. ARC-03

No veo a la ARC-02.

¿Dónde está ARC-02?

87. ARC-03

Ah ya la ví.

88. HST-01

Vamos a comenzar el tour.

89. ARC-01

¿A dónde están, no los encuentro?

¿A dónde se fueron?

90. ARC-03

Anda a...

91. HST-01

En la parte...

Pueden ir, miren donde está el hombrecito con la casa, si disparan con el índice derecho ahí van a ir al modo maqueta.

92. ARC-01

Ya estoy.

93. HST-01

Primero vamos a entrar a modo visualización de la maqueta.

94. ARC-01

ARC-02, es el icono que está en la esquina inferior izquierda, donde hay un hombre con una casa, vas a llegar al punto de reunión.

95. ARC-02

¿Icono inferior?

96. ARC-03

Quien está de blanco.

97. HST-01

Ah estamos todos.

98. DIR-01

Estamos todos.

99. ARC-01

¿ARC-02 es de blanco?

100. DIR-01

No ARC-02 es rosa.

101. ARC-03

No, ARC-02 es rosada

102. DIR-01

ADM-01 es como rosada.

103. ARC-01

No llega todavía entonces.

104. ARC-03

¿La de blanco es DIR-02?

105. ADM-01

¿Quién falta?

106. DIR-01

ARC-02 está como fucsia.

Está como estática, pero está ahí.

107. ARC-01

ARC-02, pero ¿pudiste encontrar el icono?

108. ADM-01

HST-01 míranos a todos ahí.

109. ARC-01

Aquí la veo a ARC-02.

110. ARC-03

Igual yo veo ARC-01 que están pegados.

111. HST-01

Pero espera que yo estoy acá.

112. ARC-01

Aquí yo estoy al lado de ARC-02.

113. DIR-01

Voy donde ARC-02 en todo caso

114. ARC-03

Ah si yo estoy al frente tuyo.

115. ARC-01

Si me estas mirando ARC-03.

Ya, estas muy cerca, ¡córrete!

116. ARC-02

No me veo aquí, pero...

117. HST-01

El edificio viene atrás de DIR-01, miren, miren...

118. HST-01

¿Están todos?

Bueno ¿quién está faltando?

119. DIR-01

DIR-02.

120. ARC-01

Alguien estuvo de blanco en un minuto, no sé quién era.

121. DIR-01

La ADM-01

122. ADM-01

En blanco se me ve, si yo me saqué el casco queda en blanco.

Es mi alma jajaja.

123. ARC-03

Falta.... DIR-02.

124. ARC-01

Bueno me estaban pelando adentro del modelo entonces.

125. HST-01

¿DIR-02 se está conectando?

126. ARC-03

Creo que sí.

127. ADM-01

¿Pero dijo que iba a venir?

128. DIR-01

¿La llamaron?

129. ADM-01

Llamala a ver, yo le escribí por WhatsApp, pero no me contestó.

130. ARC-03

¿ARC-02 está ahí?

Te siento muy cerca ARC-02.

131. ARC-01

Me voy a ir voy del zoom.

132. HST-01

Se achicó DIR-01 miren.

133. ARC-01

Voy a cerrar zoom porque...los veo por el otro lado.

134. ARC-03

¿Ah si yo me siento me veo así de chiquitita?

135. ARC-02

Ahora DIR-01 está chica.

136. ADM-01

Ah parece que se estaba grabando, mirá.

Si HST-01, estaba intentando grabar desde adentro

137. ARC-03

¿Por qué DIR-01 me aparece en gris?

138. ADM-01

Porque se sacó el Oculus

139. HST-01

Yo estoy grabando.

140. ADM-01

Yo también, pero quería grabar desde adentro.

141. ARC-03

Coronado te fuiste.

142. HST-01

Ah mira, ¿podes cambiar el color?
Pasaste a blanco ahora.

143. ADM-01

Yo me salí para...

144. ARC-03

A mí me parecen en blanco DIR-01 y ADM-01.

145. ADM-01

Ahí volví. Ah ¿todos se fueron?

146. ARC-02

¿Alo?

147. ARC-03

ARC-02.

148. ARC-02

B larga, v corta, cinco p c

149. ARC-03

Me la aprendí de memoria.

150. ARC-02

Jajaja chau.

151. ARC-03

¿Quién está ahí abajo?

Ah el HST-01.

152. ARC-02

No veo nada.

153. ARC-03

Estamos de noche.

Ahí estamos al lado ARC-02.

154. ARC-03

Ay que me perdí.

155. ADM-01

HST-01 pone la noche.

156. ADM-01

Comunicación por zoom con DIR-01

Le hablaste a DIR-02, DIR-01.

157. DIR-01

Comunicación por zoom con ADM-01

Está en la farmacia, dice que cuando llegue a la casa me va a llamar.

158. ADM-01

Comunicación por zoom con DIR-01

Ah bueno

159. ARC-03

Ah donde están ustedes.

160. ADM-01

Hay que buscarlos.

161. ARC-02

Yo quiero entrar, pero no sé cómo entrar.

162. ARC-03

Apunta ARC-02 y pincha eh.

¡Ah, pero no tienes el Oculus!

163. HST-01

ARC-02 mira, si vos quieres entrar al edificio...

164. ARC-02

Si.

165. HST-01

Fíjate en la parte donde vos tenes la barra de herramientas que hay como tres líneas horizontales, ahí se te despliega como una barra.

166. ARC-02

Es que no veo esas tres líneas horizontales.

167. HST-01

¿No la ves?

O fíjate que hay como dos personitas juntas.

168. ARC-02

Si esas sí.

169. HST-01

Fíjate donde dice HST-01, por ejemplo, le pones Go To y aprietas ahí.

170. ARC-02

Ahí la vi. ¿Y qué aprieto? ¿Yo?

¿Me aprieto a mí misma?

171. HST-01

Ir a donde está HST-01.

172. ARC-02

Es que no alcanzo... es que la letra es tan chica que no alcanzo a ver.

173. ARC-02

Ahí, ahí te vi, ahí entré.

174. HST-01

Ahí perfecto.

175. ARC-02

Bien... no está hecho para gente corta de vista.

176. HST-01

jajaja

177. ARC-03

No.

Te estoy mirando desde la ventana.

178. HST-01

Ah esto lo cambié.

179. ARC-03

Pero mira ARC-02 que bien se ve la pizarra.

180. ARC-02

Voy a dar vuelta.

181. ARC-03

Gírate, gírate.

182. ARC-02

Ah, ahí está la pizarra.

183. ARC-03

Quedó buena.

Si lo único que yo a esta le agregaría acá una...

Hay no sé cómo salir, pero ¿se ve mi laser o mi puntito?

184. ARC-02

Si, si

185. HST-01

Si, se ve.

186. ARC-03

Ahí.

187. ARC-03

La otra, como división...

188. HST-01

Prueben caminar, sin usar las manos, sin usar los Touch, de moverse ustedes.

189. ADM-01

No vale copiarse.

190. ARC-03

Jajaja.

191. ARC-02

Jajaja.

192. ADM-01

Puedo mover las sillas.

¿Esa mirando hacia la pizarra está buena no?

193. HST-01

Pará, ¿así?

194. ADM-01

Algo así, sí.

Como que alcances a vernos a todos.

195. HST-01

ARC-02 podes ir un poquito más adelante, pasar al frente.

196. ARC-02

Ya, voy.

¿Ahí?

197. HST-01

ARC-01 podes ir un poquito más adelante.

198. ADM-01

ARC-01 acércate.

199. HST-01

Ahí está.

200. ADM-01

Ahí sí, a ver.

Si eso ahí, perfecto, espectacular.

201. HST-01

Está súper bueno como se ve.

202. ARC-03

Si.

203. HST-01

También, por ejemplo, yo puedo ocultar eso que está ahí.

204. ADM-01

A ver.

205. HST-01

El mueble, por ejemplo, no sé.

206. ADM-01

La línea esa que decía ARC-03.

207. HST-01

¿Como?

208. ADM-01

Que ARC-03 decía como una línea en la pizarra.

209. ARC-03

Mas que en la pizarra, atrás, como el mueble dividirlo en tres o cuatro, no sé.

210. HST-01

Vamos a hacerlo.

Entonces acá, en el mueble dividirlo por... ¿ahí?

211. ADM-01

Ah HST-01, nosotros no vemos eso.

212. ARC-02

Hay que dividirlo...

213. HST-01

¿Como?

214. ADM-01

Que vos sacaste unas de las pizarras.

215. HST-01

Si las saque.

216. ARC-02

Lo que pasa que tenes una repisa a los tres metros.

217. ADM-01

Yo no lo veo, no se si ellos lo ven.

218. ARC-02

Yo lo veo

219. ARC-03

Porque va a quedar una repisa muy grande, ¿no?

A lo mejor acá arriba.

Se ve lo que estoy marcando.

220. HST-01

Si

221. ARC-03

A lo mejor como decía ELE-01, desde acá luces, en estas dos partes.

Entonces te va a quedar como un paño bañado de luces.

222. HST-01

Voy a sacar una selfie.

223. ARC-03

Hay DIR-01 se sentó.

224. ADM-01

Ahí se fue muy arriba, volaste.

225. ARC-03

Si, ahora estaba gigante.

226. ADM-01

No solo puede dibujar él.

¿Cierto HST-01?

227. HST-01

Si.

Veamos otra cosa, por ejemplo, si vamos a la parte de la maqueta.

Vengan todos a la parte de afuera.

228. ADM-01

Pero se ven muy bueno ahí adentro ¿no?

Me encanta como se ven.

229. ARC-03

Es como un mini.

230. ADM-01

HST-01 mira para el otro lado.

Ya estás viendo para allá.

Ahí para que quede en el video, ellos adentro de la maqueta.

Eso, ah espectacular.

231. HST-01

Veamos una cosa por ejemplo unos planos de corte.

¿Se alcanza a ver ahí?

232. ARC-02

Si.

233. HST-01

Yo podría ver los detalles.

234. ADM-01

¿Ah, pero los ves tu?

235. HST-01

Quien lo está moviendo ahí.

DIR-01.

236. ARC-02

Yo solo estoy viendo a ARC-01.

237. HST-01

Ya, mira ARC-02.

238. ARC-03

Yo estoy viendo a ARC-01 y a ARC-02.

239. HST-01

Mira ARC-02, en la parte de las dos personitas, igual el Go To como hoy

240. ARC-02

Si

241. HST-01

para venir con nosotros

242. ARC-02

A quien tengo que apretar.

243. ARC-03

A donde está Go To HST-01

244. HST-01

Ahí está.

Entonces miren.

¿Quién quedo ahí, ARC-01?

245. ARC-03

ARC-01

246. ARC-02

Ah, es que habían salido, no cachaba.

247. HST-01

Ya, entonces acérquense acá, donde estoy yo.

248. HST-01

A ver, no muevan el plano de corte.

¿Sí?

Entonces, acérquense que vamos a ver un detalle.

Ahí está.

249. ADM-01

A ver, todos quietos.

250. HST-01

Entonces acá uno puede acercarse.

Vengan, acérquense.

Arrimen la cabeza.

Vengan más cerca, vamos sin miedo, sin miedo.

251. ARC-03

¡Ay!

252. ADM-01

No pueden disparar, solamente es acercarse.

253. HST-01

Entonces, mira ARC-03 si vos acercas tu cabeza, acércala a la puerta, así como estoy haciendo yo

254. ARC-03

Pero se me va como él... el área, porque estoy en un lugar más pequeño.

255. HST-01

Ah perfecto, entonces vamos a volver para allá

256. ADM-01

¿HST-01, pero hay que tocar algo para acercarse?

257. ARC-03

Ahí sí, ahí puedo mover la cabeza.

258. HST-01

No, no.

Es la cabeza de uno arrimándose al detalle.

En este caso el muro no tiene todas las capas, de aislación y todo eso, pero se le podría poner al muro todas las divisiones, entonces yo podría ver ahí todas las divisiones como la barrera de vapor, la aislación, la cámara de aire y verlo en detalle.

Inclusive yo podría ir apagando las capas del muro y ahí ir dejando las aislaciones para ir viendo las partes de las terminaciones.

¿Ahí alguien lo está moviendo?

Vamos a ocultar acá, por ejemplo....

Ahí lo estoy moviendo yo.

La otra cosa que esta buena...

259. ARC-03

Ah yo estoy como adentro

260. HST-01

se mete el edificio como... mírenme, como si la cabeza de uno se va a comer el edificio.

Entonces solamente con arrimar la cabeza hacia adelante va haciendo como millones de secciones al mismo tiempo.

Prueben eso.

261. ARC-02

Si.

262. ARC-03

Si, jajaja.

El mío se va a chocar con algo.

263. ADM-01

Hay caras enfrente.

264. ARC-03

La veo a ADM-01.

265. DIR-01

No sé cómo avanzar.

Creo que me metí mal.

266. ARC-03

El HST-01.

267. HST-01

Esperen que voy a sacar una foto.

268. DIR-01

Ahí los veo, que bonito.

Estoy acá atrás.

269. HST-01

A ver miren adentro.

270. ADM-01

¿Ahí?

271. HST-01

Entonces cuanto mas detalle tenga el modelo, mas información uno va a poder estar revisando.

Inclusive la parte de las cimentaciones.

Si uno tiene toda la parte de las cimentaciones, bases, sobre cimientos, poyos, puede ir visualizando todo este tipo de cosas.

Si tiene instalación abajo, alcantarillado y todo ese tipo de detalles.

Otra cosa importante es si usan el pulgar derecho, perdón el índice derecho apretado sobre el elemento lo pueden mover tipo un volantín, así lo pueden manejar.

Prueben eso.

A ver ARC-03.

272. ARC-03

Ahí lo pude hacer.

273. ADM-01

¿HST-01 yo no puedo tomar foto?

274. HST-01

¿Como?

275. ADM-01

¿Solo tú puedes tomar foto?

276. HST-01

Si, solamente el anfitrión.

277. ADM-01

Bien.

278. HST-01

Por ejemplo, si quieren saber una medida, no sé, yo puedo tocar acá...

Ah miren que bueno se ve eso.

Lo ven, así como transparente a la topografía

279. ARC-03

Si.

280. ARC-02

Si.

281. HST-01

Ah, está super bueno el detalle ese, y ahí lo voy a mover.

Pero por ejemplo acá yo puedo ver la categoría del material.

Esperen voy a venir para acá

282. ARC-03

Voy.

283. HST-01

Si toco ahí, bueno ustedes no están viendo lo que veo, pero en el video está saliendo.

Pero tiene la estructura del material, si es CLT o no, costos, el área, volumen, etc....

284. ARC-03

Que bueno.

285. HST-01

Propiedades analíticas, coeficiente de calor, resistencia y masa térmica, absorción, rugosidad si quieren saber una medida

286. DIR-01

Donde estas ARC-03.

287. ARC-03

Yo estoy acá atrás.

288. DIR-01

Listo ARC-02, oh mira que lindo

289. ARC-02

Guau

290. HST-01

¿Quién está moviendo?

¿La DIR-01?

291. ARC-03

No sé.

292. HST-01

Bueno también acá, voy a hacer una sección.

Voy a poner mostrar todo

293. ARC-02

HST-01.

294. HST-01

Si

295. ARC-02

ARC-01 dice que el no sé escucha.

Pregunta ¿qué puede ser?

296. ARC-03

Acá está sin audio.

¿Quién está de blanco allá?

297. HST-01

¿El computador está conectado al micrófono?

298. ADM-01

Que se fije si el computador tiene que tener algún permiso o algo

299. HST-01

No, no.

En la parte de...ah yo no sé porque es diferente la versión de escritorio.

Arriba de la persona con la casita hay un micrófono, que uno lo puede mutear o no.

300. ADM-01

Pero creo que aparece activo.

Esperen, yo voy a entrar a ver

301. DIR-01

Yo lo estoy moviendo ARC-03

302. HST-01

Miren, voy a hacer un corte por acá.

303. ADM-01

Llegó DIR-02 a la reunión.

304. HST-01

Mover con mis manos, ¿lo ven?

305. ARC-03

Si

306. HST-01

Solamente girando mi muñeca voy a hacer el corte.

¿Lo ven?

307. ARC-02

Si.

308. DIR-02

Ingresa a la reunión por medio de zoom.

309. HST-01

Cuántas horas de dibujo ¿no?

Uno haciendo cortes y todo.

310. ARC-03

¿Quién está de blanco allá?

311. ADM-01

Hola DIR-02.

312. DIR-02

Hola ADM-01, como estas.

Que tiene en la mano ADM-01.

313. ADM-01

¿La qué?

314. ARC-02

Que tienes en la mano

315. ADM-01

DIR-02 si quieres puedes intentar y descargar en este link... estoy copiando en el chat la versión de escritorio del Prospect.

Por ejemplo, ARC-02 y ARC-01 están así, igual recorriendo como adentro el proyecto.

Y sino igual lo podes ver por acá.

316. DIR-02

Ya, sino veo lo que ustedes ven.

317. HST-01

¿Quede solo?

Ah, están todos ahí.

Que paso con el micrófono de ARC-01.

318. ADM-01

Yo estoy iniciando.

A ver, hola

319. HST-01

Ahí está, a ver...

¿Quién está ahí?

320. ADM-01

Soy yo, soy yo.

321. DIR-01

¿DIR-02 eres tú?

322. ADM-01

Soy yo desde el computador.

Yo desde el computador que quería ver como se veía para ver lo de ARC-01.

Y a DIR-02 ya le dije las indicaciones para que pueda entrar desde el computador.

323. HST-01

A ver saluden, vamos.

324. ARC-03

Ahí estamos lejos.

325. HST-01

Practiquen eso, moverlo, los planos de cortes.
Vayan practicando con eso.

326. DIR-02

Ahí se ven los que tienen computadores y los que están con el casco.
Los que tienen el computador en la mano

327. HST-01

Y los que están con el celular.

328. ADM-01

Y quedaron con los lentecitos.

329. DIR-02

Claro, tienen lentes.
Lente óptico.

330. ARC-03

Hay me fui.

331. ADM-01

¿Y ARC-01 pudo arreglar lo del sonido?

332. HST-01

Se hizo la noche

333. ADM-01

¿Y están las luces del proyecto?

334. DIR-01

Uh que lindo se ve.
Y esos paneles no lo podemos...

335. ARC-02

No escucho a DIR-01.

336. ARC-03

Yo tampoco, solo escucho mi computador. Estoy tratando de verlo...
Ahí se moví.

337. DIR-02

¿Para instalar el Prospect es el ejecutable?

338. ADM-01

¿Como?

339. ARC-02

Guest.

340. HST-01

ADM-01 ponte ahí más adelante.

341. ADM-01

¿Mas adelante?

¿Ahí?

342. HST-01

A no, quien está Future Eduspace.

343. ADM-01

Yo, pero desde el computador.

344. HST-01

¿A estas con dos conexión?

Ah eso nunca lo vi.

345. ADM-01

Ahí estoy moviendo a ver.

Hay puedo mover para arriba y para abajo que lindo.

346. HST-01

Estas desdoblada.

347. ADM-01

Jajaja

348. HST-01

En la Future Eduspace estas mandando mails.

349. ADM-01

Estoy invitando al lanzamiento.

350. HST-01

Jajaja

351. ADM-01

¿Pudiste DIR-02?

352. DIR-02

Eh no, lo descargué, pero no lo pude instalar

353. ADM-01

¿Qué te salía?

354. ARC-02

¿Y quién es Future Eduspace?

355. HST-01

ADM-01

356. ARC-02

Ah, ADM-01.

Es que hay una ADM-01 también.

357. HST-01

Es ella también, está en...

358. ARC-03

Se desdobló.

359. HST-01

Está desdoblada jajaja. El sueño que siempre tuvo.

Trabaja en paralelo.

360. ARC-03

Jajaja.

361. DIR-01

Se desdoblo.

362. HST-01

¿ARC-01 qué pasó?

¿Pudiste ver lo del micrófono?

¿Será el computador?

Y si salís y volves a entrar.

363. ARC-02

Mira cómo se mueve jajaja.

364. ARC-03

¿Quien?

365. HST-01

Ah porque a veces el Oculus cuando se conecta queda anclado el micrófono al casco.

Entonces si vos estabas usando ahora el computador está conectado el sonido del micrófono al casco del Oculus.

Entonces tenes que ir donde está la parte de abajo, donde está la barra de propiedades, el parlantecito y las configuraciones de audio, tenes que entrar ahí y poner el micrófono que sale ahí del computador y no del casco del Oculus.

Puede ser que pase eso

366. DIR-01

Ya me senté, no doy más.

367. ADM-01

Yo he estado sentada todo el rato.

368. DIR-01

¿Aló, alguien me escucha?

369. ARC-02

Sí.

370. ARC-03

Si

371. HST-01

Si todos.

372. DIR-01

Ah no, ARC-02 no me escucha.

373. ARC-02

Yo ahora te escucho.

374. DIR-01

Ahora me siento como muy chiquitita, muy encima de la maqueta.

Parece que estoy como con la cabeza enterrada.

375. ARC-03

Yo estoy como arriba de la cabeza

376. DIR-01

Ahí está ARC-03 en el centro, parece una vela de cumpleaños ARC-03.

377. HST-01

jajaja

378. ARC-03

jajaja

379. DIR-01

Estas al medio ARC-03.

380. ARC-03

Sí pero no sé cómo salir. yo aprieto, pero...

381. DIR-01

Aprieta el monito scale model y ahí te vas a ir acomodando.

Pero me tuve que sentar sabes que ya estaba como cansada.

La estamos esperando a DIR-02 ¿cierto?

¿Y ARC-01 no entro?

382. DIR-02

Conversación desde zoom

No, yo no lo he podido instalar, así que da lo mismo nomas.

No sé porque bajé...no encuentro ni un ejecutable.

383. ARC-01

Alo, alo.

¿Me escuchan?

384. ARC-03

Ahí te escucho ARC-01.

385. DIR-01

Ahí llegaste ARC-01.

386. HST-01

Ahí está.

387. ARC-01

Era lo que comentaba HST-01, apagué el casco.

388. ADM-01

Conversación con DIR-02 por zoom

No te sale el ejecutable.

389. ARC-01

Se me la salió y se me bloqueó todo lo otro.

390. HST-01

Claro, es súper común que pase.

391. ARC-03

Ahora estoy bailando.

392. ARC-01

Porque estas bailando ARC-03.

393. ARC-03

jajaja, es que no puedo irme de aquí.

Estoy, estoy arriba del techo.

394. ARC-01

Super poco profesional.

395. DIR-01

ARC-03 aprieta scale model.

396. ARC-02

¿Que?

397. ARC-03

Si. pero no me funciona.

398. DIR-01

¿Te lo saco?

Ahí te vi, ahí estas

399. ARC-03

Ahí sí.

400. DIR-01

Yo te lo saqué.

401. ARC-03

Maravilloso.

402. HST-03

Bueno, entonces nosotros somos los visitantes del GORE, haber quien explica el proyecto.

403. DIR-01

Ya ARC-03, ARC-01 y ARC-02.

404. ARC-01

¿Quién está chiquitito amarillo ahí adentro?

405. DIR-01

Es ADM-01 que está haciendo...

406. ARC-03

Es ADM-01

407. ARC-01

Alguien plantó una zanahoria allá abajo.

408. DIR-01

jajaja

409. ARC-03

Jajaja

410. HST-01

ARC-02 está inmutable.

411. ARC-02

Aquí estoy.

412. ARC-03

ADM-01 está mareada.

413. DIR-01

Se escucha.

414. ARC-02

No, pero me escucho con eco en el computador.

¿Todos se escuchan con eco?

415. ARC-03

Si porque...

416. ARC-01

Yo cerré zoom.

417. ARC-03

Ahí voy a cerrar zoom.

418. HST-01

Si porque estamos transmitiendo por zoom, entonces tenemos doble entrada de audio.

419. DIR-01

No, yo apagué zoom.

Yo apagué mi zoom.

420. ARC-02

Yo igual apagué el audio del zoom.

Ah el audio nomas, no apagué el zoom.

421. ARC-03

Yo apagué el zoom.

422. ARC-02

Apago zoom.

423. DIR-01

Ahí la estoy girando.

424. DIR-01

Ya ARC-01, empieza a contar y yo te lo muevo.

O, ¿tú lo quieres mover?

425. ADM-01

DIR-02 estoy creando un archivo compartido para enviarte un ejecutable.

426. DIR-02

Conversación desde zoom

No, sabes lo que estoy cachando que dice for Windows. Lo descargo y no me lo deja ejecutar y estoy viendo que dice para Windows.

Quizás será eso, porque yo tengo MAC.

427. ARC-01

ARC-03 mejor porque está con el casco.

428. DIR-01

Ya ARC-03, muévelo.

429. ARC-03

Espérame, espérame porque....

430. DIR-01

ARC-03 mira, aprieta los dos índices al mismo tiempo y como mueve tus brazos.

Los dos índices.

431. DIR-01

Ahí.

432. ARC-03

Si, pero lo que pasa es que mi espacio está reducido.

Entonces que como si me muevo...

433. DIR-02

Porque lo descargo y no... ejecuta nada.

434. DIR-01

Mira, vamos a buscar el acceso.

435. HST-01

ARC-03.

436. ARC-03

Si.

437. HST-01

Si vos con tus dos índices apretados, agarras la maqueta y abris los brazos lo escalas.

438. ARC-03

Ah.

439. DIR-01

Como lo hice yo

440. ARC-03

No, lo que yo te digo es que no lo hace, como que yo definí un espacio que no me puedo mover, como espacio seguro y mi espacio es chiquitito, entonces si yo me muevo sale que me voy a pegar.

441. HST-01

Te chocas algo.

442. DIR-01

Si mueve los brazos sale que se va a pegar, ya.

443. DIR-01

Yo la estoy girando, ARC-01 me tiene que avisar.

444. HST-01

Y también podés girarlo como hace DIR-01, ese es el otro movimiento.

Y el otro DIR-01 es apretando el índice derecho y si lo mantenes apretado sobre el terreno y moves el brazo.

Arriba de tu cabeza tráelo.

445. ARC-03

¿Si uno salta, esto se mueve igual?

¿Se ve como si estuviese saltando?

446. ARC-02

No.

447. HST-01

¿Como?

448. DIR-01

Ahí sí.

449. ARC-02

Si saltaste.

450. ARC-03

jajaja

451. DIR-01

Y ahí se agrandó.

Ahí me dice en que escala está, sabes que me dice de repente, me marca la escala en la que esta.

Me dice uno a dieciocho por ejemplo me está diciendo, uno quince dice que está ahí.

452. HST-01

Si ustedes quieren ocultar algo me dicen, que yo aprieto algo y oculto lo que quieran ver

453. DIR-01

ARC-01 debería hacer un relato, si es lo que yo decía. O la...

454. ARC-03

ARC-01 mejor.

455. ARC-01

¿Yo?

456. ARC-03

Yo estoy más mareada que no sé qué.

457. ADM-01

Hágale, ARC-01, hágale.

458. DIR-01

Siéntate, ARC-03 pon una silla.

459. ARC-03

Eso es lo que voy a hacer.

460. DIR-01

Yo me senté, me mareé.

Sentada ayuda bastante la verdad.

461. ADM-01

Yo he estado sentada todo el rato.

462. ARC-03

Ahí sí, ufff.

463. HST-01

Donde están los deportistas acá que hacen...

464. DIR-01

jajaja

465. ARC-03

Necesito anteojos, me parece que ya veo un poquito borroso porque no pude lograr poner mis lentes acá.

466. DIR-01

Y ADM-01 está ayudando a....

¡Oh, ARC-02 estoy atrás tuyo!

467. ARC-02

¿Me escuchas DIR-01?

468. DIR-01

Si perfecto

469. ARC-02

Ahh, porque me fui al zoom, ahora no escucho eco.

470. HST-01

Esto se puede transmitir por streaming también.

Pensando a futuro, una presentación por YouTube, por Instagram, por Facebook.

Se conecta el casco y todo lo que estás viendo en el visor se transmite.

471. DIR-02

Conectada desde zoom

Y la imagen que vemos por zoom ¿de quién es?

472. DIR-01

Estamos esperando a DIR-02 cierto.

473. HST-01

La mía DIR-02.

474. DIR-02

Ah ya.

Pero a ti te vemos como adentro del proyecto.

475. HST-01

Ahh sí, es una fusión.

Si es una foto.

476. DIR-01

No se podría HST-01 la parte interior de la lucarna, la parte del fondo del fondo de la lucarna, donde está el puntero rojo en donde tu estas marcando.

Ahí marcar como en blanco para que haga como gesto.

477. ARC-03

Si lo habíamos visto a eso.

478. ARC-01

Que el interior de la lucarna tiene una parte blanca.

479. HST-01

¿Como DIR-01?

480. DIR-01

Esta parte de acá, esa parte interior, lo que baja el plano inclinado hacia abajo ser blanco en el modelo cuando lo muestren.

481. HST-01

Si perfecto.

482. DIR-01

Ahí lo moví no se para dónde. Ay no sé cómo...giré yo mismo esta maqueta.

Me metí muy adentro ¿qué hago, como se sale?

483. ARC-03

jajaja

En la cabeza

484. DIR-01

Ahí estoy con ADM-01.

¿Quién quedo de rojo ahí arriba del techo?

El HST-01.

485. ARC-03

El HST-01.

486. ADM-01

Que lindo se ve.

487. ARC-03

Jajaja

488. DIR-01

Ay, ADM-01 lo fue a acompañar que tierna.

489. ARC-03

Jajaja

490. HST-01

Jajaja

491. ADM-01

Jajaja

¿Guardaste la foto del blanco?

492. DIR-01

Y ARC-02 para donde va.

493. HST-01

Ah, otra cosa importante que no les dije.

Si con el pulgar derecho tocan la palanquita que sobresale hacia el costado es como que pueden girar.

494. ARC-03

Ah sí.

495. DIR-01

¿Cuál palanquita al costado?

496. ARC-03

Pero marea mucho, así que ten cuidado.

497. DIR-01

¿Pero cuál palanquita?

498. HST-01

La otra es girar con el cuerpo.

Mirar hacia arriba, hacia abajo

499. ARC-03

No sé porque no me responde cuando yo le pongo

500. ARC-01

Hola ARC-02.

501. ARC-02

Hola, ¿cómo están?

502. ARC-01

Bien y tu

503. DIR-01

Oye queda hacer un relato.

504. ARC-03

Ya me mareé.

505. DIR-01

Acá esta la DIR-02.

¿Como va la DIR-02? ADM-01.

506. ARC-02

Pero si ya lo conocen al proyecto...mucho.

507. ARC-03

No, pero si es para hacer el video

508. DIR-01

El video

509. DIR-02

Conectada desde zoom

Es que no pude bajarme el programa, porque yo creo que porque tengo MAC.

510. HST-01

¿Y no está para MAC DIR-02?

511. ADM-01

No.

512. DIR-02

Conectada desde zoom

¿no?

513. ARC-03

Ah entonces no lo va a poder poner en el computador.

Cuando le pongo ir donde ARC-01 no me responden.

514. DIR-01

ADM-01 construyamos, perdón...HST-01 y ARC-01.

Construyamos un relato, hagamos como un recorrido así todos juntos para que salga en el video.

515. ADM-01

Si, de una.

516. ARC-01

Súper.

517. DIR-01

Ya me estoy cansando. como que me quedan pocas...

518. ADM-01

Si yo también y tengo hambre.

519. ARC-01

Ya.

520. ARC-03

Yo igual tengo hambre.

521. ARC-01

¿Pero vamos a entrar o vamos a dirigirnos en esta escala solamente?

522. ADM-01

Yo creo que después entramos.

523. DIR-01

Hagamos uno por fuera como general, y luego entramos.

Pero entramos ordenadamente, así como...Nos vamos primero al escalón, al patio, al acceso y ahí entramos.

524. ARC-01

Ya super.

Entramos aquí por la plataforma.

Yo estoy... podrían colocarse acá para que veamos toda esta cara.

525. DIR-01

Voy a ir donde ARC-01, ya voy para allá.

526. ARC-03

Es que no me puedo mover.

527. ARC-01

Tratemos de ver de nuevo las cosas.

528. DIR-01

Pero pon Go To ARC-01.

529. ARC-03

No, me responde el Go To.

530. ARC-02

Ya, sigamos a ARC-01.

531. HST-01

Ni a mí tampoco, pero...

Porque somos muchos, capaz por eso.

Pero estamos cerca.

532. ADM-01

Porque están cerca.

533. DIR-01

Podes venir donde mi ARC-03.

534. DIR-01

Porque estaban en el mismo lado

535. ADM-01

HST-01 hacete un poquito más lejos para que la grabación quede con todos.

536. ARC-03

No, porque yo estoy acá sentada.

A ver esperate.

537. ADM-01

¿HST-01 me entiendes?

538. ARC-01

ARC-03 estas echada en tu cama por eso no te podés mover.

539. ARC-02

Estoy lista.

540. ARC-03

¡Cállate!

541. ARC-02

Cuando ustedes digan.

542. ARC-03

No, no me responde.

Pero no sé porque no puedo caminar porque me voy de mi zona de movimiento.

543. ADM-01

Pero dispara.

544. ARC-01

Dispara y avanza.

545. ARC-02

Si, ahí te moviste.

546. ARC-03

Ya, ¿a dónde estoy?

547. ARC-01

Date vuelta.

548. ARC-01

Estamos del otro lado.

549. ARC-02

Detrás de ARC-01.

550. DIR-01

Voy donde ARC-01 y no me resulta.

551. ARC-02

Ahí

552. ADM-01

Dispara, dispara.

553. DIR-01

¿Cuál disparo?

554. ARC-02

Juguemos mejor.

Disparémonos.

555. ARC-03

Donde está ARC-02.

556. DIR-01

Ya, aquí me quedo.

557. ARC-01

Entonces ahora que estamos con ADM-01 y DIR-01 podemos revisar el modelo.

Estamos en el ... bueno, aquí tenemos dos frentes.

El frente principal que mira hacia el exterior de la sala que es este ventanal que se ve bastante activo hay donde hay una especie de cubierta translúcida lucero en la parte superior y por el costado izquierdo, nosotros tenemos el lado de acceso principal al pabellón y también sería la simulación del acceso hacia el pasillo de la sala de clases en este caso.

Entonces hay que entender un poco que este módulo que tenemos en frente tiene este ventanal del costado derecho que es el que se vincula con el exterior, y en ese mismo plano, pero ya en la parte posterior, si me siguen hacia acá es donde está ese otro ventanal que es la parte que se vincula con el pasillo interior del establecimiento educacional.

Aquí igual podemos percibir que hay un volumen paralelepípedo sobre la cubierta y en ese elemento me encontraría la lucarna que son tres, pero se han unificado en un solo elemento para que los espacios dentro de la lucarna que serían dos se pudiesen ubicar algunos equipos para apoyar el uso y el confort interior del aula.

558. ARC-01

¿Podemos movernos todos hacia la plataforma de acceso?

No sé si me ven, yo estoy aquí.

559. ARC-03

No

560. ARC-01

Me veo solo.

Llegó ARC-03, HST-01, ADM-01

¿ARC-02, DIR-01?

561. DIR-01

Estoy en la maqueta.

562. ARC-03

Ah, pero me parece que DIR-01 está adentro.

563. DIR-01

No estoy afuera, estamos cerca.

564. ARC-01

ARC-02 está acá al lado.

565. ARC-03

ARC-02 está al lado mío.

566. DIR-01

Aquí estoy ADM-01.

567. ARC-03

Ahí está DIR-01, perfecto.

568. DIR-01

Me voy a sentar sí.

569. ARC-02

Ya

570. DIR-01

jajaja

571. ARC-01

De frente un poco la idea está construida en relación a vincularse con el espacio del espacio de la calle principalmente de la universidad, entonces se generan como estos vacíos para poder vincularse con este espacio intermedio.

Donde está ARC-02 sería la calle principal y eventualmente en este plano que nosotros tenemos, frontal que tiene dos ventanas, lo que podría vincular con otra sala que estaría creciendo en paralelo en el sentido perpendicular a este muro.

Y luego al acceso, aquí nosotros también explicábamos ayer en la propuesta de iluminación es que este frente va a quedar abierto hacia el exterior de la calle, la idea sería definir una línea de luz por todo el perímetro en estos espacios como intermedios, para que cuando el pabellón este abierto al público durante la noche o durante el día, también se perciban que estos accesos son espacios relativamente iluminados y que no queden tampoco expuestos y se genere un poco el control natural ahí con el lugar.

Llegamos al acceso que sería este.

Si pueden entrar. Tenemos...

Bueno este sería el pasillo de acceso, tiene un metro ochenta probablemente, sea más grande, el cual nos permite vincularlo a través de un espacio que es donde nosotros tenemos este ventanal y generaría como la circulación principal también con el acceso al colegio y toda esa circulación.

Pero la gracia es que esto se podría cerrar, si vemos nosotros vemos que hay unas puertas acá de acceso, como más establecidas.

Están estas puertas correderas que son estas blancas que están pegados acá, pero la idea es que esto lleven unos rieles que se puedan despegar y cerrar completamente la sala y se genere un espacio más contenido más tradicional, es que no se quiere generar toda esta relación con el exterior. Obviamente eso es gradual, entonces..... del cerramiento que eso genera.

Si vamos al interior tenemos los frente, bueno, lo que hace el ventanal que como veíamos se proyectaba a esto, vemos estos muros laterales donde al lado de esto están las pizarras y toda esta superficie ... articulación. Y por el costado izquierdo está este como el espacio de guardado.

Sobre ello se apoya una estructura de madera la madera laminada. La estructura de los muros los laterales

Unos elementos más volumétricos de CLT y si levantamos la cabeza se puede percibir, están estas ventanas, lucarna en este punto ya establecido. Más o menos en esta línea donde estamos ubicados nosotros, se tratan de apoyar un poco y crear un pilar que genere un nivel de profundidad que necesitamos una condición de apoyo evidentemente para generar esa....

572. ARC-01

¿ARC-02, ARC-03 no sé si quieren comentar algo?

573. ARC-03

No.

574. ARC-01

¡No!

Ya que bueno.

575. ARC-03

Estoy tan mareada que no voy a aportar nada.

576. ARC-01

Pucha me gustaría verlo con los cascos.

577. HST-01

Se me colgó el computador.

Ahí está.

578. ARC-01

Yo me voy a retirar, los voy a dejar acá para que disfruten.

579. ARC-03

Uy estoy muy mareada.

580. DIR-02

Oye, ¿ya no están los muebles de los muros?

No sé quién me escucha.

581. HST-01

Sí, yo DIR-02.

582. ARC-03

Ah, está DIR-02.

583. DIR-02

¿No están los muebles en los muros?

584. HST-01

Es porque oculté... esto es como el AutoCAD que uno puede ir ocultando cosas

585. DIR-02

Ahh ya ya ocultaste.

586. HST-01

Entonces yo por ejemplo puedo ocultar ahí objetos, saque la parte del suelo y así es como va mostrando. Lo que me parece interesante acá es el tema de las propiedades, acá...

587. ARC-03

Ah, eso lo del HST-01.

588. HST-01

Si, yo estoy mostrando acá las propiedades, por ejemplo, si es diseño estructural o no, el uso.

Acá yo le podría cargar toda la parte térmica de propiedades.

El CLT o la aislación que tenga, las cámaras.

Toda eso yo lo podría cargar acá y poder revisar todas esas propiedades desde la realidad virtual.

No solamente eso, sino también podría revisar

589. ARC-02

Eso es lo que está haciendo LIG-01.

590. HST-01

Costos, ven. Costo de hacer esto, costo de materiales.

Si, todo lo que hace Cecilia se podría cargar acá al modelo.

591. ARC-02

Digo yo para no duplicar el trabajo.

592. ARC-03

Claro.

593. HST-01

No no, es que es todo lo mismo.

Es parte del flujo BIM.

Lo que ella hace se vincula dentro de los modelos.

Lo que ella hace carga, entonces las propiedades que ella arroja que crean los materiales se vuelve a traer y se agregan.

594. ARC-03

No me puedo mover a donde está ARC-02.

Ahora sí te vi ARC-02.

595. HST-01

¿Quién quedo?

596. ARC-02

Somos dos todavía.

597. HST-01

¿Quién está ahí?

Yo me escucho...

¿ADM-01?

Ahh es que está hablando por teléfono, yo escuchaba la voz.

598. ARC-03

Ah es que ADM-01 está al lado tuyo.

599. HST-01

Estoy escuchando que habla por teléfono del otro lado y se está moviendo.

¿Quién es entonces?

600. ARC-03

No sé.

¿DIR-01?

601. HST-01

Está hablando con DIR-01.

602. ARC-02

¿No está DIR-01?

603. HST-01

Voy a ver qué pasa.

No, va en diferido la transmisión por zoom.

604. ARC-03

Qué gracioso tu mano se quedó separada del cuerpo jajaja.

605. HST-01

No entonces quedo desconectado ahí mi...

606. ARC-03

Y tu mano quedo ahí separada de tu cuerpo.

607. HST-01

Me escuchas ARC-03.

608. ARC-03

Si.

609. HST-01

Acá paso algo raro. Porque quedó la transmisión.

ADM-01 está hablando con DIR-01 y están adentro del edificio, pero nosotros no las escuchamos.

610. ARC-03

¿Ah, pero ADM-01 no nos escucha?

611. HST-01

No, es como que se separaron las reuniones.

612. ARC-03

Qué raro, pero aquí estamos todos.

613. ARC-02

Yo los escucho.

614. ARC-03

Yo escucho a ARC-02 perfecto.

615. HST-01

Para voy a volver a entrar.

616. ARC-03

¿HST-01?

617. HST-01

Si ahí está.

618. ARC-03

Yo no escucho ni a ADM-01.

Solo escucho a ARC-02 y a ti.

¿ARC-02?

619. HST-01

Vos ADM-01 me escuchas.

Pero me escuchas desde la habitación, no del Oculus.

620. ARC-02

Jajaja

621. ARC-03

Jajaja

622. HST-01

¿Como?

Y donde está DIR-01.

Yo la escucho a DIR-01 que está hablando.

623. ARC-03

No, pero ni siquiera está DIR-01 como conectada, se desconectó.

624. HST-01

No, pero está hablando por el chat del Oculus.

No están hablando por el Prospect, me parece.

625. ARC-03

No, se fue ADM-01.

626. HST-01

A ver para...

627. ARC-03

Soy yo, estoy super mareada.

628. ARC-02

¿Yo no sé si estas pizarras debieran ser tan altas ARC-03?
Ya que estamos las dos.

629. ARC-03

Si, es que sabes que yo lo que pensaba es que quedan bien altas igual por un tema de que si la cortamos se van a ver raras.
Lo que me preocupa es como vamos a hacer estos rieles acá arriba.

630. ARC-02

Claro, yo creo que, por eso no sé.
Hay que cortarlo.

631. ARC-03

Porque lo mismo, mira, lo mismo que acá atrás.
¿Se ve lo que estoy marcando?

632. ARC-03

Ahí el riel tendría que ir por el centro.

633. ARC-02

Sí, ahí va riel por el centro, aquí esta se corta y ahí van por las vigas.
Se enganchan en los rieles y van por las vigas.

634. ARC-03

Claro.

635. ARC-02

Va un riel por el centro justamente.

636. ARC-03

Luego un riel central.

637. HST-01

¿ADM-01?

638. ARC-03

Nos abandonó.

639. ARC-02

Va a haber que poner un elemento que soporte ese riel, la mitad, sino nos va a colapsar.
Y ese palillaje no va, por ahora.
El que va de la ventana ese a los dos metros cuarenta no va.

640. ARC-03

A no, por ahora no.

641. ARC-02

Nos quedamos solas.

642. HST-01

No, yo estoy.

643. ARC-03

No, está HST-01.

644. ARC-02

Y lo otro que yo lo vi en planta, porque dibujé la planta y hay un tema que eso hay que verlo en el dibujo sí.

645. ARC-03

¿Qué cosa?

646. ARC-02

La estructura va a un plomo y de ahí va la aislación y cuando se encuentra con los bloquecitos de las esquinas te desfasa todo el eje.

Por eso tenemos que verlo en la planimetría.

647. ARC-03

¿Cómo se desplaza el eje y por qué?

648. ARC-02

Porque en el fondo el revestimiento va por fuera siempre, el perímetro por fuera.

Entonces no te calza la estructura porque en ese eje del muro del muro de allá, no sé si tú ves lo que yo rayo.

649. ARC-03

No

650. ARC-02

Va por el lado de afuera, del lado del muro.

651. ARC-03

Para, en donde estas.

652. ARC-02

Estoy detrás tuyo.

Yo veo una cosa blanca de lo que yo hago, pero yo no sé si ustedes la ven.

Una pelota blanca.

653. ARC-03

Yo estoy mirando hacia.

654. ARC-02

En el muro de las pizarras, el muro estructural

655. HST-01

Me maree.

656. ARC-02

lleva el revestimiento por fuera, ¿cierto?

657. ARC-03

Si

658. ARC-02

Y ese eje se continúa para generar el murito chico de la bodeguita se podría decir.
Y ahí no coincide el revestimiento, porque el revestimiento va por el lado opuesto.

659. ARC-03

Ah.

660. ARC-02

Entonces quedan desfasados los, o sea hay que ver cómo está eso porque si desfasas en la estructura o desfasas el muro completo como resultado final.

661. ARC-02

No sé si se me entiende lo que estoy diciendo.

Por eso hay que verlo en la planta.

Dibujartelo

662. ARC-02

Y yo digo para la arquitectura no importa, lo dibujé nomas, pero después cuando hagamos el plano de detalle va a haber que definirlo bien.

663. ARC-02

¿Te fuiste?

ARC-03.

Ah no, te fuiste para otro lado.

664. ARC-03

No, aquí estoy.

Justo estoy al lado tuyo.

665. ADM-01

Están muy cercanas

666. ARC-03

Hay no veo nada.

667. ARC-02

¿Ah, y DIR-01 también se fue?

668. ARC-03

Sí la DIR-01 se fue.

669. ARC-02

Ya vamos nomas.

670. ADM-01

¿A dónde te metiste ARC-02?

671. ARC-03

¿Ah donde está ARC-02?

672. DIR-02

Chau, ADM-01.

673. HST-01

Chau.

674. ARC-02

Chau HST-01, chau ADM-01.

Chau, ARC-03.

675. ARC-03

¿Como se apaga esto?

676. ARC-03

Chau.

¿Como salgo?

SESIÓN 02

Equipo FutureEduSpace

Enero 2021

1. ARC-01

Qué bueno.
Aquí toda esta área que es de acceso.
Yo no sé si alcanza a ver mi...

2. HST-01

Si, sí.

3. DIR-01

Si.

4. ARC-02

Si, perfecto.

5. ARC-01

En toda esta parte, aquí pasa un canal.
Eso lo tienen todo más o menos claro ¿cierto?
Que probablemente ese canal

6. DIR-01

Ah no, yo no tenía claro.

7. ARC-01

Que probablemente ese canal hoy día tiene un flujo muy pequeño de agua, pero probablemente haya que entubarlo y canalizarlo para que siga su curso natural.
Por lo tanto, nosotros en este borde de acá estamos tirados literalmente a la solera.
Para tener un acceso que está a pendiente cero y eliminar todas las complicaciones que debe tener como un proyecto de accesibilidad universal.
Pero, toda esta parte hay que solucionarla estructuralmente, porque aquí tenemos una viga que va corrida, pero va un tubo y eso STR-01, bueno, todavía está pendiente de poder resolverlo.

8. ARC-02

Pero lo sabe, lo conversamos.

9. DIR-03

¿Hacia qué lado está el acceso?

10. ARC-01

Perdón

11. DIR-01

Acá, donde estamos DIR-03.

12. ARC-01

Acá.

13. DIR-03

Si, pero físicamente en el terreno.

Si sé, están ahí, pero hacia dónde está

14. ARC-01

Jajaja.

15. ADM-01

Hacia el casino.

16. ARC-02

Frente al casino

17. ARC-01

El casino estaría a la espalda nuestra, hacia allá.

18. DIR-03

Ah ya, perfecto, ahí está la calle entonces

19. ARC-02

Donde está DIR-01.

20. ARC-01

Aquí está la calle, sí.

21. DIR-03

¿Y a cuantos metros está del borde la solera?

22. DIR-01

ADM-01 te pusiste adelante mío, que feo.

23. ADM-01

Jajaja.

24. ARC-01

De la solera de la vereda, está viga que está acá...

25. ARC-02

Está pegado a la vereda.

26. ARC-01

está pegada a la vereda.

27. ARC-01

Si, esta viga que está acá.

28. DIR-03

Ah, está pegada a la vereda.

29. ARC-01

No sé si se alcanza a ver mejor DIR-03.

30. HST-01

Si, sí.

31. DIR-03

Si lo veo.

32. ARC-01

Esta vereda...esto está pegado con la vereda.

Esta viga que está...

33. DIR-03

¿Y el canal dónde está que dices tu?

34. ARC-01

Pasa acá, justo acá, al otro lado de la vereda.

Es decir, está la vereda, tiene una pendiente y pasa acá.

No es mucho, pero yo creo que en invierno nos puede generar una complicación, por lo tanto, eso igual habría que canalizarlo.

Un canal que corre...

35. ARC-02

La verdad que no es un canal por mala, sino que es una pequeña hendidura en el área verde, que nosotros suponemos que ahí se acumula agua y se evacúa el agua naturalmente, porque no hay un canal construido como tal.

36. ARC-01

Exacto.

37. ARC-02

No sé si me entienden

38. DIR-03

Porque la evacuación del agua está al fondo.

39. ARC-02

Nosotros suponemos que ahí se acumula agua,

Claro, en el canal.

40. ARC-01

Porque de hecho si uno sigue esta línea,

41. DIR-03

El canalcito pasa al lado del paseo peatonal

42. ARC-02

Al lado del paseo peatonal justamente.

43. ARC-01

Exacto.

Porque si uno siguiese esta línea hacia mi derecha, a mi izquierda perdón, dónde está DIR-01, allá hay un paso o esta calle que viene perpendicular o paralela perdón al casino, entra hacia el edificio de diseño industrial.

Entonces esa calle también tiene canalizada de la misma forma, entonces yo creo que no es una complejidad, pero sí hay que tenerlo como... tiene que entrar dentro del proyecto de cálculo.

44. DIR-03

¿Y la cota de la superficie de esa losa que está ahí, da justo la vereda?

45. ARC-01

Si, esto está en cero.

Porque si tuviésemos una pendiente nos generaría definir un proyecto accesibilidad universal, es por esto, este piso terminado es cero al igual que la cota del acceso de la vereda.

46. DIR-03

De la calle.

47. ARC-02

De la vereda.

48. ARC-01

No, porque la calle está veinte centímetros más arriba, veinte o treinta centímetros más arriba.

49. ARC-02

O sea, claro, debe tener una pequeña pendiente para eventualmente evacuar agua.

Pero es una plataforma con una pendiente mínima del tres por ciento para que el agua no se vaya contra el prototipo.

50. DIR-01

Pero sí.

51. ARC-01

Exacto.

52. ARC-01

Porque bueno, y lo otro que yo estuve mirando con ARC-02 y ARC-03 es que todos estos paneles de CLT que están en los muros tienen una subdivisión.

De hecho, por ahí creo que hay que confirmar la medida, ¿pero inicialmente era un metro veinte ARC-02 o un metro? perdón, de lo que conversaba Julián.

53. ARC-02

Un metro... que queda un metro diez.

Porque en el fondo los marcos llegan hasta el final, entonces los paneles quedan entre marco.

54. ARC-01

Si

55. ARC-02

Pero lo de los bloques de la esquina son distintos, o sea, varían un poco pero ahí nosotros no teníamos la medida.

56. ARC-01

Si varían.

57. ARC-02

Claro ahí está la modulación.

58. ARC-01

Varían, pero el problema de lo que yo quería comentar es que varían y que no están modulados.

Yo no sé si tú te diste cuenta HST-01, pero sobre todo este panel que está acá, por ejemplo, están como a un metro veintiuno coma ocho, el otro está a un metro diecinueve coma siete, es decir, no tienen una modulación exacta.

Entonces también habría que pedirle a STR-01 que hay que tener claro cuántos paneles y qué medida exacta tienen, porque evidentemente entre ellos, la unión hay que modificar.

Igual lo vamos a hacer por escrito, eso yo creo por correo.

¿cierto ARC-02?

59. ARC-02

Si

60. DIR-01

ARC-01, mañana tenemos la reunión donde va a estar STR-01 y ahí hay que darles las observaciones.

61. ARC-02

Si, sí, pero lo que pasa es que nosotros no podemos revisar porque no tenemos planos.

Esa es la verdad, que la estructura fue lo único que no pudimos revisar.

Revisamos lo anterior, pero lo anterior no estaba terminado en realidad, no.

62. ARC-01

Yo le solicité ayer los planos con copia a nosotros y STR-01 me dijo que en teoría el viernes intentarían enviarme los planos, no finales, pero que estén avanzados.

63. DIR-01

Pero es mejor ARC-01 que mañana le damos las observaciones de lo que estamos comentando y así él te manda los planos ya corregidos.

64. ARC-01

Ya, y evidentemente ahora que él va a tener también el proyecto de...perdón, el proyecto de lucana, que van emplazada acá.

Todo eso tiene que estar solucionado, porque de hecho la lucarna está como puesta encima, no hay ninguna fijación, no sé si él considera que el peso de esa lucarna debería llevar algún refuerzo y bueno.

Mañana hay que revisarlo con él a eso.

65. DIR-03

¿De qué escuadría son las vigas laminadas que están en la techumbre ahí?

66. ARC-02

De 200 x 600

67. ARC-01

De 100 x 600.

68. DIR-03

De 100 x 600

69. ARC-02

De 100 x 600.

Si, perdón.

70. ARC-01

Estoy tan bajo acá, no sé por qué.

71. DIR-03

¿y cómo van anclados unas con otra, la perpendicular?

72. ARC-01

Eh...

73. ARC-02

Eso habría que verlo en el modelo.

74. ARC-01

Acá se puede ver porque están los herrajes metálicos.

75. DIR-03

Ah van con el...no pero cuando se cruzan, en el cruzamiento.

76. ARC-01

Van una unión a media madera.

77. DIR-03

Ah, ya.

78. ARC-02

Ah sí, sí.

79. ARC-01

Entre ellas, pero básicamente son marcos.

80. ARC-02

Eso te iba a decir, son marcos en este sentido, son los principales.

Y en el otro sentido, ¿no sé si me estás viendo mi puntero?

81. ARC-01

Si se ve, es amarillo.

82. DIR-03

Espera voy a correrme un poco porque no lo veo bien.

83. ARC-02

En el otro sentido son secundarias y esas van, digamos con el rebaje para encastrarlas con las principales, que no se cortan obviamente.

Se cortan solamente la secundaria y...

84. DIR-03

Si.

Van empotradas en el fondo.

85. ARC-02

No sé si la palabra es empotrado, van entre las principales.

86. ARC-01

Es una unión a media madera.

¿De quién este control que tengo en la oreja?

87. ARC-02

O sea, yo creo que...no sé, esa unión en realidad no sé.

88. HST-01

¿Es tuyo no?

89. ARC-01

Cuál, perdón ARC-02.

90. ARC-02

Si van, pero es que no sé si se van a rebajar.

Las secundarias se rebajan bastante más que el marco.

El marco no sé qué tipo de rebaje le hizo porque no tenemos ese detalle tampoco.

91. ARC-01

No, pero tengo entendido que es como un tercio que va la viga principal rebajada y dos tercios la otra

92. ARC-02

Claro y resto van ahí

93. ARC-01

Cosa que finalmente la intervención que sea la viga principal que salva como toda esta luz es mínima en relación a lo otro.

94. DIR-03

¿Eso lo calculó STR-01?

95. ARC-01

Si, se supone que lo tienen calculado.

Fue de las primeras conversaciones que...

96. DIR-03

Porque le va a rebajar un tercio

97. ARC-01

Si, yo no me acuerdo bien la medida exacta, pero están uniones a media madera, lo tiene súper claro que es una unión a media madera.

98. ARC-02

Si, si

99. DIR-03

¿Un tercio de cuánto era, un tercio de doscientos?

100. ARC-02

De sesenta

101. ARC-01

Sesenta

102. ARC-02

Le saca veinte centímetros.

103. DIR-03

Mmm.

104. ARC-02

A lo mejor va a ser menos, nosotros suponemos que es eso.

105. DIR-03

En el espesor no le saca nada.

106. ARC-01

El espesor nos saca diez centímetros porque finalmente hace un calce a media madera.

107. ARC-02

Me tengo que ir chiquillos lo siento.

108. DIR-01

¿ARC-01 sigues tú?

109. ARC-01

Va ensamblada como entre ellas.

110. ARC-02

Me despidos de todos, adiós

111. DIR-03

Si con un ensamble.

112. ARC-01

Chau ARC-02

113. DIR-01

Chau ARC-02.

114. ARC-02

Chau.

115. ARC-01

Esto fue lo más cercano, a una corrección de taller que hemos tenido durante un año.

116. ARC-02

Mañana seguimos.

117. DIR-01

¿Oye esto podríamos hacer con los alumnos de arquitectura, ¿no?

118. ARC-01

Si.

119. HST-01

Avanzamos.

120. DIR-03

Así va a ser el futuro de las clases.

121. ARC-01

Si

122. DIR-01

Sigamos.

123. ARC-01

Avancemos nomas.

124. HST-01

Listo, lo que...

125. DIR-01

Yo estoy...

126. HST-01

Ya está con todas las disciplinas.

127. DIR-01

Oye, pero lo subieron tanto que yo con el ARC-01 no vemos nada.

128. ARC-01

Si, estamos abajo.

129. DIR-01

Jajaja, ahí sí.

130. ARC-01

¿Y por qué estamos tan abajo, perdón?

Disculpen mi ignorancia

131. DIR-01

Es que marcamos el suelo.

El suelo lo marcamos mal.

132. HST-01

Claro, tienen que marcar cuando configuran el espacio de desplazamiento del Oculus, el guardián que se llama, uno tiene que poner como los controles, tocar el nivel de piso, porque ese es el que va tomar como referencia con la altura.

133. DIR-01

Claro, yo toqué los muebles de mi casa en vez del nivel de piso.

134. ARC-01

Yo toqué la mesa.

135. HST-01

Por eso.

136. ARC-01

Me voy a subir arriba de la mesa entonces.

137. DIR-03

jajaja

138. HST-01

No te vas a caer.

Bueno, otra cosa importante.

139. DIR-03

Están en el lado oscuro de la fuerza.

140. HST-01

Otra cosa importante, fíjense que queda toda la parte de las uniones...

141. DIR-01

Te dejaron fuera ARC-01.

142. MEC-01

Hay que bajarlo.

143. DIR-01

Hola ARC-01

144. ARC-01

¿Oye, y si vuelvo a entrar?

¿Será muy complicado?

No necesitaría...

145. HST-01

No, no.

146. ADM-01

Tenes que configurarlo ARC-01.

Tenes que ir al inicio y en la parte de configuración, ahí le tienes que decir como configurar el sistema guardián.

147. ARC-01

A ver, sistema guardián.

No, pero dale nomás.

Ahí está, ajustar sistema guardián.

148. HST-01

Bueno, ¿quedó alguien?

¿Hola?

149. ADM-01

Hola.

Quedó MEC-01 y DIR-03.

150. HST-01

Claro

151. ARC-01

Ahí sí lo logré.

152. ADM-01

Ah si, ahí está ARC-01 más...

153. ARC-01

Lo logré, lo logré.

154. HST-01

Fíjense que esa unión que está ahí de radier con estructura, es porque está modelado de acuerdo con los planos de arquitectura, entonces ahí habría que hacer como el ajuste de eso.

En realidad, la idea de esto es poder mostrar cosas que después se puedan corregir en los planos.

Cosa de que los planos que vayan a licitación, planos que vayan a obra ya queden ajustados con eso.

Por eso que la idea es como visualizarlo para después poder corregirlo.

155. ARC-01

El problema ahora y no después.

Si perfecto.

156. HST-01

Después ahí otra cosa ARC-01, fíjate que queda toda la parte de la uniones a la vista de la estructura.

157. ARC-01

Si.

Yo por eso esta nariz que queda acá, sobre este... esa nariz que queda ahí que se ve extraña, por eso creo que mañana lo vamos a poder revisar con STR-01.

Y yo tenía entendido de que esto no quedaba así.

Sé que hay unas pletinas que quedan y la iban a esconder, pero creo que habrá que preguntárselo mañana a él porque están un poco atrasado con la planimetría más actualizada.

158. HST-01

Perfecto.

159. ARC-01

Bueno, igual ahí va una hojalatería a lo largo de todo este perfil de madera que va recibiendo de corta gotera. Entonces también eso que tiene una saliente como de cinco centímetros, entonces si bien se van a ver algunos elementos como estas uniones del CLT a la fundación, esa hojalatería que sale cinco centímetros, yo creo que va a generar un conito de sombra ahí por todo el perímetro va a tender a esconder eso.

160. HST-01

Perfecto.

161. ARC-01

Pero, es decir, lo que más pudimos negociar yo creo que fue esa cantidad de elementos de fijación que teníamos

162. HST-01

Lo estoy tapando MEC-01.

¿MEC-01 ves bien ahí que te estoy tapando?

163. MEC-01

No, estoy bien no te preocupes.

164. HST-01

Ah, perfecto.

Bueno, vamos a seguir acá y ya nos metemos en la parte de clima también y todo.

Eh lo no llegó todavía es la parte de la acá de la estructura, si acá van a hacer una viga de fundación o no, para todo este radier.

La parte de la estructura de acá del cerramiento de la escalera, eso todavía no...

165. ARC-01

Ahí debiese haber esa viga de fundación para poder confinar este espacio...

166. HST-01

Claro, exacto.

167. ARC-01

y poder rematarlo.

Bueno, eso se le envió, pero yo creo que están ahí un poco al debe.

168. HST-01

Están ahí en proceso.

169. ARC-01

Bueno, lo otro que está aquí si uno ve la escalera, perdón HST-01.

Es que tampoco en los planos o la especificación de ELE-01, la parte eléctrica, se supone que la unión de la huella con la contrahuella de los peldaños debiese ir una línea de led, que está especificado el elemento, pero el perfil con el cual se empotran las dimensiones y todo eso no está en ninguna parte señalada.

170. HST-01

Claro, por eso no lo pude modelar.

Las cosas que por ahí uno puede inferir lo puede sacar, por ejemplo, la parte de... bueno ya vamos a ver acá la parte del LED del muro.

Pero esto de acá del perfil de la escalera no hay detalles, entonces se me fue imposible hacer ese detalle.

171. ARC-01

Si

172. HST-01

Bueno, entonces tenemos las vueltas acá, también tenemos la parte del acá del...de esto que no sé si se va a cortar en la parte de la viga o va a sobresalir.

Ahí ese detalle me estaría...

173. ARC-01

Faltando.

174. HST-01

Bueno

175. ARC-01

Y lo otro que aquí falta pero que es de arquitectura, es que en toda esta franja, porque la madera que finalmente se especificó que es de una empresa que se llama Topwood y está termo tratada viene... ellos aseguran que el noventa y cinco por ciento de la madera tiene el largo de los tres metros veinte. Por lo tanto, nosotros dimensionado esto en tres metros y en esta línea de acá para unirse con los otros elementos donde va un corta gotera en la hojalatería, esa hojalatería debiese pasar hasta acá. Debería verse en el exterior.

176. HST-01

Ah perfecto.

177. ARC-01

Es decir, aquí debería haber un corta gotera.

Pero eso es de arquitectura, pero hay que actualizarlo eso para poder completarlo después.

178. HST-01

Perfecto.

Vamos a ocultar acá y esto voy a ocultar acá.

Ya nos vamos a meter en la parte del clima

179. ARC-01

Me veo hasta más delgado acá a mi parecer.

180. MEC-01

Sí jajaja

181. DIR-03

Las cerchas son... ¿hay familia de cerchas iguales?

182. HST-01

Si

183. ARC-01

Si

184. DIR-03

¿Son todas distintas?

185. HST-01

Estas son iguales, estas son iguales y estas son iguales.

186. DIR-03

¿Cuántas familias hay?

187. HST-01

No sé si alcanzas a ver DIR-03 esas que voy seleccionando.

188. DIR-03

Si las veo, ya.

189. HST-01

Esta igual, esta no, estas son distintas

Va, son simétricas con el otro lado.

190. DIR-03

Perfecto son simétricas, ya.

191. HST-01

La celosía con dumper motorizado después de...

192. ARC-01

Si todo eso está... yo, bueno me imagino que tú revisaste la lucarna.

Yo ahí tengo mis aprensiones porque la estructura igual es un poco extraña como en su funcionamiento. Solamente hay un corte como una sección transversal de la lucarna, pero está especificada con CLT de dos capas y tiene ciento cien milímetros y de hecho serían tres capas.

Por lo que yo entiendo y la uniones entre CLT creo que igual las tendría que ver STR-01 porque ellos se imaginan armar esta caja.

193. HST-01

Claro.

194. ARC-01

Y yo no sé si es tan posible y si es tan recomendable, porque el peso que va a entregar esta lucana sobre la estructura puede ser una sobrecarga muy grande, sobre todo que este módulo se va repitiendo tanto.

195. HST-01

Claro.

196. ARC-01

Y a la vez, bueno aquí aparecen varios detalles.

Esta placa que está acá reflectante está unida como en la parte superior e inferior, pero no tiene ninguna subestructura que indique como su integridad o su posición.

Hay un tema con la ventana que yo tengo mis serias dudas de decir, esa ventana de seguro se va a gotear porque tiene los sellos como exteriores.

Y bueno, hay que ver una serie de cosas técnicas que yo creo que las vamos a revisar mañana, pero en sí la lucana, lo que yo vi actualizado, conversamos con ARC-02 no está solucionada constructivamente.

Nosotros no tenemos ningún problema, pero si va a haber que hacerlo, porque en la solución que ellos están planteando, yo creo que no.

Incluso hasta estas celosías que están acá, que son estos difusores, aparece que es una lámina de acrílico y finalmente tiene ciento diez o ciento veinte de alto, pero una lámina así no va a resistir como un pandeo, no va a quedar fijo, porque tiene una altura mayor y está salvando como un metro y medio de distancia entre un plano y otro, y a la vez debería llevar un eje como de movimiento que tampoco está especificado.

Entonces todo este sistema de lucana yo creo que hay que re revisarlo mañana con ellos para ver qué es lo que realmente están imaginando.

Y mañana.

¿Cómo lo vamos a hacer para que ellos puedan ver el modelo?

Lo van a ver como DIR-03 a través del computador.

197. HST-01

Sí, sí, vamos a agarrar y vamos...

Hay dos maneras, una voy a ir presentando los reportes de la coordinación compartiendo pantalla por zoom, vos podes ir comentando arriba ARC-01 mientras yo comparto pantalla. Y la otra es que les voy a pasar un

link para que ellos puedan directamente acceder al modelo BIM federado y poder ellos mismos explorarlo y ver las dudas las dudas y ver las consultas en ese modelo.

Así que hay varias alternativas.

Yo tengo una duda con respecto a la parte de... voy a ocultar arquitectura, con respecto a la parte de estructura y es que acá no hay unión entre... déjenme que señale, entre ese elemento y ese elemento.

¿No sé si alcanza a ver ahí?

198. ARC-01

Si

199. HST-01

Que no tengo unión y si yo, vuelvo otra vez... déjenme que voy a prender la arquitectura.

¿Se alcanza a ver ahí?

200. ARC-01

Si

201. HST-01

Acá yo vengo con el CLINEO (con el cielorraso) y ahí no tengo esa unión, entonces desde el interior... ahí de hecho acá viene todo una parte de una lana de vidrio, una aislación digo.

202. ARC-01

Si, se ve ahí amarillito.

203. HST-01

La hice más que nada a modo de visualizarlo.

Entonces ahí no tengo esa unión.

¿Yo no sé si eso va a quedar abierto o no?

204. ARC-01

Inicialmente había una viga.

Esto debía haber sido una viga completa donde rematara como los cantos de todos estos marcos que permitía arriostrar.

Pero ahora como el CLT va entre marcos, debería haber ahí un sobremarco que incluso puede ser una tabiquería que no quede a la vista, y quede oculto ahí solamente como de terminación.

205. HST-01

Perfecto.

206. ARC-01

Pero si hay que considerarlo

207. ARC-01

ARC-02 lo había... creo que se lo habías comentado a ARC-02.

208. HST-01

Si.

Y después otra cosa porque además del interior se ve ese hueco ahí.

Pero otra duda que tengo es con respecto al diseño estructural.

Ellos especifican todo lo que son las vigas como MLE, que es madera laminada encolada.

209. ARC-01

Si

210. HST-01

Mi pregunta es ¿esas vigas van a llevar la misma madera, la misma terminación que el CLT?

O va a ser de diferente madera, digo porque desde el interior se busca como ver algo uniforme de la madera.

211. ARC-01

Si, eso estuvimos conversándolo también con ACU-01, porque después cuando entremos nos vamos a dar cuenta de que nosotros le solicitamos que las soluciones que ella daba fueran como especificables y ojalá estuviesen un catálogo, cosa que uno al proveedor al momento de licitar el oferente puede cotizar eso y no tiene que recurrir como a una mano de obra que nos deja un juego muy grande, sobre todo en estos paneles microperforados que era toda una gestión que era un poco compleja.

Se especificó con una empresa y finalmente también se llegó a la conclusión de que es una madera de MDF que tiene una chapa de determinación.

212. HST-01

Ah perfecto.

213. ARC-01

Y esa chapa luego va perforada.

¿Y porque es chapa?

Porque también en el canto de estos, sobrepuestas al CLT nosotros le explicamos un poco igual este espacio útil de guardado para nosotros idealmente tener lo más libre posible cualquier elemento o protuberancia.

Igual nos hace perder unos centímetros y no cuesta nada un poco perforar el CLT, no tiene ningún importancia.

214. HST-01

Claro.

Tengo una consulta.

Fíjense que acá, esta es la parte del mueble que va arriba de la pizarra.

Si, ¿lo ven?

¿Lo están viendo?

215. ARC-01

Si

216. DIR-01

Si perfecto.

217. HST-01

Y arriba viene el cielo, y este cielo viene con la misma altura que este que está acá.

Ehh... ahora pregunto.

Sobre la parte de la pizarra nada más, sobre este sector ¿sí?

Que sucede si nosotros, ese cielo que es volanita por lo que me dijo ARC-02, que no va a la vista.

218. ARC-01

Si

219. HST-01

Se baja a esta altura y en esta parte de acá, MEC-01 puede hacer su trazado de ductos, dejando un pase en los muros de acá de CLT.

Va todo con su ducto sobre este sector y llega acá y no tiene que andar por el tema del... atravesando cerchas ni por el cielo.

220. ARC-01

Yo... es una buena idea.

Habría que preguntarle a STR-01 la posibilidad de que uno pueda perforar, porque finalmente estos marcos vienen aquí en vertical y después arrancan hacia allá la viga.

221. DIR-01

Oye, aquí veo que hay unas pletinas, no se va a poder perforar ahí.

222. HST-01

Ah no, hay unión, no creo.

223. ARC-01

Yo no sé si podemos,

224. HST-01

No, no.

225. ARC-01

Yo creo que ahí está un poco complicado.

226. HST-01

No se va a poder porque ahí hay una unión.

227. DIR-01

No se puede porque de aquí yo veo unas pletinas plateadas por el otro lado.

228. HST-01

No se puede, no dije nada.

Volvamos para atrás.

229. ARC-01

Pero igual yo colocaría este cielo falso eh.

230. DIR-01

Si yo lo colocaría abajo igual, de todas maneras.

231. ARC-01

Porque se meten ahí, no sé, va a quedar un no muy útil y...

232. DIR-01

¿Oye, se puede sentar en la banquita del acceso o no?

233. MEC-01

Jajaja

234. HST-01

Bueno, sigamos.

Miren, acá el otro tema es este.

Lo que estábamos viendo que decía ARC-01.

235. DIR-01

El espacio que queda ahí.

236. ARC-01

Sí, ahora se ve un espacio porque no está el revestimiento ni nada, entonces este espacio si uno coloca las capas...lo cambia.

237. DIR-01

Ah ahí, perfecto,

238. ARC-01

Pero igual este bastidor es importante ahora porque las puertas van a ser pivot acá.

Aquí va a tener la bisagra por lo tanto igual va a recibir carga y ojalá que eso no vaya contra el muro ventilado, sino que haya una pieza maciza de madera que lo conecta con el muro CLT.

239. DIR-01

Entonces hay que agregarle ahí una pieza maciza de madera.

240. ARC-01

Si y eso es lo que estamos revisando en los planos, por eso estamos resolviendo como la rejilla con ese espacio.

Este no hay problema porque este de acá se empalma directo con el CLT.

Lo que pasa un poco es que finalmente el revestimiento viene acá y gira y retorna y justo alcanza a cubrir una parte del marco y este marco se empalma directamente con el CLT.

Pero no así este lado porque como está el tabique ventilado por dentro, por fuera perdón, se genera ese recorte ahí.

241. HST-01

¿Vamos para adentro?

242. ARC-01

Vamos adentro.

243. DIR-01

Entré, yuhu.

244. HST-01

Bueno acá... bueno esto habría que... a donde está MEC-01.

¿Está MEC-01 por ahí?

245. DIR-01

Aquí aparece algo raro...

246. MEC-01

Si estoy.

247. DIR-01

Está pletina, aquí hay algo raro.

Bueno, debe ser una cosa de dibujo.

248. HST-01

No de modelo, jajaja.

249. DIR-01

Aquí se va a producir algo raro ARC-01.

250. HST-01

De modelo.

251. DIR-01

Entonces no sé si lo estás viendo.

No voy a mover los pies.

252. DIR-01

¿ARC-01?

253. ARC-01

Si, alguien estuvo rayando esto.

254. DIR-01

Mira date vuelta para atrás en la puerta, mira la puerta desde atrás, ahí.

255. ARC-01

Sí es que nosotros, por ejemplo, la de arriba también.

256. DIR-01

Ahí una...

Es porque el CLT no va a continuar hasta ahí.

257. ARC-01

No, por eso te digo, esto va con una pieza de madera.

Ahora yo no sé...

¿Qué es lo que es esto gris perdón?

258. HST-01

Es un interruptor.

259. ARC-01

Ah ya.

Ese habría que verlo porque probablemente quede más centrado que tanto acá, porque en este espacio de acá tenemos todo el sándwich como en sección del tabique ventilado más la pieza...

260. DIR-01

¿Porque estoy tan achicada?

261. ARC-01

probablemente es más bueno sacarlo desde el interior con un tubo, que la canalización venga del interior y aparezca acá afuera.

262. DIR-01

Ahí sí.

Ayyy.

263. ARC-01

No ahí hay que revisarlo a eso.

264. MEC-01

Ah, eso es en madera.

265. DIR-01

MEC-01 me pegaste.

266. ARC-01

Y lo otro que arriba se ve una placa.

Nosotros le pedimos ahí, pero creo que hay que revisar lo que las placas siempre fueran hacia el interior, cosa que en este caso no se viese esa placa.

267. DIR-01

Tendría que ser a la inversa eso.

268. ARC-01

Si, hay varias que les corregimos, pero esta acá, se nos pasó a nosotros.

269. DIR-01

No se dieron cuenta.

270. ARC-01

Pero la gracia es que esto que dentro de este clóset que está acá.

271. DIR-01

Perfecto.

272. ARC-01

Oye está súper bueno esto de revisar el proyecto acá.

273. DIR-01

Invertir entonces la placa del ingreso, esa es la observación.

274. ARC-01

Oye MEC-01 y esto...

¿Una es la terminación así negra perdón?

275. MEC-01

No, no....

276. HST-01

No, yo le puso negro porque no tenía definición de cómo era.

277. MEC-01

Si.

Eso yo tendría que darte el catálogo, ahora podríamos ver cuál puede ser la terminación y si se puede diseñar a lo mejor algo que quede mejor ahí que en las típicas de estas son como las jonas que tienen blanco

278. ARC-01

Como blanco y son media circulares, unas cosas así.

279. MEC-01

Si o sea, no son rectangulares, pero son más chiquititas, son como de veinte por veinte, no son tan grandes.

280. ARC-01

Si

281. MEC-01

Pero yo te voy a buscar ese dato para que quede.

282. ARC-01

A mí no, sino porque es que son blancas de plástico, como del plástico estas de cajas eléctricas, no quedan tan mal.

La pregunta es, ¿la altura es esta?

Porque hay una línea importante como muy perceptual en el proyecto que son los dos metros cuarenta. Es decir, esta puerta, por ejemplo, se va a especificar que el marco termina los dos cuarenta, porque la modulación de estos tabiques móviles, por ejemplo: es la plancha dos cuarenta más los sesenta que tiene para alcanzar los tres metros.

Esta puerta de acá de acceso a la sala queda a dos cuarenta, continúa con la línea de las puertas de la pizarra, continúa con la línea de la modulación de la retícula.

283. MEC-01

Si

284. ARC-01

Entonces hay una línea tal vez de dos cuarenta que...

¿uno podría elevarlo un poco a estos elementos?

285. MEC-01

Si, si no hay problema.

286. DIR-01

Quedaría mejor.

Entonces tú dices ARC-01 que quedara sobre la línea de los cuarenta o bajo la línea de los dos cuarenta.

287. ARC-01

No, dos cuarenta...

No, no de que geométricamente como va una línea perceptual...

288. DIR-01

Que es la línea, ya perfecto.

289. ARC-01

que se nos va a marcar, que sería los dos cuarenta

290. DIR-01

Bajo los dos cuarenta

291. ARC-01

Entonces podría quedar arriba a los dos cuarenta

292. MEC-01

Claro

293. DIR-01

Si.

294. MEC-01

Si.

295. ARC-01

Qué bueno esto HST-01.

296. MEC-01

Está increíble.

297. DIR-01

¡¡¡Oye sabes que me pasó algo loco, me traté de apoyar en el muro de al lado y no existe el muro!!!

298. HST-01

Jajaja

299. MEC-01

Jajaja

300. HST-01

Bueno, miren... acá empiezan las luminarias, los difusores, toda la parte de extracción de aire que está acá, sí.

Después acá, en la parte de esta puerta...esta de acá, voy a poner ocultar y esta acá oculto.

Acá están los tableros

301. MEC-01

Si

302. HST-01

No está especificada la altura de los tableros, pero este que está acá es el de iluminación.

Tablero de distribución de alumbrado y este que está acá... eh estoy mirando acá... caja de corrientes débiles 400x300x250, pero no está especificado la altura en la que se va a colocar.

Otra cosa...

303. DIR-01

¿No cabe decis?

304. HST-01

Otra cosa, fíjense que... yo no sé acá, ¿esto queda todo a la vista?

La parte de los...

305. ARC-01

Si.

No se puede hacer nada con eso.

306. HST-01

Nada.

Ahí están ven.

307. DIR-01

No, si no te dejan...

308. ARC-01

De hecho, nos comentó que el proyecto de la torre de CLT que están haciendo Vicente Rosales, es decir si aquí fuimos cuidadosos entre comillas de mantenerlo los mínimos y colocarlos en las partes como entre comillas estratégicas.

Le peleamos una de estas uniones y en el otro edificio tiraron así el catálogo completo de CLT.

Y yo creo que debe ser difícil sacarle una.

Nos dio un poco de pelea y evidentemente porque son parte de la estructura.

309. HST-01

Claro.

310. ARC-01

Así que nosotros la preferimos que quedaran acá adentro.

311. DIR-01

Se mantienen.

312. ARC-01

De hecho, por ejemplo, acá no se ven porque están por el otro lado nomás, pero igual tienen.

Esto va a llevar una puerta.

313. DIR-01

Pero fíjate que las que están acá abajo no se ve mal, se ven muy discreta, muy...

314. ARC-01

Mientras sean ordenadas con la modulación y con el...

315. DIR-01

Si se vieran llenas se verían muy extraño.

316. ARC-01

Espero que más o menos se mantienen ahí.

317. DIR-01

Y también esas de allá arriba, esas también tienen que ir.

Al fondo, mira allá arriba.

Si, esa.

También tienen que ir, porque esas deberían ir por fuera ARC-01.

Lo que tú dijiste por el revestimiento.

318. HST-01

Esas están de los dos lados DIR-01.

319. ARC-01

Cuales perdón no vi.

320. DIR-01

Esa donde...

Muéstrasela tu HST-01 que parece que yo no indico.

Ah, esa.

321. HST-01

Esa me parece que están de los lados.
Están del interior y del exterior en el...

322. ARC-01

Eh, va el cielo falso, no se alcanzan a ver.

323. HST-01

Se alcanzan a ver un poquito.

324. DIR-01

Ah verdad que va a ir el cielo, tiene razón... que lo sacó el ARC-01... eh el HST-01.

325. HST-01

Se alcanzan a ver un poquito.
Miren...

326. DIR-01

Perfecto

327. ARC-01

Por eso yo no...

328. DIR-01

Ponlo a ver.

329. ARC-01

Yo no sé si lo vamos a ver.
Ahí se ve un poquito.

330. DIR-01

Pero aquí no podría ser...

331. ARC-01

Pero mañana podemos preguntar si no se pueden subir.

332. DIR-01

ARC-01 y aquí no podrías bajar el cielo como lo está bajando en el acceso a los diez centímetros también

333. ARC-01

No, debería bajarse igual, pero podría bajarse a los dos cuarenta igual.
Es decir, como este cielo falso que está adentro de estos casetones acá al lado del tabique.

334. DIR-01

Que quede todo a ras.

335. ARC-01

El tabique móvil que quede a ras del otro.

336. DIR-01

Eso.
Qué choro eso ¿quién midió eso?

337. HST-01

Yo, yo.

338. DIR-01

¡Qué choro HST-01!

339. HST-01

Jajaja.

340. ARC-01

Deberíamos...

¿Cómo podríamos hacer una clase con los alumnos en esto?

Sin los lentes.

341. DIR-01

Oye, ARC-01 lo metes con el computador.

Los invitas a visitar el prototipo y los metes con el computador con Prospect.

342. ARC-01

Sí, pero los lentes es la gracia, creo yo.

343. HST-01

Pero eso lo hacíamos, cuando yo daba las clases de BIM allá en la escuela.

Conectábamos a un profesor de la universidad Católica del Norte de Antofagasta.

344. DIR-01

Me estoy mareando.

345. ARC-01

No está muy... es que yo he jugado y uno más o menos conoce este ambiente, pero es totalmente distinto estar acá adentro.

Y entre más terminado más perceptualmente...

346. DIR-01

Oye una pregunta, yo quiero saber...

347. ARC-01

Perdón.

348. DIR-01

Impresionante.

ARC-01 entonces ¿lo bajarías diez centímetros cierto?

349. ARC-01

Sí, pero lo podríamos bajar...

350. DIR-01

Para que no se vea.

351. ARC-01

y que quedara a la misma altura de esto.

352. DIR-01

Perfecto

353. HST-01

Ahora con respecto a este...

354. DIR-01

¿Entramos?

355. HST-01

No, no jajaja... recién estamos comenzando.

Con respecto a este...

356. DIR-01

Estoy súper mareada, me duele un poco la cabeza me voy a sentar.

357. ARC-01

Yo ya me senté hace rato DIR-01.

358. HST-01

Miren esto va... para ver con STR-01.

¿Lo ven?

359. DIR-01

Si ahí.

360. HST-01

Es toda la parte de un elemento estructural que va agarrando toda la guía de la puerta.

361. ARC-01

Si, eso lo conversamos con ACU-01.

La idea es que ese perfil donde corren esas puertas, en vez de dejarlo como sobre el marco que es un perfil que no tiene mucha gracia, es hacerle un pequeño sacado

362. DIR-01

Yo lo quería llevar al medio

363. ARC-01

Es mejor que quede... sabes que si queda al medio DIR-01.

Cuando tu divides queda un pedacito hacia acá, es decir que dan como sesenta, cincuenta centímetros hacia adentro y cincuenta hacia afuera.

Entonces si lo tenemos en un plano, realmente tenemos aquí un metro diez de ancho por toda la franja...

364. DIR-01

Se pierde claro.

365. ARC-01

que queda colocar una silla y se puede colocar como ese espacio más de transición.

Pero la gracia es que este perfil deberíamos hacer una muesca y hay que preguntarle a STR-01.

Inicialmente no habría problema porque este perfil podría ir embutido ahí y después está esta pieza de dos por tres que si no me equivoco donde este perfil va unido verticalmente, entonces lo único que uno ve cuando está el cielo falso es que ve una línea y una cantería.

Un poco similar a la que vemos afuera con la luminaria y es donde aparece el riel y se embute el...generalmente las puertas están colgando desde ese riel, no se percibe ese espacio.

366. ARC-01

¿MEC-01 una consulta?

367. MEC-01

Si.

368. ARC-01

Yo siempre me ha generado...es necesario acceder tanto a algún componente como de forma manual, como, es necesario por ejemplo tener una escotilla hacia el entretecho y que se pueda como acceder a manipular algún elemento.

¿Es así o no, es necesario?

369. MEC-01

En este caso con este sistema no, porque en rigor...

370. ARC-01

Estaría todo centralizado acá.

371. MEC-01

Claro, y lo que son... estas cosas son directas, o sea, la rejilla y el difusor son...

372. ARC-01

Ya.

373. MEC-01

y el resto está todo centralizado ahí, no sería necesario.

Ahora, claro eventualmente se rompe un ducto y habría que reparar, pero no es...

374. ARC-01

Ah ya, pero es por una emergencia mayor, ¿no?

375. MEC-01

Claro

376. ARC-01

Oye

377. MEC-01

Lo interesante del equipo, lo importante es el control del equipo más que nada.

378. ARC-01

Pero es necesario...porque yo no sé cómo el nivel de ruido que este elemento pueda generar.

Es necesario tal vez darle alguna...

379. MEC-01

Es con unos silenciadores.

380. ARC-01

Ya, pero no es necesario entonces....

381. MEC-01

Viene con unos silenciadores

382. ARC-01

como aislar por ejemplo por alguna vibración, las puertas o algún elemento.

383. DIR-01

Con lana mineral por dentro

384. ARC-01

O algo así

385. MEC-01

No sí viene...

Si, si está especificado una aislación, pero además el equipo trae un sistema de silenciador porque...

386. ARC-01

Ya.

387. MEC-01

Ahora se supone que no debería emitir mayor ruido, porque además va a estar en ese gabinete.

388. ARC-01

Yo por eso, pero las puertas de este gabinete no deberíamos de darle una protección especial por el interior como alguna lana o reforzar la aislación.

No más que eso no.

389. MEC-01

Normalmente los gabinetes se aíslan acústicamente y se les coloca una lana, yo me imagino, no recuerdo.

MEC-02 había especificado aislación en el nicho, pero tendría que ver si lo está especificando en la puerta también.

390. ARC-01

Ya.

391. MEC-01

Déjame revisarlo y te comento mañana

392. DIR-01

Es decir, pero ahí entonces si colocas una lana, hay que considerar la estructura que va a sujetar esa lana, o un tablero, algo...

393. MEC-01

Bueno, en general son más rígidas.

394. DIR-01

Ah ya.

395. MEC-01

Tendría que ver cuáles son las que la están especificadas por lo menos.

396. ARC-01

Ah por ejemplo...

397. MEC-01

Si

398. ARC-01

Perdón...

399. MEC-01

No, si se pueden colocar un...

400. ARC-01

Se puede colocar con un polishop, por ejemplo, que viene como la aislación asociada a la placa de yeso cartón y esos se fija nomás al muro, no es muy...

Ah y lo otro que tenía una duda con el muro ventilado, ahora me acordé, es que está especificado en un corte que enviaron a 50 milímetros y dice 50 milímetros de lana de oveja.

Nosotros por la dimensión del elemento de madera que nos da esta distancia es cuarenta y uno, cuarenta y cinco, perdón.

Si lo vamos a hacer de madera seca prepintada.

401. MEC-01

Tú dices como unas franjas que hay horizontales.

402. DIR-01

¿Aló?

403. ARC-01

No las verticales, el encintado como vertical que va en el muro, es decir, está el muro de CLT, luego ahí viene el encintado vertical que dice 50 milímetros, pero no tenemos piezas de cincuenta milímetros.

¿Es posible comprimir esa lana mineral de oveja para alcanzar los 45 milímetros?

404. MEC-01

Si, sí.

405. ARC-01

Si ¿no hay problema?

406. MEC-01

El corcho no sé, pero el corcho me parece que tan bien es... lo que pasa estaban las opciones, si es con lana, si va a quedar con lana al final eh...si se puede comprimir.

407. ARC-01

Ya.

408. MEC-01

Si total va a ser un poquito.

409. MEC-01

Si normalmente cuando son lanas se comprimen y no debería afectar mayormente.

410. ARC-01

Y son cinco milímetros así que...pero igual te lo quería comentar,

411. MEC-01

Si, sí.

412. ARC-01

Ya súper

413. MEC-01

Me sacaron el piso

414. HST-01

Jajaja

415. ARC-01

Si

416. DIR-01

Ay si

417. HST-01

Intercambiador de calor Helios KWL EC 500 Watts.

Tengo todas las propiedades.

Uy perdón.

Ahí está.

418. DIR-01

Se me cambió el nivel de piso, me salí un rato, se me salió, algo apreté...

Quería bajar el volumen, ya...pero ya, aquí me quedó chica nomás.

419. MEC-01

Jajaja

420. DIR-01

¿Dónde están ustedes?

421. HST-01

Ahí está.

Listo, seguimos.

422. ARC-01

Acá atrás.

423. MEC-01

Detrás tuyo.

424. DIR-01

Si.

425. ARC-01

Seguimos

426. ARC-01

Si.

427. HST-01

Bueno el otro...

428. DIR-01

Seguimos.

429. HST-01

esperen que acá esta...

Acá, ah perdón,

¿MEC-01 está bien un toma a treinta centímetros?

430. MEC-01

Si.

431. HST-01

Para este equipo.

432. DIR-01

Oye, que hay en el medio ¿una pileta?

433. HST-01

¿Este enchufe está bien a treinta?

434. MEC-01

Si, si

435. ARC-01

No, enchufe verde.

436. HST-01

Ya

437. DIR-01

¿Cual?

438. HST-01

Perfecto.

439. DIR-01

¿El del medio es un enchufe?

440. HST-01

Este, este que está marcado.

441. ARC-01

Si son enchufes.

442. MEC-01

Si, sí.

443. HST-01

Listo.

444. ARC-01

Si, están hablando cosas distintas, pero si DIR-01 y si HST-01.

445. HST-01

Jajaja

446. DIR-01

Jajaja

447. MEC-01

Jajaja

448. HST-01

Bueno, fíjense el tema de las luminarias, ARC-02 me había comentado que eran blancas, pero yo las puse negras porque en las especificaciones técnicas que mandó Sandra están color negras.

¿Sí?

449. ARC-01

Si.

Nosotros una vez...

450. DIR-01

Deberían ser negras, se ven más bonitas.

451. ARC-01

Tú nos enviaste el modelo, las vimos y no sé si negra...

¿A ti te gusta más negras DIR-01?

¿Sí?

452. DIR-01

Es que va más con los perfiles.

453. ARC-01

A mí me gusta...

454. DIR-01

Bueno no sé.

¿Te gustan blancas?

455. ARC-01

Es que yo no creo que los perfiles no van a ser... bueno, yo no sé si van a ser negros, hay que especificar eso todavía.

456. HST-01

El tema del proyector, como iba a ser...

457. DIR-01

Se fue MEC-01

458. HST-01

¿Como iba ser el tema del oscurecimiento de la sala?

459. DIR-01

Va con cortina se supone.

460. ARC-01

Yo lo que vi...sí.

Deberían de aquí, no sé si estos laterales, eso sería bueno.

Yo acá sé que vamos a colocar unas cortinas rollers por todo el perímetro igual que... un poco lo que está especificado en el centro Innovación.

Que son unos...están metido aquí por los distintos paños, una cortina roller de Hunter Douglas.

Pero estos paños laterales no sé si sea necesario colocar.

461. HST-01

Ya.

462. DIR-01

Si porque yo creo que tampoco vale la pena oscurecer tanto para iluminar, para...

463. HST-01

ARC-01, pero entonces... perdón.

Si estamos acá y va a ir el roller...

464. DIR-01

¿Dónde están?

465. HST-01

Acá estoy.

466. DIR-01

Ah, ahí estoy.

467. HST-01

Como...esta ventana debería bajar un poco para...

468. ARC-01

Si

469. HST-01

O como va a pasar el riel.

470. ARC-01

No, porque el roller, bueno ahí hay que verlo si viene a cuatro paños por la ventana o está definido en los módulos de los casetones.

471. HST-01

Ah perfecto.

472. DIR-01

Ya.

473. ARC-01

Pero eso no lo tenemos tan especificado.

474. HST-01

Perfecto.

475. ARC-01

No he llegado a ese punto.

Yo estoy a cargo de eso y no he llegado a ese punto.

476. HST-01

Bueno.

477. DIR-01

¿Estamos listo cierto?

478. HST-01

Estamos listos.

Le pegamos una buena barrida

479. DIR-01

Podemos ir a comer.

Nos ganamos el plato de comida

480. ARC-01

De hecho, quedamos nosotros tres nomas.

481. HST-01

Si.

482. DIR-01

Jajaja

483. ARC-01

En algún minuto...MEC-01 se fue y no nos avisó.

484. HST-01

Nos abandonaron, nos abandonaron.

485. ARC-01

Jajaja

486. ARC-01

Oye, pero súper HST-01, que bueno poder...

487. DIR-01

Hay que me duele el cuello, sabes que me empieza a doler el cuello también.

488. HST-01

Este fue un invento, el tema es que los reportes de coordinación yo siempre los presento con Navisworks o alguna otra cosa.

Pero con esto quería simular una visita a obra y ver estas interferencias.

Me parece que es súper más práctico verlo así en escala uno en uno que...

489. DIR-01

Estuvo buenísimo,

490. HST-01

Que verlo en la otra.

491. DIR-01

Estuvo buenísimo HST-01.

492. HST-01

Así que...

493. DIR-01

Es muy...

Lo encontré que está súper bonito.

Realmente impactante ver la cantidad de detalles que se pueden ver.

Impresionante.

494. HST-01

Es para justificar la compra de los cascos DIR-01.

Jajaja

495. ARC-01

Jajaja.

496. HST-01

Jajaja.

497. DIR-01

No, si para eso era, siempre pensamos que iba a ser eso.

498. DIR-03

Oye y lo otro que veo acá que es un error que se generó en la arquitectura, perdón, es que este vano debería cortar justo con esa viga.

499. DIR-01

Ah, entonces es un detalle, claro.

500. ARC-01

Si.

Pero por eso yo lo arreglé en el plano nuevo, pero como te digo, no está terminado, entonces no te lo he enviado HST-01.

Yo quiero recibir un poco los comentarios de todo lo que vamos a ver ahora

501. HST-01

Perfecto.

502. ARC-01

para poder hacer los ajustes, porque esto se pasa y debería estar aquí justo al plano de la viga de la ventana.

Una tontera, pero idealmente poder mantener esa línea de un lado a otro.

503. HST-01

Perfecto.

504. DIR-01

Ya.

505. HST-01

Ya, listo.

506. DIR-01

Estamos.

507. HST-01

Mañana la seguimos

508. DIR-01

Ya.

509. ARC-01

Nos vemos.

510. HST-01

Listo gracias.

511. DIR-01

Besitos

512. ARC-01

¿Como me voy de acá ahora?

513. HST-01

Chau

514. DIR-01

Chau.

515. ARC-01

Chau que estén bien.

1. HST-01

Hola ARC-03

¿me escuchas?

2. STR-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Me lo pongo nomas entonces.

Ahí... ahí está.

Si, uno y ahí está el otro.

Entonces ahí...claro

Entonces viene el host HST-01 y ahí aprieto y hago click.

3. ARC-03

No escucho nada.

4. STR-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Pongo avanzar...ya

Izquierda o derecha, vale.

Y ahí puedo girar y todo, ya vale.

Todavía no, si no lo aprieto todavía, ya vale.

Ya ahí voy a bajar un poco, pero para ver el entorno nomas.

¿Ahí hay alguien mas no?

Ahí está HST-01, ARC-03 y eso.

5. ARC-01

Ingresa a la sesión ARC-01

Hola STR-01

6. STR-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Ya impeque.

Puedo acomodarme un poco el sistema por favor...donde dejo los...

Si, para acomodarlo un poquito porque...

Si igual con la mascarilla

7. HST-01

Bueno como estamos para empezar.

8. STR-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Molesta un poco con la mascarilla.

Vale gracias, súper.

Cualquier cosa te pido ayuda nomas ¿cierto?

Ya vale.

9. ARC-01

Hola ARC-03.

10. HST-01

ARC-03 te escuchamos.

A ver... ¿ARC-03?

Buenas buenas, ya está poblando más esto.

A ver, estamos ARC-01, MEC-01, STR-01.

Hola STR-01.

11. STR-01

Hola.

Aquí estoy.

12. HST-01

Como va todo, ya...

¿vamos bien o no?

13. STR-01

Si.

14. HST-01

Bueno, ARC-03.

¿Me escuchas?

15. STR-01

Aquí estamos, aprendiendo a ocupar esto.

16. HST-01

Jajaja, bueno.

17. ARC-01

Hola STR-01 como estas.

18. STR-01

Hola ARC-01 como estas.

19. ARC-01

Bien también.

20. STR-01

Qué bueno.

21. ARC-01

Te imaginaba más alto STR-01 que nunca te he visto.

22. HST-01

Jajaja

23. MEC-01

Jajaja

24. STR-01

Jajaja, sí.

Todos nos vemos como un como... si parecemos un heladito

25. ARC-01

Si, yo soy un poco más rellenito que este mono, sí.

Por si acaso.

26. STR-01

Si ya, vale super.

Todos estamos, así como...parecemos un heladito.

Un heladito de distintos sabores.

27. ARC-03

No escucho nada, no sé si ustedes me escuchan, yo los escucho entrecortado.

28. STR-01

Jajaja

29. HST-01

Bueno, ¿quién está faltando?

Está faltando, ELE-01 y DIR-01.

¿Y ELE-01?

¿AST-01?

¿ARC-03 que le pasa con el micrófono?

30. ARC-01

ARC-03 me dice que no...no escucha nada.

31. HST-01

Pero hoy habló y...

Ah, sabes lo que pasa, debe tener configurado...

Ruido exterior que se mete por el micrófono de (ELE-01)

A ver, que está pasando...no porque ella no tiene conectado el computador.

32. ARC-01

Yo la voy a llamar.

Dime a mi STR-01, perdón, HST-01 y yo la llamo y le digo

33. HST-01

No, estoy pensando que si ella se conecta...porque uno puede conectar el casco con el computador de manera inalámbrica, sí.

No creo que sea el caso de ella, porque cuando pasa eso, por ahí el micfrono te toma el del computador y no el del casco

34. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Me veo las manos blancas.

35. HST-01

Y eso puede ser un problema.

A ver, ¿ahora si?

¿ARC-03?

36. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

¿Con cuál era que disparaba?

¿Este?

37. HST-01

Ahí está, ahí está.

Hola ELE-01.

38. ELE-01

Ya.

Hola que tal.

39. ARC-01

Voy a llamar a la ARC-03 en todo caso HST-01, dame unos minutos.

40. ELE-01

Hay que loco, jajaja.

41. HST-01

Perfecto, dale, ARC-01 te agradezco.

Bueno...

42. ELE-01

Siento que ando en las nubes.

43. HST-01

Entonces...

44. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Ahora, ahora veo todo un círculo enrejado rojo...ah.

45. HST-01

Esa es la malla de seguridad.

46. ELE-01

Ahí sí, ya.

47. ARC-03

¿Hola?

48. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Pero no veo donde está el otro chico, para no chocar con él.

Jajaja

49. ARC-03

Comunicación telefónica con ARC-01

Ahora escucho por tu teléfono, pero yo no escucho nada de lo...

50. ELE-01

Es que no te veo en ninguna parte.

Ahí, ahí parece que te veo.

51. STR-01

Si acá...

52. ELE-01

La veo a ARC-03...

53. STR-01

Me voy a girar, está ARC-01...

54. ELE-01

Ay, estoy con un cable por ahí.

55. HST-01

Jajaja

56. ARC-03

Yo tengo una...*inaudible*

57. ELE-01

Jajaja.

Esto debería ser un juego jajaja.

Veo a MEC-01, HST-01, ARC-01, STR-01

58. STR-01

Acá, hola.

59. ELE-01

Hola, hola.

60. HST-01

Hola ELE-01.

61. ELE-01

Hola que tal.

62. STR-01

ELE-01

63. ARC-03

¿HST-01 me escuchas?

64. HST-01

¿Primera vez en realidad virtual ELE-01, cierto?

¿Primera vez?

65. ELE-01

Si, mi primera vez.

66. HST-01

Perfecto.

67. ELE-01

Soy como media nerd para estas cuestiones

68. HST-01

¿Y STR-01 también?

69. ELE-01

¿STR-01 también tu?

70. STR-01

¿Como?

Aquí estoy.

71. ELE-01

Tu primera vez también en la realidad virtual

72. STR-01

Si, es la primera vez que ocupo tecnologías como estas.

73. HST-01

Perfecto, buenísimo.

74. STR-01

Ahí le estoy apuntándole a todos con el puntero en sus...

75. ELE-01

¿Oye y en que colores estoy yo?

Porque veo verde, rojo, azul, magenta.

76. HST-01

Color azul, azul eléctrico.

77. ELE-01

Azul eléctrica, jajaja.

Ah bueno como corresponde, no.

78. STR-01

Azul

79. HST-01

Como corresponde o no.

jajaja.

80. ELE-01

Jajaja.

81. ARC-03

Comunicación telefónica con ARC-01

No está como celeste.

82. HST-01

Bueno eh...

DIR-01 se va a conectar ahora en un momento, está terminando unas cosas y se conecta.

Dijo que arranquemos y DIR-02 no se va a poder conectar.

83. ARC-03

Comunicación telefónica con ARC-01

Ah, pero queda andando.

84. HST-01

Ahí se está conectando DIR-01 así que vamos a empezar.

Algunas recomendaciones a tener en cuenta, si...

85. ARC-03

Comunicación telefónica con ARC-01

Ah, pero si mi teléfono anda mal.

86. HST-01

Para comenzar.

No muevan el modelo, cuando uno quiera mover el modelo, yo ahora le voy a explicar un poco, tiene que ser uno a la vez.

Si lo mueven todos va a generar un movimiento en la pantalla, es como si uno está mirando la televisión y le mueven la pantalla, eso genera un malestar en la cabeza y puede ser que genere nauseas o malestar.

Por lo cual les pido que cuando sientan eso, que sientan un malestar o sientan algún tipo de mareo me digan así nosotros registramos el tiempo en el que...

87. ARC-01

HST-01

88. HST-01

Si ARC-01.

Si, si... ¿ARC-01?

89. ARC-01

Disculpame, es que estaba hablando con ARC-03 y de hecho ahora que la llame por teléfono yo vi que su micrófono acá arriba en el icono de ella se activa.

Sospecho yo que ella se conectó a través del teléfono, entonces su teléfono está como siendo el que recibe la voz y también el parlante.

¿Como desvincularlo y que solamente eso se controle a través de los lentes?

90. HST-01

Eso tendría que hacerlo desde la aplicación de Oculus.

Con el casco puesto ir a la parte de configuración, ahí hay como varias cosas para configurar y una es el micrófono y los auriculares.

Entonces ahí tiene que seleccionar que sea el micrófono y los auriculares del Oculus, del casco.

91. ARC-01

Ya.

Voy a comentárselo.

92. HST-01

Perfecto.

Bueno, entonces les comentaba que, si llegan a sentir algún tipo de mareo o malestar, ¿sí? ...que me avisen así nosotros registramos en qué momento sucede eso.

93. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Si, ahí.

94. HST-01

Entonces algunas cosas a tener en cuenta, yo creo que AST-01 ya les ha explicado a los que están en la UBB

95. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Eh.

96. HST-01

que ustedes tienen, acá vamos a hacer primero...es muy fácil perderse con los otros.

97. HST-01

Imagínese que visitan una obra...

98. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Ahí sí.

99. HST-01

y uno está en un tercer piso y el otro está en un segundo y el otro está en la portería, entonces es importante que vayamos todos juntos así vamos visualizando el proyecto, comentando pero que vayamos todos juntos. Que sucede si yo pierdo a alguien.

Van a tener tres líneas en su mano izquierda, si miran van a ver tres rayitas horizontales y si disparan ahí con su índice derecho van a ver que se despliega otra pantalla y van a ver dos personitas que dice colaboradores. Si ustedes tocan ahí donde dice colaboradores...ahí la perdimos a ELE-01. ¿Allá está?, no. Si ustedes tocan donde dice colaboradores, van a aparecer todos los usuarios, ¿sí?

100. ELE-01

¿Me perdieron?

101. HST-01

Fíjense si encuentran colaboradores, van a aparecer todos los usuarios y ahí hay una parte que dice Go To, ¿sí?

Entonces si yo pongo, por ejemplo, voy a disparar ahí...pongan donde estoy yo.

Go To a ver si pueden llegar a donde yo estoy.

102. STR-01

Si, a mí me aparece en un lugar...ahí estoy al lado tuyo aparentemente.

103. HST-01

Perfecto, muy bien, muy bien.

Ahí está MEC-01, STR-01, sí.

104. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Si si.

Ahí si

105. HST-01

Ahí está.

Y quien más está, ahí está ARC-01

106. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Ah que entrete.

107. HST-01

Ahí está, sí.

Entonces de esta manera llegamos a donde están las otras personas con esa...

Vamos a usar mucho esa opción de Go To.

Ahora para volver al modo maqueta, esto vamos a visualizando en modo peatonal, en escala uno en uno este recorrido.

Pero hay otro que, si miran en su mano izquierda, hay una persona con una casita que si disparan ahí volvemos al modo maqueta

108. STR-01

Que dice scale model

109. HST-01

Si, vamos a volver al modo maqueta.

110. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Una persona con una casita... eh ahí está.

111. STR-01

Super.

112. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Ya, ¿y como lo pincho ahí?

Ahí.

¿Entonces tengo que volver ahora?

113. HST-01

Si. Ahí está

114. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Ahora sí.

115. HST-01

Si. ¿Estamos bien?

116. STR-01

Si.

117. HST-01

¿Vamos bien, se va entiendo hasta acá?

118. ELE-01

Si, sí.

119. STR-01

Ahí se ve la excavación a nivel de maqueta, aparentemente los ductos...

120. HST-01

Perfecto, ahora vamos a empezar a prender las disciplinas y vamos a ir visualizando todo el proyecto.

Bueno, entonces eso es importante, no muevan como está pasando ahora el proyecto.

Alguien lo movió ahí, sí.

Yo lo voy a mover acá arriba.

Cuando alguien lo quiera mover, es que tiene que pedir como la palabra y decir quiero moverlo, ¿sí?

121. ELE-01

Ya.

122. HST-01

Para que no genere mareo.

Bueno entonces vamos a empezar...yo voy a poner acá, denme un segundo.

Denme un segundo que cuando el internet fluctúa es como que se mueve mucho la imagen.

Ahí está, bueno entonces...

STR-01 si te puedes ir un poquito más para atrás.

123. STR-01

Vale.

124. HST-01

Ahí está.

125. STR-01

¿Así, algo así?

126. HST-01

Bueno, como vamos a mover esto

127. STR-01

Disculpa HST-01, una pregunta...

128. HST-01

Si, sí.

129. STR-01

Hay alguna forma de ajustar como el foco del lente digamos, como para...

130. HST-01

Si, sí.

Tiene como una cinta en la parte de arriba, sobre todo los que usamos gafas, usamos lentes, necesitamos como hacer foco en la imagen. Tenemos que ver bien nítido.

Para hacer eso tenemos como una especie de velcro arriba que uno puede regular y mover, y uno mueve el lente. Hay que moverlo hasta encontrar que uno hace foco, ¿sí?

Tienen que buscar esa posición de que vean bien nítido.

Y la distancia de los ojos, tiene la parte de abajo el casco, tiene como un botón que uno puede regular y puede mover como la distancia de los ojos.

Si, pero prueben solamente aquellos que ven borroso, prueben usar el velcro y acomodar.

131. STR-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Ahí sí.

132. HST-01

Yo mientras tanto voy a ir encendiendo acá.

Denme un segundo que yo voy a salir y volver a entrar porque está como muy lento.

133. HST-01

Ahora si estamos listos para comenzar.

¿Estamos todos?

134. ELE-01

Si, me parece que estamos todos.

135. STR-01

Si

136. ARC-01

¿ARC-03 nos escuchas tu o no?

Perdón

137. HST-01

¿ARC-03?

¿estamos todos?

STR-01, ELE-01, ARC-01, MEC-01, ARC-03

138. STR-01

Si acá estoy.

139. HST-01

MEC-01, ARC-03 está ahí conectada.

Bueno, entonces les comentaba que ustedes pueden mover el modelo con el índice derecho si mantienen por ejemplo, probemos con STR-01.

Si apretamos el índice derecho del...

140. STR-01

Ya

141. HST-01

Y Lo mantengo apretado sobre el modelo, es como levantar un volantín.

Entonces fíjate si podes apretar el...

142. STR-01

Ah claro y ahí muevo...

143. HST-01

Ahí exactamente.

¿ELE-01 quieres probar?

144. ELE-01

Ya, el...

145. STR-01

Voy a soltarlo, ahí lo solté.

146. ELE-01

¿El botón del medio?

147. HST-01

No.

Es el índice derecho

148. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Hay como me cuesta.

149. HST-01

Es apuntando al piso.

Hay que apuntar al piso, es como apuntar al piso y ahí mantengo apretado el índice derecho.

150. ELE-01

Ahí sí.

151. HST-01

Eso, entonces movámoslo hacia arriba, por ejemplo, a ver si hay...

Déjenme sino. A ver lo voy a mover yo, miren.

A ver, un segundo.

152. ELE-01

Ay como que me cuesta.

Ahí si

153. HST-01

Vamos a ponerlo por acá, sí.

Entonces lo podemos mover ahí y vamos a agrandarlo.

154. ELE-01

Perfecto.

155. HST-01

Lo que podemos hacer acá, es ocultar la topografía.

Ahí está.

Entonces acá podemos acercar...vengan acá debajo del proyecto.

Esto es como ir al taller mecánico y ver toda la parte del vehículo.

156. STR-01

Si, ahí está.

157. ELE-01

Ay, salí del área

158. STR-01

Quien le puso vigas tan grande a esto.

159. HST-01

Entonces ahí vemos toda la parte del emplantillado, todas las vigas

160. STR-01

Claro

161. HST-01

Tenemos las cámaras eléctrica

162. STR-01

Exacto

163. HST-01

Toda la parte de los drenes que están ahí.

Guarda que alguien lo movió.

164. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Es como que me salgo del área.

Ahí sí.

165. HST-01

Bueno vamos ahí, vamos por debajo del...

166. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Si

167. HST-01

Podemos agarrar, inclusive podemos ocultar la arquitectura que está acá.

168. STR-01

Ah algo pasó.

169. HST-01

Acá, yo voy apagando como disciplinas.

Ah, STR-01 se nos fue allá ah... está por Talcahuano.

170. STR-01

Si, allá voy, voy a seguirte.

171. HST-01

Anda por Talcahuano.

172. STR-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Si le aprieto aquí al Go To y no voy,

173. HST-01

Ah, con tu pulgar derecho STR-01

174. STR-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Ah claro, con eso puedo avanzar.

175. HST-01

con tu pulgar derecho tiene como una palanquita

176. STR-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Ahí, llegué.

177. HST-01

Entonces si tu pulgar derecho empuja la palanquita puedes moverte más rápido.

¿Sí?

178. STR-01

Si exacto ahí llegué y estaba tratando de apretar el Go To y no funcionaba, pero aquí llegué.

179. HST-01

Ya, perfecto

180. STR-01

Súper.

181. HST-01

MEC-01 se nos fue allá a Talcahuano.

182. MEC-01

Si.

183. HST-01

Entonces acá podemos agarrar y poder ver toda la parte de la estructura.

Estoy abajo y podemos mover el modelo

184. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Ay se me perdió.

Me perdí, me perdí.

185. HST-01

¿ARC-03 estamos bien?

186. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

¿Con este?

187. MEC-01

Salí y volví.

188. ELE-01

Ahí, ahí

189. HST-01

Entonces ahí podemos agarrar y moverlo.

Y la otra opción...

190. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Perfecto.

191. HST-01

es que si yo toco mis dos...los dos índices derechos, perdón, los dos índices de la mano y mantengo estos botones de adelante apretado que tienen sus Touch.

Miren voy a hacer así y abro mis brazos manteniendo los índices apretados lo puedo escalar al modelo.

192. ARC-03

Comunicación telefónica con ARC-01

¿Aló?

193. HST-01

Puedo achicarlo o escalarlo

194. STR-01

Ah es como un zoom.

195. ELE-01

Ah perfecto.

196. HST-01

Puedo escalarlo.

Ahora sin moverlo, hagan un ejercicio, prueben como meterse, caminar, moverse hacia adentro del proyecto.

No lo muevan, no lo muevan.

Alguien lo está moviendo.

Entonces prueben, yo voy a prender acá, vamos a prender la parte eléctrica también.

197. STR-01

Ahí está.

Yo estoy adentro del modelo

198. HST-01

Prueben hacer eso...

199. ELE-01

Ah, yo igual.

200. HST-01

que está haciendo STR-01

201. ELE-01

Ah, estoy adentro que lindo.

202. HST-01

Ven.

203. ELE-01

Que emoción, jajaja.

204. HST-01

Jajaja

Es como, fíjense que...

205. ELE-01

Jajaja, ay lo encuentro tan lindo.

206. HST-01

Yo digo que es como comerse el proyecto, ¿no?

Es como hacer millones de secciones...

207. ELE-01

Si

208. HST-01

millones de cortes al mismo tiempo, es estar moviéndose y cada punto de vista es como que va haciendo cortes del proyecto.

Entonces ya le digo, de acá lo pueden mover como un volantín, achicarse, meterse adentro.

Siempre estamos en un modo maqueta de visualización.

Ahora bien, vamos a entrar ya a la parte de la revisión del proyecto en sí...eh y vamos a ir viendo, esto lo podemos ir girando también, así que si alguien quiere ver algo en particular pide la palabra y puede moverlo, sí.

Para ver algún detalle en particular.

Lo que les voy a pedir es que solamente una a la vez mueva el modelo así que cuidado cuando aprietan...

209. STR-01

Vale.

210. HST-01

el índice derecho, porque si lo mueven varios genera malestar, genera mareo así que tengan cuidado con eso.

Lo que voy a hacer ahora vamos a agarrar y vamos a ver... vamos a empezar por la parte de arriba de la estructura.

Yo voy a ir apagando acá la cubierta, esto es como si fuera el AutoCAD que voy apagando capas, acá apagué la parte de la cubierta y voy a apagar acá la parte de mecánica, el terreno y vamos a ocultar acá la parte de la aislación.

Todo eso amarillo que ustedes ven ahí esa es la parte de la aislación térmica.

Voy a ocultar acá, ahí está.

Ahora, si quieren acercarse, pueden acercarse al proyecto y revisar.

Ahora si ven algún tipo de interferencia, de conflicto, la idea es que los puedan comentar así lo vamos revisando.

¿Hay algo raro que les llame la atención?

211. ARC-01

Si, yo tengo una consulta.

212. HST-01

Si

213. ARC-01

¿Que son esto?

¿porque se ven estos elementos verticales en la parte de atrás de la lucarna?

Son...

214. HST-01

Porque ahí... STR-01 quieres comentar algo de eso.

Eso es del tema del modelo estructural que viene ya con esa sección

215. STR-01

Ahí estoy.

Estoy un poco....

¿A qué parte te referías ARC-01?

216. HST-01

Acá...

217. ARC-01

La parte, justo donde estamos viendo acá desde atrás.

Eh, si bien esto, cuando enciendan la capa de la cubierta posterior

218. STR-01

Si.

219. ARC-01

Es que HST-01 la tiene apagada, alcanzan a verse esos elementos verticales.

220. STR-01

Pero, pero esos elementos verticales no deberían ser, como los pies derecho de la estructura

221. ARC-01

Si, pero no deberían verse esos.

222. STR-01

Y que deberían quedar como debajo del revestimiento.

223. ARC-01

Si, esa es la pregunta.

Se soluciona en obra, es decir, efectivamente lo van a ver, pero solamente lo comento.

Son esos elementos verticales de la estructura de la lucarna.

224. STR-01

Es exacto.

Pero ahí no hay un tema del revestimiento, a lo mejor que no haya quedado bien puesto en el modelo, o algo así.

225. HST-01

No, está igual porque...

226. ARC-01

Sí, porque creo HST-01, que toda esta parte como posterior...

Yo no sé si ¿se ve mi puntero?

Se ve mi puntero, si

227. HST-01

Si, si se ve.

228. STR-01

¿El puntero tuyo es el verde cierto?

229. ARC-01

Es el...no sé de qué color soy.

230. HST-01

Verde.

231. STR-01

Verde ARC-01,

232. ARC-01

Verde.

233. STR-01

Si.

234. ARC-01

Me gusta el verde

235. ARC-01

Eh, en la parte...toda esta parte posterior, porque solamente la parte frontal está en una lámina como de acero donde están soldados estos perfiles para poder generar estas lucarnas y hacerlas impermeable. Pero este recubrimiento lateral, el posterior, el lateral que está al otro lado están...son revestimiento de madera, creo.

Entonces yo creo que ahí puede haber como una superposición de cosas.

236. STR-01

Como una superposición de cosas.

237. HST-01

Puede...

238. STR-01

Lo mismo no se sí será.

No sé si estará lo mismo asociado también a una, como a las cerchas de cubierta que se ven en algunas partes que también se resalta como el color madera,

239. ARC-01

Si.

240. STR-01

digamos encima del negro de la cubierta.

241. HST-01

Esas cerchas están movidas en el modelo estructural.

De eso yo no toque nada, precisamente para que se vean las cosas para poder resolverlas.

En el modelo de estructura, están movidas estas cerchas

242. ARC-01

Si.

243. STR-01

Ya

244. HST-01

Estas no.

Estas habría que ajustar la pendiente para que se acomode con la cubierta, esta cercha de acá.

Ahora la vamos a ver en detalle.

Y con respecto al...

245. ARC-01

Igual...perdón.

246. HST-01

Esta que está acá.

¿Ahí se ve?

247. ARC-01

Si.

248. STR-01

Si, esa claro.

249. HST-01

Ahora lo vemos en detalle.

Y con respecto a esto que está acá, está bien lo que dice ARC-01 del revestimiento en madera, ahí eso yo no lo había visto en los planos para cambiarle la materialidad, pero si a tener en cuenta que el ancho que está acá es el ancho que está en los detalles constructivos.

En los cortes constructivos es el mismo ancho que aparece acá, así que le pie derecho está sobresaliendo el espesor que tiene el cerramiento.

250. ARC-01

Ya.

251. STR-01

Si, igual...

252. ARC-01

Igual a mí de estas cerchas interiores de la cubierta, en lo práctico de la construcción, eh...

253. STR-01

Se resuelve en obra.

254. ARC-01

Se soluciona en obra.

255. ARC-01

Es decir, porque probablemente tiran estas cerchas principales y luego sacan el vértice de acá arriba hasta la otra que recibe acá y se traza y después vienen todas las placas, entonces como que no...

256. STR-01

Igual en las esquinas.

257. ARC-01

En todas las esquinas.

258. STR-01

No sé si se fijan en las esquinas, como que la cercha sobresale hacia donde termina el modelo, como que... Como que de repente vuelvo a ver en la sala y salgo de...no sé si será el cable.

259. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Ah, sí me perdí.

260. HST-01

Sí, veamos si podemos hacer algún corte...

261. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Ahí sí.

Ay, estoy aquí

262. HST-01

También podemos hacer secciones acá...

263. STR-01

Si, en las esquinas también, se ve que la cercha como que penetra hacia la canaleta de agua de lluvia.

264. HST-01

Si.

265. STR-01

Como que están más largas, esa diagonal.

266. ARC-03

¿Me escuchan?

267. ARC-01

Si, escuchamos

268. HST-01

Donde está...

269. ARC-03

Estoy como frente a la maqueta, pero no sé cómo acercarme.

270. HST-01

Ahí está, ¿ven?

Vengan si pueden, vamos a hacer unos cortes.

Es complicado porque hay que andar moviendo, es con la muñeca que uno tiene que hacer los cortes.

Es una cosa media rara que tiene el Prospect.

A ver, ¿se alcanza a ver?

¿Si se ve ahí el corte?

¿STR-01?

271. ARC-01

Perdón, HST-01

272. HST-01

Si.

273. ARC-01

Tengo una consulta técnica.

¿Como me puedo desplazar?

Porque si me trato de colocar a ese lado el corte, estoy fuera de mi área de área de...

274. HST-01

Perfecto.

275. ARC-01

Como puedo...

276. HST-01

Con el pulgar derecho, hay una palanquita que sobresale.

Si vos empujas...

277. ARC-01

Ya.

278. HST-01

la palanquita...eso, así.

Sino anda al Go To también

279. ARC-01

Si, es que estaba muy cerca en el Go To y entonces como que no...

280. HST-01

Ah perfecto.

281. ARC-01

me pescaba porque ya no me deja.

282. HST-01

Fíjate, ¿a ver a hora?

¿Alguien puede ver el corte?

283. STR-01

Sí...

284. ARC-01

Si, yo lo veo

285. STR-01

yo por lo menos estoy desde la cara del corte

286. HST-01

Denme un segundo que quiero...hay que acomodar acá la muñeca.

Ahí está, para que quede...

INGRESA A LA SESION MEC-01

287. HST-01

Es más fácil moverlo desde el computador cuando te quedo torcido.

No importa, bueno vamos a resetear acá.

Lo vamos a mostrar acá.

288. STR-01

Yo estoy en ese mismo corte...en ese mismo corte se ve como que los ductos no pasan entre las cerchas.

289. HST-01

Si, ahora vamos a eso precisamente...

Temas de acá, voy a ocultar esto a ver que...acá, ahí está.

Vamos a agrandarlo acá, ahí está la parte de los ductos.

290. ELE-01

Si ahí se ven.

291. STR-01

Si.

292. HST-01

Bueno.

¿MEC-01 estas por ahí?

¿MEC-01?

¿MEC-01 estas?

293. MEC-01

Si.

¿No sé si me veo?

294. HST-01

Ahí estas.

¿MEC-01?

295. MEC-01

Oh, me salté no se adónde.

296. STR-01

Si.

297. HST-01

Y eso...

298. ELE-01

Oye, cuáles son los...

299. MEC-01

Ya volví.

300. HST-01

Si ELE-01.

301. ELE-01

Disculpa, ¿cuáles son los ductos eléctricos aquí arriba?

302. HST-01

Bueno, toda la parte eléctrica... a ver, eso ELE-01, hice el levantamiento de acuerdo a como estaba la ubicación de los planos, pero no tenía definición de cuál era la altura.

Ahora vamos a ver la parte eléctrica de la...

303. STR-01

Como que, salgo del modelo

304. HST-01

Entonces esto es una aproximación, ahí vos

305. STR-01

como qué me veo arriba de la sala

306. HST-01

nos vas a decir si esto va por acá o no.

INGRESA A LA SESION DIR-01

307. DIR-01

HST-01.

308. HST-01

Es como ir un poco más allá y poderle dar más definición...la idea es poder visualizarlo y poder comentar si es así o no.

Como generar esa retroalimentación, ese feedback para poder ya dejarlo en la ubicación correcta.

Así que hay mucho de interpretación y de todo como debería ir.

Pero ya nos vamos a meter en la parte eléctrica

309. ELE-01

Ya perfecto.

310. HST-01

Terminemos de revisar acá la parte de los ductos de aire.

311. DIR-01

Hola.

312. ELE-01

Hola.

313. STR-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Sí, ahí estoy adentro.

314. HST-01

Ahí entro alguien como revisor 3.

¿Quién es revisor 3?

315. DIR-01

Yo, HST-01 llegué.

316. HST-01

Ah muy bien, muy bien.

Hola DIR-01.

317. DIR-01

Hola.

318. HST-01

Bueno, entonces la pregunta...

¿MEC-01 estas ahí?

319. MEC-01

Si, estoy acá.

320. HST-01

Perfecto, entonces los ductos tienen una aislación...

321. DIR-01

Hola ARC-03.

322. HST-01

de 25 mm los dos tipos de sistema, los dos tipos de ductos.

323. MEC-01

Eh, mira estaba mirando...yo recuerdo que teníamos un ducto de impulsión que tiene una medida y un ducto de extracción que tiene otra dimensión, ¿cierto?

Y que claro que se hizo un ajuste, que si no me equivoco es lo que está aquí, que son el que es más lila.

324. HST-01

Así es.

325. MEC-01

Porque nosotros, creo que llegábamos más a la esquina, después por tema de la alturas de las cerchas se desplazó un poquito más hacia el hacia el centro.

Así que eso estaría ok.

Lo que me gustaría ver es como del punto del otro lado.

A ver, me voy a cambiar para allá.

326. HST-01

Yo acá le puse la...tiene la aislación de 25 mm, por eso mi pregunta es si los dos tipos de sistemas tanto lo que es la impulsión del aire como la renovación del aire, llevan esa aislación de 25 mm porque eso va a cambiar la sección del ducto al pasar por la cercha.

En este caso, oculto la aislación de 25 y ahora se la agrego.

¿Ven la diferencia?

327. MEC-01

Ah ok, sí.

Si.

Normalmente el tipo de...la aislación lo que hace es para evitar que se produzca la condensación y haya goteo interior en la cubierta.

Entonces, tendría que confirmarte que es lo que especificó ahí MEC-02, pero en definitiva normalmente se aplican ambas en los dos sistemas.

328. HST-01

Si, eso es lo que yo vi en las EETT

329. ARC-01

MEC-01.

330. HST-01

Y lo que puse ahí en el modelo.

Denme un segundo, vamos a ocultar acá esta parte de acá

331. ARC-01

Oye MEC-01, pero en la forma de llevarlo a cabo en obra, eso es...

primero pasan el ducto y luego colocan esa aislación al ducto.

332. MEC-01

Claro, claro.

Exacto

333. ARC-01

Entonces, igual esa parte...

334. MEC-01

Este no es del tipo que viene con la aislación incluida.

Hay unas que vienen ya completas, no acá se le incorpora después.

335. ARC-01

Para no complicarnos tampoco la...

336. MEC-01

Así que igual se adapta.

337. ARC-01

Si, eso te iba a decir como en obra, pasa el ducto por la cercha y luego se le va haciendo este recubrimiento que tiene, como ajustándose, dependiendo de las pasadas y todo.

338. MEC-01

Claro, claro.

339. HST-01

Por ejemplo, miren la de las esquina.

Vean, por ejemplo, yo hice una propuesta acá, mira MEC-01.

Voy a ocultar, esta está de acuerdo a planos

340. MEC-01

Si

341. HST-01

Voy a ocultar esta otra.

Entonces que pasa si este ducto lo tiramos, movemos más acá, ¿ven?

Y pasamos justo por la parte de acá del vacío de la cercha que está acá.

Igual que este que está acá, generamos una inclinación ahí en la salida. Lo voy a poner acá, ¿acá ven?

Precisamente para no salir derecho e interferir con estas cerchas.

Igual acá se genera un punto de interferencia

342. MEC-01

Claro.

343. HST-01

Entonces con esto, al mover este ramal que viene acá, tirarlo un poco más atrás que tengo más altura en la cubierta y tenemos un poco más de libertad para pasar.

344. MEC-01

Si

345. HST-01

Bueno es una opción, es una propuesta.

Volvamos atrás, ¿ven cómo está?

346. STR-01

Ahí sería...yo sugeriría ahí lo mejor desde las instalaciones pudieran ver la posibilidad de adaptarse a la geometría de las cerchas.

Y si es que tienen muchos inconvenientes, que pudiéramos conversar como en detalle, porque eventualmente pudiéramos poner algunos diagonales que podríamos mover o desplazar, pero primero que se trate como de resolver la interferencias para que podamos después ver también desde el punto de la estructura.

347. HST-01

Claro.

348. MEC-01

En el caso de esta propuesta que hacías tú de desplazar a esa...claro, el único, el inconveniente es que se produce como un...

Queda asimétrico la repartición de las presiones de aire que hay hacia la dos salida.

Idealmente que queden como un poco más simétrico.

Pero puede ser.

La verdad es que tampoco que es tan grave, pero idealmente como que se compartan los largo de los ductos por las salidas que quedan en los extremos.

Ahora este otro de acá que es el más grande, el más grueso que está, el que mostrabas después ese yo no creo que haya mayor inconveniente.

349. HST-01

Perfecto, yo voy a volver acá al anterior.

Y ahora el mayor problema surge en esta salida de acá

350. MEC-01

Ah, claro.

351. HST-01

En esa parte de ahí.

Si, ¿lo ves STR-01?

352. STR-01

Si en el...déjame ir a ubicarme

353. ELE-01

En la esquina inferior izquierda,

354. STR-01

A dónde están, ARC-01

355. ARC-01

STR-01 es que estamos tan cerca que cuando uno hace el Go To, como que no va,
No va porque...

356. STR-01

Me fue muy lejos, sí.

Ahí me salí de la zona de...

357. ELE-01

Pincha de nuevo a HST-01.

Ponle Go To de nuevo.

358. STR-01

A HST-01,

359. ELE-01

Si, ponle Go To.

360. STR-01

Ahí estoy, aquí me estoy acercando parece.

¿Qué esquina están trabajando acá en la esquina?

361. ELE-01

Izquierda.

362. MEC-01

Aquí en la esquinita, justo frente a ti.

363. STR-01

Ahí estamos, si ahí...claro

364. ARC-03

¿Yo me salí?

365. DIR-01

La ELE-01 se metió adentro de la maqueta

366. STR-01

Si, está dentro del...

367. ARC-03

Jajaja

368. ELE-01

Si, jajaja

Estoy viendo los ductos

369. MEC-01

Si

370. STR-01

Si, yo por lo menos estoy acá al lado de MEC-01

371. DIR-01

Que lindos los cablecitos negros, se ven choris.

372. HST-01

Acuérdense que pueden caminar físicamente.

Si tienen un espacio que si es de un metro o dos metros pueden caminar, o sea pueden moverse.

373. DIR-01

Aquí queda la pura embarrada en esta esquina poh.

¡Muñoz, oye!

374. MEC-01

Jajaja, nahh.

375. ARC-03

Oh la jefa

376. STR-01

Si, ahí y en el...y donde está la...como la T

377. ELE-01

Si en esa esquina, es la que confluyen todos los ductos.

378. STR-01

Si, y la te queda justo con la cercha también.

379. MEC-01

Lo que pasa es que, en esa esquina, justo ahí donde están, donde se encuentran esos dos ductos, debajo de eso está el equipo.

Y en cuenta tratamos de hacerlo más abajo, o sea que hubieran subido y hacía como una doble curvatura que era un poco confuso.

Finalmente, lo más limpio era como salir recto y de ahí tirarse a horizontal para no cortar las... la estructura principal y porque después abajo era como pasar como con la altura de la puerta, entonces ahí era más complicado.

Eh claro, ahí cuando aparecen las cerchas, porque nosotros teníamos como el perfil solamente, es complejo ahí como resolverlo.

380. ARC-01

Para eso estamos acá.

381. STR-01

Quizás el más rosado podría desplazarse hacia la lucana y traerlo por las aberturas más grande de las cerchas para después bajar y llevarlo hacia el lado.

382. ELE-01

Claro

383. STR-01

Ah pero que está por el lado interior de la viga...

384. MEC-01

Claro, porque el equipo está puesto como en el clóset de acceso a la sala.

Entonces, ese era...

Porque además necesita tomar aire del exterior, que lo hace por la otra cara del muro.

Pero en este punto sale a la cubierta...distribuir la red y sale hacia el exterior para tomar, intercambiar aire limpio.

385. HST-01

MEC-01 y este que está acá, ¿existe alguna posibilidad de que derive un poco antes para no cruzar acá en esta parte de la cercha?

A ver, creo que lo voy a mostrar acá.

386. MEC-01

Desplazarlo más hacia adelante dices tú.

387. HST-01

Si, ahí.

Como así.

388. MEC-01

Sí, no hay problema.

389. HST-01

Para no afectar la cercha esa.

390. MEC-01

Si, no hay problema en eso.

391. HST-01

Perfecto, listo.

¿Algún otro comentario de esto?

392. STR-01

Lo que pasa es que, a mí, viendo la...me parece que hay hartas interferencias, que son un poco difíciles de resolver porque pueden ser mejor mover algunas, pero en general es como que casi en todas partes hay interferencias con las cerchas. Entonces creo que habría que darle como una mirada un poco más detallada quizás a varios puntos, no sé si MEC-01.

393. HST-01

A ver, alguien está moviendo el modelo.

¿Quién mueve el modelo?

No lo muevan, no lo muevan.

394. ELE-01

Alguien la está moviendo porque ya me mareé con esto tanto movimiento

395. HST-01

Si, si alguien... ¿quién mueve?

396. STR-01

Aparentemente si yo muevo las manos se mueve el modelo, pero yo no tengo apretado nada.

397. HST-01

Ya, es como que quedo...como que quedo vinculado.

¿A ver?

398. STR-01

Si, y qué puedo hacer para...

399. DIR-01

Baja las manos, eso.

400. HST-01

Ahí está, ahora sí.

401. DIR-01

Ahí está.

402. STR-01

Ahí sí.

403. HST-01

Jajaja

404. STR-01

Ahora no lo muevo.

405. HST-01

Quieto, quieto.

406. MEC-01

Jajaja

407. HST-01

Si STR-01, te interrumpimos, entonces como decías.

408. STR-01

Lo que pasa es que estaba mirando que los ductos de aire en general intersecan con todas las cerchas.

Entonces quizá no es tan fácil de resolver.

Y de hecho que hay uno que corta incluso una de las vigas principales de madera laminada.

Justo aquí enfrente a donde estoy indicando, digamos que no estoy...

Entonces, quizás hay que darle como una mirada más en conjunto MEC-01 porque creo que como está así, es como bien difícil de materializar.

Te fijas, porque hay algunos, por ejemplo, las partes donde se cruzan algunas diagonales de las cerchas, esas diagonales eventualmente las podríamos mover o quitar dependiendo del lugar.

409. HST-01

Se está moviendo mucho...

410. ELE-01

Ahí se está moviendo mucho la imagen.

411. HST-01

Se está moviendo mucho STR-01.

A ver...

412. STR-01

De nuevo, si yo muevo las manos, muevo, pero no he apretado nada.

413. HST-01

A ver, momento, momento.

Quieto, quieto.

414. ELE-01

Uf.

415. HST-01

Eso genera mucho mareo.

416. ELE-01

Si.

417. STR-01

Tengo las manos quietas, pero ahí no sé,

418. HST-01

A ver, un segundo...no lo puedo mover.

Quedo como vinculado a tu...

419. STR-01

Si yo no he apretado nada, si no sé si tengo que apretar algún botón

420. HST-01

No, a ver ¿ahora sí?

Proba.

421. ELE-01

Ponle a HST-01 Go To de nuevo, STR-01.

422. STR-01

¿A ver, a dónde está HST-01?

Ahí está.

423. ELE-01

Pincha con el...

424. STR-01

No, si lo estoy apretando.

Ahí está.

425. ELE-01

Ahí sí.

Y ahí uno puede como caminar.

426. STR-01

Si.

427. HST-01

Si no yo te lo voy a arrimar mas cerca de ustedes, así lo ven más cerca

428. ELE-01

Si, se ven muchas interferencias, porque hay que hacer perforaciones en todas las...

429. STR-01

Si.

430. ELE-01

las láminas.

431. STR-01

Si, las interferencias en las cerchas podemos darle alguna mirada, pero todo lo que afecta a las vigas de madera laminada, esas habría que desplazarlas.

432. ARC-01

Si, las de la cerchas entonces yo creo que no hay mayor complicación en poder ajustar como las diagonales interiores que la amarran, pero estas de aquí de la madera laminada...

433. STR-01

Si esas son más difíciles.

Yo voy al lado de ARC-01.

Por ejemplo, hay unas que están cortando la viga, justo la están cortando en un borde cercano a un apoyo sino me equivoco.

434. ARC-01

Eh, sí.

435. ELE-01

¿Ahí está la DIR-02?

436. ARC-01

El apoyo llega entra esas dos cerchas por si acaso.

Pero efectivamente dentro de un apoyo.

Debajo de este módulo que cortan las dos, hay un muro de CLT que lleva esta parte

437. STR-01

O sea que queda sobre como el muro. Eso queda como sobre el muro.

438. DIR-01

CONVERSACION EXTERIOR CON DIR-02

No lo pude conectar a internet

439. ARC-01

Todo ese tramo estaría sobre el muro.

440. DIR-01

CONVERSACION EXTERIOR CON DIR-02

Estaba en mi oficina y estaba conectado como

441. STR-01

Ya. Si está en el muro no, no hay problema en que cruce, pero si es sobre la viga creo que no puede pasar por ahí.

442. MEC-01

No estaba en el muro, nosotros evitamos cortar justamente todo lo que eran las vigas principales. Ahora lo que pasa es que las cerchas, nosotros teníamos más bien los perfiles más que el detalle y claro, ahí no teníamos precisión donde estaba cada cosa.

443. ARC-01

MEC-01

444. MEC-01

Ya

445. ARC-01

lo que dice STR-01 es que en este trocito que está entre esta cercha y el vértice de la viga, cierto,

446. MEC-01

Ya

447. ARC-01

está apoyado. Si uno lo mira por acá, está bajo muros de CLT, no está salvando una luz, por decirlo así

448. STR-01

Claro, entonces ahí puede mas

449. ARC-01

STR-01 dice que es posible perforar esa viga en el caso que se necesite.

450. STR-01

Claro el muro, el muro ARC-01.

451. MEC-01

Si

452. ARC-01

El muro perdón.

453. STR-01

Si

454. ARC-01

Está apoyado, completo.

455. MEC-01

Si

456. HST-01

Voy a ocultar la arquitectura así lo ven mas claro.

457. ARC-01

¿Va...HST-01 va a quedar activo el link para que uno se pueda ingresar al modelo con los lentes y revisar?

458. HST-01

Si, sí.

459. ARC-01

Ah ya.

460. ARC-01

No es necesario que tú estés como abriendo la sesión y todo.

461. HST-01

No, tengo la licencia por doce días así que tienen esos días para poder hacerlo.

462. ARC-01

Jajaja ya. Si porque la ARC-03 no se pudo conectar, está acá, pero no escucha nada.

De hecho, eh.

463. ARC-03

No, si ahora los escucho

464. HST-01

Ahí está.

465. ARC-03

Medio cortado por los escucho

466. ARC-01

Te escuchamos nosotros

467. ARC-03

Los escucho, pero los escucho cortado.

468. ARC-01

Ah ya, pero debe ser por la conexión de wifi.

469. HST-01

Si, por la conexión de Wifi varía mucho la conexión.

Veamos otra cosa, ¿sí?

Con respecto a la escalera de acá.

470. ARC-01

Eh, ese detalle eh, lo sabemos, pero después de molestar tanto a STR-01 con hacer ajustes y cositos sobre todo en la escalera lo decidimos pasar y solucionar en obra.

Por eso, todas las láminas dicen que los planos de arquitectura están sobre las dimensiones de las otras especialidades.

Efectivamente pasa eso, eh...se nos sobrepasa porque la idea era cortar como justo donde aparece este vacío que marca como el acceso.

La idea era que rematara con la escalera, estuviera como justo, terminara en eso.

Pero como estos son muros de CLT no coincide este vértice con la estructura. Están desplazada porque retorna el revestimiento.

Entonces era difícil y cuando ya lo teníamos muy exacto decidimos que mejor era en obra poder rectificar eso y no tener que volver a STR-01 y pedirle que nos sacara esa lamina con el peldaño o lo que sea.

Así que la estructura en sí no cambia, solamente se extendió.

Y efectivamente sabíamos que ocurre ese error.

471. STR-01

Si ahí lo que se extendió... ah no, queda empotrado a donde está el pasamano.

¿Hasta ahí llegaría la escalera cierto?

472. ARC-01

Si, exacto.

Es decir, yo creo que lo que está con terminación de hormigón es en la dimensión que en arquitectura aparece y la dimensión de estructura es lo que aparece con este gris medio rosáceo más extendido.

Pero fue error de nosotros STR-01.

No te quisimos molestar.

473. STR-01

Vale.

474. HST-01

Otra cosa, si vamos acá...ahora si ya vamos a entrar en la parte del...a ver si podemos hacer con el...

475. ARC-01

Lo otro exterior que falta HST-01, es que hay una línea de hojalatería que no está incluida.

476. HST-01

Si, en la parte de abajo.

477. ARC-03

Abajo

478. ARC-01

No en la parte intermedia, es decir, esta altura que define este vano, se coloca el revestimiento.

479. HST-01

Si.

480. ARC-01

Si lo activas.

481. HST-01

Si, dame un segundo.

482. ARC-01

Por favor.

Hay una línea horizontal que hace de corta gotera, de hecho, también esa hojalatería donde aparecen estos vacíos y se extiende por todo el volumen, porque de hecho el entablado este tiene una dimensión de tres metros, no tiene las piezas completa.

Entonces con eso también salvamos la luz, por si acaso.

483. HST-01

Si, lo tengo presente.

Lo vi en el detalle, de hecho, no me dio el tiempo. Yo le puse otro tipo de buña que va corriendo que tiene como un perfil C, pero si está pendiente ajustarlo a detalle, al pieza de hojalatería que corresponde.

484. ARC-01

Ah bueno.

485. HST-01

Pero si lo tengo presente.

486. DIR-01

Hola Muñoz

487. HST-01

Miren una cosa con respecto al tema, si nos vamos a la parte de....

voy a ocultar acá, esta parte de acá y voy a ocultar... denme un momento que estoy apagando capas, acá y acá.

Ahí está.

Ahora si pueden venir a donde estoy yo, en el Go To.

488. STR-01

Estamos como en el...dentro.

489. HST-01

Entonces en esta parte de esta sala donde está el deposito que está acá de guardado.

La parte de arriba de la puerta...

490. ELE-01

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Ahí sí, ah que entretenido.

491. HST-01

¿Qué tal ELE-01?

492. ELE-01

Jajaja

Estoy gozando con esto

493. DIR-01

Te gustó ELE-01

494. ELE-01

Me encantó.

Jajaja

495. DIR-01

Que choro.

496. ELE-01

Muy entretenido.

497. HST-01

¿entonces cómo se configura esa parte del cerramiento?

Ahí si se los marco.

498. ARC-03

O sea...

499. DIR-01

Oye y ahí el tubito de la hojalatería de la canal está cortando justo las piezas de madera.

Esta es la intersección, ARC-01 mira ahí.

500. ARC-03

ARC-01 está muteado.

¿ARC-01?

501. ARC-01

Eh, habría que revisarlo HST-01, porque estoy noventa y cinco por ciento seguro de que STR-01 sacó ese tramo de la puerta y arriba finalmente toda esa elevación que se arma acá...

502. HST-01

Si

503. STR-01

es completo en CLT. Entonces esa parte de ahí es de CLT, no va a un sobre tabique.

Yo creo que el modelo no está completo con eso.

504. STR-01

No está actualizado

505. ARC-01

Yo estoy seguro de que STR-01, lo coordinamos y no está actualizado porque ese vano es de CLT.

506. ARC-01

De hecho, de la pieza completa. No me acuerdo de

507. STR-01

Me parece que corta el muro aquí.

508. HST-01

Perfecto, entonces capaz que falta actualizarlo con el modelo de estructura.

509. ARC-01

Si, yo lo podría revisar, pero me acuerdo de haberlo conversado.

510. STR-01

Si lo voy a revisar también.

511. ARC-01

De hecho, como son bien similares las elevaciones, utilizábamos como estos elementos para poder entender qué parte era, como qué elevación era cada lado, porque eran elementos singulares que aparecían dentro de la estructura del CLT

512. HST-01

Perfecto, listo.

Bueno, sigamos revisando.

¿Alguien tiene mareo, dolor de cabeza?

513. DIR-01

Oye ARC-01, ¿me escuchas?

514. HST-01

¿Alguien está mareado o estamos bien?

515. ARC-03

Yo un poco

516. ARC-01

¿Yo?

517. DIR-01

¿ARC-01 me escuchas?

518. ARC-01

Yo te escucho, sí.

519. DIR-01

Mira ahí, eso de ahí que justo se corta ahí la estructura con la bajada del agua.

Del revestimiento

520. ARC-01

Si, pero eso en rigor lo van a solucionar en obra.

Efectivamente pasa eso porque nosotros pusimos esa bajada de agua por una cosa geométrica, pero cuando perforen ese muro, este elemento solamente está superando el revestimiento, por lo tanto se va a desplazar hacia el lado y no pasa nada.

521. DIR-01

Listo

522. ARC-01

Perfecto.

523. DIR-01

Llegó un camión aquí

524. HST-01

Acá vamos a ocultar esto.

Perfecto, entonces vayamos acá al ingreso del proyecto.

Nos encontramos acá en la puerta del ingreso.

Vengan todos hacia acá.

525. ELE-01

Ah ahí veo el perfil LED

526. DIR-01

¿Y la puerta es de madera, no era de vidrio?

527. ARC-01

Es de madera.

528. ARC-03

La puerta es de CLT

529. DIR-01

Ah, no me acordaba.

¿Alguna vez fue de vidrio ARC-01 o nunca?

530. ARC-01

Eh, no me acuerdo.

No sé ARC-03.

531. ARC-03

Si, alguna vez.

532. DIR-01

Qué bonito.

533. ARC-03

Alguna vez fue.

534. ARC-01

Alguna vez.

535. HST-01

Ya, entonces ingresemos acá a la parte del...

536. ARC-01

Creo que es esto igual, aquí hay algo medio raro HST-01.

537. HST-01

Si.

538. ARC-01

Creo que estas puertas tienen la misma altura...

539. ARC-03

¿Quién están abajo?

540. ARC-01

del vano de la ventanas y este sobre tabique que hiciste acá en realidad va acá arriba con la cercha.

Es lo que va entre esa viga laminada y la lateral,

541. DIR-02

INGRESA A LA SESION

542. HST-01

Para, para ARC-01 que estoy en otro lado, no te veo.

Dame un segundo, estoy en...estaba dentro del aula.

Ahora si

543. ARC-01

porque yo veo que su punta tiene un puntito.

Yo no sé, ¿cuándo apunto se ve?

544. HST-01

Ahora sí, lo que pasa es que estaba en otro lado.

545. ARC-01

Que estoy apuntando

546. STR-01

Si se ve

547. HST-01

Dale, como decías ARC-01.

548. ARC-01

Este sobre tabique, ese sobre tabique que tienes acá va acá arriba, entre esta viga laminada y esta viga laminada acá, porque la puerta tiene la altura del mismo vano.

549. ARC-03

Si, sí.

550. STR-01

Si, como que la viga va continua hasta arriba.

551. HST-01

Ah perfecto.

La puerta tiene dos treinta de alto.

552. ARC-01

Toda esta pieza va hasta arriba,

553. ARC-01

Si, está en el plano de detalle de puerta.

554. ARC-03

Es completo.

555. ARC-01

De hecho, en ese plano aparece ese sobre tabique con la altura

556. HST-01

Si, ya entendí.

Le escribí a la ARC-02, estaba con dudas con respecto a...esa puerta me genero mucha duda.

Pero ahora con lo que me decis me queda mas claro porque ustedes en el detalle de puertas ponen la estructura de madera y no tiene cerramiento. Yo dije como no va a tener cerramiento esto.

Pero ahora si vos decis acá arriba me queda super claro.

557. ARC-01

Si, poh.

Como está arriba no tiene cerramiento y de hecho si tu lo ves es una pieza bastante...casi que funciona como una viga reticulada.

Porque estas puertas son pivotantes, entonces al estar pivotantes hay un pivot acá abajo que va al suelo y el otro que va sobre esta estructura.

Entonces es por eso que es bastante como rígido, para poder soportar ese pivote.

558. HST-01

Perfecto, me queda super claro.

Lo vamos a corregir.

Ahora, quiero mostrar una cosa.

559. ARC-03

Esa puerta...

560. HST-01

Ingresemos acá a la parte del Hall

561. ARC-03

Sabes que esa puerta ahora abre a la izquierda.

562. HST-01

¿Pueden venir todos para acá? ¿Si?

STR-01, los demás

563. STR-01

Si, acá estoy.

564. ARC-01

Esto es peor que salir con los niños a pasear ah.

565. ELE-01

Jajaja

566. MEC-01

Jajaja

567. HST-01

Entonces quiero que miren una cosa con respecto al tema de

568. DIR-02

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas

Porqué estoy sola ahora

569. HST-01

De este parante, de este refuerzo STR-01, que aparece acá.

En los...

570. STR-01

Disculpa, déjame ubicarme HST-01

571. DIR-02

Conversación exterior con AST-01

Ahora estoy en el subterráneo.

572. STR-01

¿A cuál estas indicando?

573. HST-01

Acá, esto.

Este.

574. STR-01

La pieza que va entre los dos muros.

575. HST-01

Exacto.

576. ELE-01

debería ser este.

577. HST-01

¿Estamos todos?

¿Estamos viendo lo mismo?

Si, hay una discrepancia con el...hay un plano de arquitectura donde están los tabiques y esta pieza al igual que si miramos para el otro lado. Se dan vuelta 180 grados...

578. DIR-02

Conversación exterior con AST-01

Ah ya.

579. HST-01

esta misma, esta para el otro lado.

¿Es así ARC-01, ARC-03?

580. ARC-01

Eh si, nosotros queríamos idealmente que esa unión quedara hacia el exterior y no hacia el interior

581. STR-01

Que quede por fuera

582. ARC-03

si

583. ARC-03

Que quede por fuera.

584. STR-01

Si, ahí desde el punto de estructural da lo mismo en qué cada queda.

Lo, lo que sí, no sé si los paneles después tengan la terminación suficientemente precisa para que esa junta no quede como separada, que quede un poquito abierta.

Al verla por el interior digamos.

585. ARC-03

O sea, tú dices que hay una diferencia...

586. STR-01

Pero estructuralmente puede ir por la otra cara digamos.

587. HST-01

Perfecto, entonces ahí tenemos esta...

Bueno, la parte del...esperen que acá yo estoy muy grande, la parte del clima porque tiene los dos ductos...

588. DIR-01

Estamos todos apretaditos

589. ELE-01

Cierto.

590. ARC-01

Lo otro HST-01.

591. HST-01

Si, perdón.

592. DIR-01

Ahí están las luces poh.

593. ELE-01

Si, están puestas las luces, si eso estaba revisando.

Pero está todo bien, con las cajas.

594. ARC-01

Esta...yo lo que te iba a comentar HST-01, es que cuando tú ves este cielo falso blanco que está acá.

595. HST-01

Si

596. ARC-01

Que es donde se pliegan las puertas, en el plano, esas vigas tienen un pequeño rebaje, ósea que el cielo de terminación este completo y no aparezcan esos módulos, me parece.

De hecho, ese perfil debería quedar como escondido.

597. HST-01

Ya perfecto, entonces eso se debería reflejar en el modelo de estructura STR-01-

598. ARC-01

y creo que está incluso ah, pero lo podemos revisar.

Y hay unos guardapolvos ahí que van por ese perímetro, me parece igual.

599. ARC-03

Si acá.

600. ARC-01

Si.

601. DIR-01

¿DIR-02, tú eres la revisor cuatro?

602. DIR-02

Sí, pero no sé ni como moverme.

603. DIR-01

Eres moradita.

604. DIR-02

Jajaja.

No me quiero ni mover porque...

605. ARC-01

Me he pegado como tres cabezazos con la pared,

606. DIR-01

Hay mucha gente jajaja.

607. DIR-02

me fui para el subterráneo, por ejemplo.

608. ARC-03

Yo me doy vuelta y me devuelvo.

609. DIR-02

Conversación exterior con AST-01 dando indicaciones técnicas de como poder desplazarse

610. HST-01

Esperen un segundo que voy a salir y volver a entrar.

611. DIR-01

Oh que se ve bien por dentro.

612. ARQ-01

¿ARC-03 me escuchas?

613. ARQ-03

Qué onda, ¿instalación de faena?

614. HST-01

Ahí sí, ¿me escuchan bien ahí?

615. ELE-01

Si.

616. ARQ-01

Si aparece ahí un...

617. STR-01

Si.

618. HST-01

Perfecto, esperen que...ah los perdí.

Bueno, entonces ya ingresaron.

Veamos un poco, podemos agarrar y vamos a ocultar...

Si alguien tiene mareo, ¿vamos bien?

¿Alguien tiene mareo, dolor de cabeza?

619. DIR-01

Es que tiene unas bolsas HST-01 para los que tienen mareos.

620. DIR-02

Jajaja

621. ELE-01

Jajaja

622. ARC-01

Dos cabezazos contra la pared llevo, pero...

623. DIR-02

Jajaja

624. MEC-01

Jajaja.

625. HST-01

Perfecto, bueno...

626. ARC-03

Y aparte de eso...

627. HST-01

Ahí yo no se si en el componente de iluminación, todo la parte acá de las lamas estas, ¿van o no van?

628. DIR-01

Las lamas, si van.

629. ARC-01

Es que no están en el proyecto... ahí esta parte, esta partida del proyecto HST-01 no está en el proyecto de licitación.

630. HST-01

Perfecto.

631. ARC-01

Se va a hacer de forma posterior.

632. DIR-01

Por lucas.

633. HST-01

Perfecto, entendí.

634. DIR-02

¿Pero las lamas también?

635. HST-01

Hay alguien, a ver...que está muy cerca de uno y tiene el micrófono prendido,

636. DIR-01

Quizás un poco más arriba.

637. HST-01

entonces yo creo que... a ver déjenme revisar.

638. ELE-01

Se acopla.

639. HST-01

Si se acopla.

A ver...bueno esperen que ahí apagaron todos a la vez...no, no es necesario que apaguen todos.

Eh, debe ser dos personas que tienen el casco medio cerca, que están medio cerca y esos son los que están acoplado.

640. DIR-01

Es que aquí estamos cuatro en la misma sala.

641. HST-01

Ah, están todos en la misma sala.

Bueno, entonces...

642. ARC-03

Ah por eso.

643. HST-01

Por eso se acopla.

Si, ahí entra el micrófono en el sonido.

Miren...

644. ARC-03

Sí, aquí lo que decía ARC-01 de los...

645. HST-01

Podemos cambiar...vamos a ver un poco...

646. ARC-03

¿Me escuchan?

647. ELE-01

¿Y se pueden prender las luces?

648. HST-01

Si.

En este software no se pueden prender, pero hay otros de realidad virtual que si se pueden prender y uno puede ver como queda con las luminarias...

649. ELE-01

Iluminado.

650. HST-01

Si, como quedan colocados.

Bueno, entonces veamos un poco el tema eléctrico.

Voy a ocultar acá, eh, vamos a ocultar...acá ocultamos ya la parte de logística...

Ahí está la parte eléctrica.

Entonces la pregunta ELE-01 es sobre las canalizaciones, la altura donde van, todas las derivaciones...

¿Cuál es la altura, si va a esta altura, va un metro mas abajo, como sería eso?

651. ELE-01

O sea, las luminarias quedan al mismo nivel, digamos de donde termina la...no sé cómo llamarla esa parte interior, ese cuadrado.

652. HST-01

Si, perfecto.

653. ARC-01

El casetón

654. ELE-01

Hace como un cielo de luz al mismo nivel.

655. HST-01

Exacto.

656. ELE-01

Ya, y si yo veo las canalizaciones, lo más importante que están las cajas que estoy viendo, no sé si puede sacar la estructura.

657. HST-01

Si, como no.

Acá y acá.

658. ELE-01

Ah perfecto.

Ahí hay una canalización que pasa en ese sector que como que estuviera pasando por el ducto de clima.

659. HST-01

Así es.

660. ELE-01

Pero me imagino que va por detrás.

661. ARQ-03

Ah sí.

662. ELE-01

Ese, ese habría que...claro

663. HST-01

Ese que está acá.

664. ARQ-03

Ese.

665. ELE-01

Claro eso, todos hay que corregirlo.

Van por debajo y yo mantendría toda la línea por debajo, no sé por qué en ese punto...

666. HST-01

Porque está la viga.

667. ELE-01

me imagino que va por debajo.

668. HST-01

Porque está la viga de CLT.

Veámoslo en maqueta

669. ELE-01

Ah

670. HST-01

Vayamos otra vez al modo maqueta, ahí lo van a ver más claro. Vamos a verlo acá.

Vengan donde estoy...

671. STR-01

De hecho, ahí los ductos de clima penetran y eso hay que levantarlos ahí un poquito en las vigas laminadas.

672. ARC-01

Si, ahí como que les van haciendo un rebaje.

673. STR-01

Si

674. HST-01

Claro, pero eso yo lo planteo así para agarrar las cajas de alguna parte de la estructura del encintado o no sé de dónde van a agarrar las cajas.

Eh, pero puede ser que no.

675. ARC-01

Ah el encintado del cielo, si exactamente

676. HST-01

Pero puede ser que no, que vaya arriba y ahí ustedes me dirán donde...

677. ELE-01

Las cajas, las cajas pueden ir en cualquier parte, digamos que no se vayan a soltar.

678. HST-01

Perfecto

679. ELE-01

Arriba de la viga, por el lateral, porque como vamos a instalar luminarias no necesitamos colocar la caja como soporte, te fijas.

680. HST-01

Ah ok, perfecto

681. ARC-01

La única delicadeza que hay que tener y creo que está, es que el encintado de los casetones que tienen colgando la luminaria tienen un apoyo intermedio para poder sujetar esos dos elementos que donde cuelga la barra de iluminación.

682. ELE-01

Claro, ahora idealmente...

683. ARC-01

Porque eso no puede ir directamente con el yeso cartón.

684. ELE-01

No poh.

685. ARC-01

Porque va el encintado.

686. ELE-01

Pero idealmente deberíamos traspasar y con un ganchito soportarlas arriba a nivel, digamos donde tengamos un soporte más fuerte.

No sé si me entienden

687. ARC-01

Es que está reforzado eso con una pieza adicional...

688. ELE-01

Ah perfecto.

689. ARC-01

para que el encintado pueda soportar eso y va de extremo a extremo, no queda en un pedazo, sino que es una parte y justo calza como en el medio para poder colgarla ahí.

Si, lo previmos a eso.

690. HST-01

Voy a prender acá...

691. ELE-01

Ya, perfecto.

692. HST-01

Así lo ven...denme un segundo

693. ELE-01

No sé porque me aparecen como puras estrellas, crucecitas, como un círculo.

694. HST-01

Porque capaz que estas saliendo del área de espacio guardián, así que por ahí te marca el casco eso.

Veamos...a ver ahora que yo tengo...que estoy con otro...denme un segundo.

Vamos a poner acá el plano en este y acá...denme un segundo

Voy a subir acá...ahí está.

Vamos a ver si podemos hacer un corte...eso.

Voy a subirlo un poquito más, hay que hacer unos cortes ahí.

Ven cómo se puede ver todo el...

695. ARC-03

¿Eso es como adentro?

696. HST-01

Ahí está.

¿Se alcanza a ver el corte?

697. ELE-01

Mm, no lo veo.

698. ARC-01

Que este es un corte horizontal...

699. HST-01

Si, sí.

700. ARC-01

no vertical, entonces se ven todas estas cositas negras es porque está cortado ahí.

701. HST-01

Exacto.

702. ELE-01

Estoy como viendo de nuevo todos esos círculos.

703. HST-01

Ahí está, ¿se ve?

Entonces podemos hacer como un estoy haciendo un seccionamiento de toda la parte de...

704. ELE-01

Ah perfecto.

705. HST-01

Ahí están los tableros, ¿se alcanzan a ver la parte de los...?

706. ELE-01

Si, si

707. HST-01

Vamos a ocultar...y ahí podríamos seguir bajando.

Y ahí esta toda la parte de las cámaras del exterior.

Si, acá...ahí se ve.

708. ELE-01

Perfecto.

709. HST-01

Y puedo hacer...hagamos un corte en el otro sentido ya que estamos para...acá y ahora voy a rotarlo, denme un segundo.

Acá, sí.

710. DIR-01

...ARC-01.

711. ELE-01

Se me perdió el corte.

712. HST-01

Acá, denme un segundo que lo estoy...

713. ELE-01

Ahí sí.

714. HST-01

Estoy buscándole un punto más cómodo para que se lo vea.

Y ahí lo voy a rotar...acá, ahí está, ahora sí.

715. ELE-01

Ahí sí, ahí está.

716. HST-01

Denme un segundo que lo voy a rotar yo ahora.

Ahí está, ¿se ve mejor ahí?

717. ARC-03

Si

718. ELE-01

Si, se ve perfecto,

719. ARC-01

¿No podemos avanzar hasta la lucarna?, perdón.

720. HST-01

Si, ahí estamos cortando la lucarna.

En que parte de la lucarna ARC-01.

721. ARC-01

Dónde, donde...ahí, donde está la lucarna en sí de luz,

722. HST-01

Ya.

723. DIR-02

Y la otra, la parte de ventilación, hay como una rejilla, pero en realidad es un dámper que tiene lamelas más anchas y se tiene que ver de abajo...arriba hay una rejilla que está bien, pero en la parte horizontal, no es una rejilla, sino que son como lamas.

724. ARC-01

Estaba especificado que es una rejilla DIR-02.

De hecho...

725. DIR-02

La de arriba es una rejilla...

726. ARC-01

es una rejilla que está por catálogo.

727. DIR-02

Creo que no.

728. MEC-01

Si, el dumper va arriba.

729. DIR-02

El dumper va arriba

730. ARC-01

La que va horizontal es en el cielo, ¿cierto?

731. MEC-01

El dumper va arriba y la rejilla iba abajo.

732. ARC-01

Si, y es una rejilla de catálogo que tenía una dimensión, de hecho, nosotros hicimos el precintado de cielo para poder como contenerla desde...

733. DIR-02

Pero yo tengo unos detalles que es al revés.

734. DIR-01

Yo me metí a la sala y ahí está la rejilla.

735. DIR-02

Si es una rejilla.

736. MEC-01

Mm, puede ser

737. ELE-01

Si ahí se ve súper.

738. DIR-02

Revisemos, la diferencia es que la rejilla es fija y más chiquitita y dumper es ancho y móvil.

739. MEC-01

Sí.

740. ARC-01

Pero por catálogo, por lo menos en la especificación aparecía esa rejilla.

Hay que cambiarlo no más, da igual pero...

741. ARC-03

Está dibujado igual que en el catálogo.

742. DIR-02

Claro, habría que revisarlo, porque justo estaba viendo el proyecto para la guía y es al revés.

743. ARC-01

perdón. como al revés DIR-02.

¿En qué sentido?

744. DIR-02

Que la de arriba es una rejilla, fija, como que protege también que entre el agua de lluvia de esas

745. ARC-01

¿La vertical?

746. DIR-02

La vertical, claro.

De esas típicas rejillas fijas que tiene la curva que protege, que no entre el agua y abajo se puede abrir y cerrar.

747. ARC-01

Ah ya.

No, no, efectivamente, yo por el catálogo, por lo que está especificado el dumper está horizontal y la rejilla fija está en...perdón, horizontal está la rejilla fija y el dumper está vertical.

748. DIR-02

Ya, veamos qué es lo que dice

749. ARC-01

Eso es lo que está especificado en proyecto.

Habría que cambiarlo.

750. MEC-01

Si

751. DIR-02

Ya

752. ARC-01

Pero eso estoy cien por ciento seguro.

753. DIR-02

Ya, en ese proyecto trabajó MEC-01 con MEC-02, pero justo estaba yo sacando las imágenes el otro día, y en los cortes está al revés...mostremos la consistencia.

754. ARC-01

Sí, sí. Porque sobre todo el entramado de madera para contener esos dumper, chuta lo buscamos por catálogo, me acuerdo de que de hecho estaba como en pies la medida o en pulgadas, tuvimos que ser muy precisos para poder contener eso...

755. DIR-02

Claro

756. ARC-01

y que calzara muy justo.

Entonces yo me acuerdo haberlo revisado y estaba así.

757. DIR-02

Claro

758. ARC-01

No lo cambiamos nosotros.

759. DIR-02

No si puede que el dumper tenga ese tamaño porque es dumper nomas que tenga ese tamaño, si la única diferencia es que un poco más ancho y móvil.

No es tan...vamos a ver.

760. ARC-01

Para revisar, ya.

761. DIR-02

Pero más ancho me refiero en el espesor, no en la dimensión. Como que las lamas son más anchas.

762. ARC-01

Ya.

763. HST-01

Listo, bueno...

764. ARC-01

Oye, pero DIR-02, si el vertical es fijo, entra agua y eventualmente, y no sé, como no se puede controlar un poco y eso va a caer dentro del del del dumper que es horizontal, pero va a quedar todo como encapsulado ahí y se van meter como insectos y cosas, no, porque va a estar siempre abierto esa parte de ese primer tramo o no.

765. DIR-02

Sí, sí.

No sé qué pensaron ustedes MEC-01 como era mejor.

766. MEC-01

Yo, yo...

767. DIR-02

A mí también me gusta que el dumper sea suficientemente sellado arriba.

768. MEC-01

O sea, lo que yo...

769. DIR-02

La rejilla, como tienen una vueltecita, se usan hartos porque la rejilla tiene como una Z.

770. ARC-01

Ya

771. MEC-01

Lo que yo me acuerdo es que tuvimos ambas versiones y si no me equivoco, y por lo menos yo recuerdo que como está en el proyecto fue la última versión que el dumper iba a arriba y detrás del dumper va una rejilla de control de insectos y el que va abajo era el que quedaba como una rejilla abierta,

772. ARC-01

Fija.

773. MEC-01

como una rejilla nomas.

774. DIR-02

Eh, ya. Entonces...

775. MEC-01

Porque era un tema que había de justamente de cómo, de cómo manejábamos, qué es lo que estaba comentando ARC-01 de cómo manejábamos ese ducto.

Digo, revisemos porque yo me acuerdo de que estuvieron las dos versiones y la última versión efectivamente es lo que está puesto en este modelo, que es la que tenía el dumper arriba, porque tenía...

776. DIR-02

Ah ya, ya.

777. MEC-01

justamente esa cosa como de sellar el ducto para que no hubiesen intercambios permanente de otras cosas que...

778. DIR-02

Perfecto, súper

779. ARC-01

Oye...

780. DIR-02

Ya entonces yo tomé una imagen, es que justo yo estaba trabajando en la guía y la terminé la semana pasada, entonces yo lo tengo que cambiar en la guía.

Para que quede bien en la guía.

781. MEC-01

Déjame revisar porque no, para salir de la duda, porque me hiciste dudar.

Pero yo me acuerdo de que la última versión, mi recuerdo es que está como está en el proyecto.

Es decir, como está en este modelo me refiero.

782. DIR-02

Está entrete.

783. HST-01

Ya, listo.

Bueno ya estamos en hora y van a ocupar la sala y todo así que nos despedimos todos arriba de la grúa, así que si van a la grúa nos...

784. DIR-02

Jajaja

785. HST-01

y vamos a sacar una foto...

786. DIR-02

Arriba de la grúa.

787. HST-01

ahí de la grúa.

788. DIR-02

Eso sácate una foto con las manos arriba.

789. DIR-02

Ah no sé si se ve jajaja

790. HST-01

Ahora sí.

791. DIR-02

Ah ya arriba de la grúa, ya ahora entiendo, arriba de la grúa.

792. ARC-01

Jajaja

793. HST-01

Si mueven los comandos se mueve la grúa.

794. DIR-02

Yo soy la última.

795. HST-01

Si mueven los comandos se mueve la grúa.

796. DIR-02

No quedé tan arriba de la grúa, jajaja

797. HST-01

No mentira, era para saber si estaban jajajaja

798. DIR-02

Jajaja.

799. ARC-01

Me lo imaginé.

800. HST-01

A ver quién caía.

Bueno, agradecerles, antes que nada, la colaboración y la participación, todo el apoyo, así que muchísimas gracias a todos por estar y dedicar un tiempo para poder revisar este proyecto y les voy a pedir que después que termine la reunión yo les voy a mandar la encuesta. Si me pueden completar la encuesta que no llevaría mas de 5 minutos también me ayudaría para la investigación de mi tesis, así que eso por mi parte.

801. ELE-01

Gracias.

802. DIR-02

Muchas gracias

803. ARC-01

Gracias HST-01 por la invitación.

804. STR-01

Súper bueno, gracias HST-01.

805. ELE-01

¡Súper bueno, muchas gracias!

806. ARC-01

HST-01, nosotros podemos ingresar a este modelo de la misma modalidad sin que tu tengas como que abrir la sesión ni nada, sino con el código...

807. ARC-03

Desde el computador poh, como antes.

808. HST-01

Exacto, lo que no van a poder ocultar...

809. ARC-01

Capas no poh.

810. HST-01

Exacto.

¿Listo?

811. ARC-01

Super.

812. HST-01

Perfecto.

813. ELE-01

Chau.

814. DIR-01

Gracias HST-01.

815. DIR-02

Chau.

816. HST-01

Muchas gracias DIR-01, DIR-02, todo el equipo.

Gracias AST-01 también ahí.

Adiós.

Apéndice C

Transcripciones Sesiones de Entrevistas

Equipo FutureEduSpace

Entrevistador

1. *Que puede contarnos de su experiencia profesional.*

ARC-01

Me recibí de la universidad el año 2011 y ahí empecé con mi oficina de arquitectura. Invité a que se sumaran un par de amigos a hacer algunas cosas, participamos en unos concursos que nos fue bastante bien y por lo mismo me invitaron a dar clases en la facultad de arquitectura. Desde ese momento, hasta el día de hoy, sigo vinculado a la universidad. Con el estudio de arquitectura empezamos participando en mucha licitación pública. Nos adjudicamos algunos proyectos, los desarrollábamos y enviábamos. Esto era súper desgastante ya que participábamos en muchas licitaciones de las cuales nos adjudicábamos pocas y no eran bien pagadas. De un momento a otro, decidí poner un freno y concentrar todas mis energías en el proyecto de mi oficina y diseñar un poco más estratégicamente. Y ahí el año 2018 invité a la que es mi socia hoy en día a formar parte de la oficina. Empezamos haciendo un proyecto súper sencillo. Entonces fue buena esa sociedad porque se puedo compatibilizar yo que tengo más afinidad por diseño y ella por la traducción de este diseño a la obra. Y hoy en día nos estamos dedicando a hacer proyectos principalmente de viviendas.

Intentamos que sean proyectos vinculados a la ciudad, en la actualidad estamos desarrollando una ampliación de un colegio, un par de viviendas que están en etapa de construcción y otras viviendas que están en etapa de proyecto. **La relación que tenemos con obra es alta, trabajamos con algunos instaladores que son como los de cabecera y con los cuales tenemos una buena comunicación. El ingeniero estructural tratamos de que siempre sea el mismo y con los instaladores tratamos de trabajar con un par de personas, pero la realidad es que últimamente no nos ha funcionado muy bien. Principalmente en el proceso de pasar del diseño a la obra. Es ahí donde surgen un montón de complejidades y es ahí donde necesitamos tener un poco de feedback por parte de ellos, pero nos responden lento.** En la obra las cosas suceden súper rápidas, de un día a otro se toman la decisiones. Entonces necesitamos tener un poco de retroalimentación por parte de los especialistas y hemos tenido muchísimas complicaciones por eso.

Por suerte tenemos un buen grupo de constructores con los que trabajamos de manera continua. Nosotros no somos una constructora, solamente hacemos el diseño. Sin embargo, hacemos visita a obra una vez por semana para controlar de que todo vaya bien y resolver las cosas que se tengan que subsanar.

Entrevistador

2. *Como ha sido la experiencia en relación a las definiciones proyectuales en la fase de construcción.*

ARC-01

En nuestra oficina, intentamos que estén incluidos en los proyectos los honorarios de visita a obra, pero de todas maneras siempre vamos más de lo que se nos paga. Es decir, a mí y a socia nos gusta mucho ir a obra, igual no tenemos tantos proyectos y hasta el día de hoy tampoco tenemos una ambición económica muy grande en el sentido que a los proyectos le dedicamos más tiempo de el que probablemente necesitan. **Yo sigo aprendiendo de la obra siempre y algo que creo que es un aporte, es que tenemos una relación clara con la obra.** Nosotros tratamos de trabajar siempre con el mismo equipo de constructores. Lo bueno es que con ellos tenemos muy buena comunicación que se da de forma muy rápida y además confiamos mucho en el criterio de ellos en las soluciones que nos proponen. **Hay cosas muy básicas que yo creo que se podrían subsanar si uno tuviese una mayor integración en los proyectos con los otros especialistas en la fase de diseño.** Por ejemplo, la parte de ingeniería estructural con la instalación sanitaria. Por lo general nos pasa que este último traza sus recorridos de tuberías en los planos 2D como si fuera una línea que pasa de un punto a otro donde no sigue ningún eje estructural, sino que son líneas geométricas que unen un vértice con otro.

Pero en la obra esto conlleva interferencias con todas las fundaciones y finalmente en obra siempre preferimos modificar ese trazado hacia afuera y hacer una conexión ahí en vez de tener que estar atravesando fundaciones. Pienso que eso sería tan fácil de resolver si hubiera un proyecto más integrado.

Y por otro lado hay algunas definiciones que son prácticamente de obra. Estas cosas no tienen que ver con el proceso de diseño, sino más bien con la etapa de construcción. Esas cosas creo que me resulta más complejas que se puedan definir en los modelos en etapa de diseño ya que son más de la experiencia propias de la construcción. Esas cosas que son de la

constructibilidad y de la coordinación en la obra, que conlleva esa experiencia, creo que poder integrarlas a los proyectos en la etapa de diseño nos aliviaría de pasar algunos malos ratos.

Entrevistador

3. *¿Es posible tener esa retroalimentación por parte del constructor, antes del comienzo de la obra?*

ARC-01

Nosotros le pedimos a los constructores que hagan una revisión completa de todos los planos y documentos del proyecto previo a la construcción y después tenemos una reunión con ellos solamente para revisar esos documentos. Ahí es donde nos dicen, oye, pero esto se puede resolver de esta otra forma, no es necesario hacer una cercha de esa manera, y cosas de ese tipo. Tratamos de que esas reuniones sean para poder definir algunas cosas y ahí nos encontramos con algunas personas que están abiertas a ese proceso y otras no tanto. Yo creo que también pasa de que uno se va quedando con un set de herramientas, tipologías de soluciones, que uno ya sabe que funcionan, que son fáciles de entender desde su constructibilidad y ya hay ciertas cosas que vamos repitiendo.

Entrevistador

4. *Como fue la experiencia respecto al desarrollo del proyecto Future Eduspace, el trabajar con un equipo multidisciplinar que no el cual no habías trabajado en algunos casos.*

ARC-01

En mi caso particular fue buena, a mí me gusto, pero creo que el factor agregado que le dio un plus fue la incorporación de la realidad virtual. Desde el primer momento en que me coloqué el casco de realidad virtual y ni siquiera había ingresado al proyecto, sino más bien en esa especie de domo de bienvenida que trae el sistema del Oculus Quest, dije listo, este es el futuro de la arquitectura, toda esta tecnología va a tener un impacto grandísimo en la profesión. Creo que son herramientas que podemos ocupar, que están ahí disponible y que a veces uno las ve tan lejanas. Encuentro que hay metodologías de trabajo en la arquitectura que son tan prehistórica.

Pero volviendo a la pregunta, la experiencia fue buena. Pienso que nos hubiese sido muy difícil poder realizar este proyecto, incluso podría decir casi imposible para el interés y el estándar del resultado que tenía el proyecto del Future Eduspace, haberlo hecho sin el apoyo de la coordinación y las revisiones con el equipo en este ambiente de realidad virtual de manera remota.

Entrevistador

5. *Cual fueron tus apreciaciones la primera vez que pudiste ingresar al proyecto del Future Eduspace usando la realidad virtual. Qué fue lo que te llamó la atención, cómo lo viviste.*

ARC-01

Básicamente eso, que lo pude vivir. Estaba el proyecto ahí, independientemente, que no había olor, no podía tocar las cosas, evidentemente. Todas esas cosas que uno hace en un papel y que piensa. Como mencionaba anteriormente, a nosotros nos gusta ir mucho a la obra, porque vemos como esta cosita que son pequeñas decisiones, empiezan a tomar forma y crecer dos, tres, cuatro niveles, etc. Acá en este ambiente virtual sucede algo parecido, era como estar ahí en la obra. De hecho, a mí personalmente, lo que más me llamó la atención, no fue tanto la parte de vinculación con las otras disciplinas en el modelo, sino que pensé, ¡qué potente sería esto para utilizar con el cliente! Eso me llamó mucho la atención.

Siempre hemos conversado con mi socia de que nosotros ofrecemos un servicio que es muy abstracto. Por ejemplo, cuando uno se compra un celular, uno va al negocio y tiene dos o tres celulares al alcance de la mano, lo puede ver, tocar e interactuar con él.

Pero en cambio si yo pongo cuatro planos encima de la mesa y una persona que no tiene idea de arquitectura o nociones básicas, podría incluso colocarle un plano que no tenga ventanas y la persona no se va a dar cuenta, no va a saber elegir la calidad mejor de un proyecto u otro. Entonces me pareció que esta tecnología de la realidad virtual era muy potente como para poder salir de estas cajas negras en que los arquitectos tenemos los proyectos, cosas que nadie entiende y que podamos exteriorizarla. Como que también me pasó que me puse en una posición más que de arquitecto, sino más bien en una posición de una persona ajena. Entonces creo que aquí hay una buena oportunidad para poder explotar con los clientes.

Entrevistador

6. *Como fue el tema logístico que conlleva la configuración general del sistema de realidad virtual previa a la sesión con los otros participantes en la revisión del proyecto.*

ARC-01

Uno de los inconvenientes que se me presentó fue con respecto a la configuración de la altura del observador cuando recorría el proyecto. Creo que hice los pasos previos de configurar el sistema guardián que trae el Oculus de manera sentada sin pararme. Después cuando empezamos a recorrer el proyecto tenía un problema con la línea de horizonte, ya que quedaba como muy pequeño con respecto a los demás participante, tenía una perspectiva del proyecto como si yo tuviera una altura de un metro. Creo que esa fue la única dificultad que se me presentó. Pero yo lo que había hecho era haber practicado antes y me había metido en otros proyectos para poder explorar y revisar el sistema, creo que por eso que no me costó tanto las configuraciones previas.

Entrevistador

7. *¿Qué podrías contarnos acerca de tu posibilidad de desplazamiento y percepción del espacio en estos entornos virtuales?*

ARC-01

La parte de la movilidad física, el poder caminar realmente moviendo las piernas dentro del proyecto no lo he logrado, principalmente por un tema de espacio. Todo el desplazamiento lo hacía a través de los controladores que trae el Oculus Quest, el que uno va manejando con las manos. Pero sí es algo que me gustaría mucho poder explorar esa percepción del espacio caminando físicamente. Eso se acercaría mucho más a la percepción real que tenemos en una obra de arquitectura. El único problema es que para hacer este tipo de recorrido hay que tener un gran espacio para no chocarse con cosas y eso a veces se complica.

Yo creo que va a ser una experiencia que de verdad va a trascender a la arquitectura, para bien o para mal.

Entrevistador

8. *Volviendo a lo que mencionabas anteriormente, ves el uso de la realidad virtual más focalizado a la relación con el cliente que a la coordinación con equipos multidisciplinares.*

ARC-01

Sí, pero esa es mi percepción. Porque probablemente si algún día nos toca desarrollar un proyecto complejo, una clínica de salud, no creo que haya otra manera de hacerlo, que no sea a través de esta tecnología, es decir con la coordinación BIM del proyecto. Porque en las viviendas y los proyectos que hemos llevado a cabo son de baja complejidad, las casas son bien domésticas. Uno tiene una percepción espacial de los recintos, mentalmente uno puede manejar esas variables. Pero no me imagino haciendo proyectos de mayor escala, en el que tuviesen sobre todo la parte técnica mayor demanda, por ejemplo, un teatro o ese tipo de cosas. Me da miedo pensarlo porque nosotros utilizamos el proyecto y lo trabajamos con el cliente, que es un plan para desarrollar las cosas. Por eso me interesa mucho que el proyecto quede bien cerrado, que esté bien detallado y tenga todas las variables incluidas. Si bien toma más tiempo este desarrollo, pero ese tiempo que podría ser un mes más, después se transforma en un ahorro para la economía de la obra. Es decir, no perder plata y no extendernos en los plazos de construcción. Pienso que si la gente podría visualizar el proyecto antes de que las cosas se construyan lo encuentro muy interesante.

Entrevistador

9. *Cómo es la experiencia de poder reunirse con los profesionales de las otras disciplinas en este ambiente inmersivo y como se da la colaboración.*

ARC-01

Ante todo, a mí me gusta la planimetría. A veces veo que la gente modela en SketchUp y a mí siempre me genera un poco de dudas, porque no es algo preciso. Entonces me parece que el desarrollo planimétrico es algo complementario. Pero a la percepción de que uno pueda revisar esa misma información, no existe hoy en día una herramienta que no sea esta de la realidad virtual donde yo pueda ver una coordinación, a menos que coloque los planos contra la ventana y solape la arquitectura con la estructura, etc. En donde se puedan apagar y encender capas de información, pero siempre va a ser una visión de objetos 3D de manera bidimensional.

Pero la gran diferencia es poder estar inmerso adentro del proyecto, revisando con otros especialistas, es casi una conversación de obra. Porque finalmente las decisiones se pueden tomar ahí en este espacio. Como por ejemplo cuando uno señala, oye esa cercha esta inclinada porque el encuentro con eje tanto, etc. Explicar eso en los planos se podría hacer, pero llevaría cinco veces más de tiempo. Entonces en este espacio inmersivo que brinda la realidad virtual es mucho más indicativo, un señala con el puntero esa cercha y los demás participantes lo tienen mucho más claro. Esto es como llevar a un lenguaje común todas las cosas en un mismo espacio en donde están todas las situaciones sucediendo. Entonces todos podemos ir revisando al mismo tiempo.

Entrevistador

10. Ya entrando en los temas más técnicos de las discusiones de diseño, cuando se discutían algunas inconsistencias del proyecto, si algún participante señalaba algún punto en particular del modelo, ¿te resultaba fácil o difícil el poder identificar el punto que estaban señalando?

ARC-01

Lo que me pasaba principalmente era que no sabía si ustedes veían lo que yo estaba señalando. Creo que en un par de veces pregunté, ustedes pueden ver lo que estoy señalando. Pienso que esa parte de la discusión que requería de mayor precisión para discutir el problema era un poquito más complejo ponerse de acuerdo para que todos miren al mismo punto. Me acuerdo de que en alguna otra reunión tu marcaste con una herramienta algunas cosas, era como con una especie de puntero con burbuja e hiciste algunos comentarios. Me surgió la pregunta si esas marcan quedan como en el aire en el proyecto, cosa que después uno pase y las vea. Sería como cuando uno hace una marca con el lápiz en el plano y dice oye, aquí hay un detalle que hay que solucionar.

Entrevistador

11. Referido a la cantidad de personas que deberían participar en estas reuniones inmersivas. ¿Cuánto crees que deberían participar?

ARC-01

Yo pienso que por lo menos debería haber una persona por cada disciplina. Tal vez dos, por ahí sería meterle más variables. Pero si uno quiere definir soluciones y tomar acuerdos, creo que hay que tener a los implicados en la obra, como la gente que toma esas decisiones, que sepan cuáles son las implicancias de estas decisiones, si son viables o no.

Me imagino que en proyectos de mayor escala es más complejo. **Algo que me llamaba la atención durante el desarrollo de las sesiones y que se daba de forma muy natural, era que cuando alguien explicaba un tema los demás hacían un círculo alrededor de esta persona.**

Todos mirando el detalle, y esto se daba tanto en la visualización en modo maqueta como en la visualización peatonal en escala 1 en 1. Pero lo complejo era que al estar todos parados muy cerca mirando algún elemento en particular, como por ejemplo cuando veíamos la interferencia del ducto de clima con la cercha y a diferencia del espacio real en donde hay una distancia entre las personas, acá en espacio virtual sucedía lo contrario, era como que había una persona que te estaba tocando el hombro de lo cerca que estaba, jajaja. Independientemente de eso, creo que fue bueno. **Pero sí es importante señalar que tal vez tener muchas opiniones va a depender de la escala del proyecto como para poder llegar a profundizar en los temas que se discuten.**

Por ejemplo, con la ingeniera eléctrica vimos un par de cosas, como las canalizaciones de los conduit sobre los muros de CLT, que no generaran ningún conflicto importante. Entonces revisar todas esas cosas en detalle durante la sesión, esta debería ser extremadamente larga. El problema que veo, a mí no me sucedió, pero muchos comentaban que estaban con mareos después de un cierto tiempo durante la sesión. **Por eso pienso que tal vez habría que hacer una gran reunión en donde participen todos los involucrados y después ir acotando ciertos problemas que son más específicos e ir convocando a los involucrados.**

Entrevistador

12. Crees que este tipo de sesiones inmersivas con realidad virtual, deberían ser conducidas por alguien a modo de anfitrión o simplemente prescindir de este y ser algo mucho más libre que se vaya dando de manera espontánea.

ARC-01

Estoy convencido de que si debe haber alguien que lleve la conversación adelante. Hay tantas cosas en un proyecto que van apareciendo a la hora de la revisión y estas van generando dudas por todos lados, entonces hay personas que pueden quedarse en un detalle en particular mucho tiempo y hay otras que están revisando cosas más generales.

Entrevistador

13. Dentro de las fases de un proyecto de arquitectura, en qué momento crees que sería más oportuno implementar el uso de estas revisiones colaborativas con realidad virtual.

ARC-01

Creo que este tipo de revisiones no deberían hacerse cuando el proyecto esté tan avanzado, sino que se podría hacer en la etapa temprana de anteproyecto. Entiendo que esto significa mucho trabajo para aquellos colaboradores que se encargan de las otras disciplinas, porque tienen que traducir todo su flujo de trabajo basados en planos 2D a los modelos BIM y muchas veces estos especialistas no tienen la logística necesaria.

De todas maneras, el incluir estas revisiones de manera temprana llevaría a que los problemas que se van desarrollando no son tan gigantes. Es decir, no hay que mover un muro y cambiar toda la estructura de la viga, porque ya tendríamos nociones de lo que la otra especialidad está haciendo.

Pero si pienso que deberían hacerse en distintas fases del proyecto, porque con realidad virtual la visualización de todas las disciplinas del proyecto es como muy evidente. Esto es muy diferente cuando uno se maneja solo con los planos 2D. Por eso si uno pudiese tener estas sesiones de revisión intermedias durante el desarrollo del proyecto llevaría a que no aparezcan problemas, así como repentinamente.

Además, que va teniendo conciencia de lo que va proyectando está en sincronía el proyecto de las otras disciplinas.

Entrevistador

14. Pienso que las definiciones de proyecto que se toman normalmente en fase de construcción se podrían reducir implementando las sesiones colaborativas y multidisciplinares en realidad virtual en las fases de diseño.

ARC-01

Creo que todas las definiciones no, ya que a veces hay cosas que son de la obra en particular. Me imagino el caso de las condiciones del lugar, el nivel de la calle que no es exacto al que uno tenía el plano y hay que hacer algún pequeño ajuste o el empalme que en los planos estaba establecido así, la conexión de agua que pasaba por el medio de la calle y no era el que se encontraba el terreno, o cosas de ese tipo.

Entonces, si viviésemos en una época mucho más digitalizada y que tuviese toda esa información corroborada y fuera muy cierta, nos permitiría tal vez tener mucho menos complicación.

Pero fundamentalmente creo que hay un paso importantísimo que es la inclusión en este tipo de sesiones inmersivas a la persona de la constructora, es decir, el jefe de obra. Creo que esta persona también nos puede aportar, como en algunos elementos de diseño, de la ejecución, que a veces en papel se ven súper bonita y fácil, pero en lo práctico de la construcción a veces son decisiones muy complejas.

Y este personaje es el que yo veo más complejo de poder incluir, uno podría sentarlo y ponerle el casco de realidad virtual y que empiece a recorrer el proyecto. Me imagino que él esté en su oficina de la obra y nosotros cada uno en nuestra oficina. Ahí creo que todo esto sería un desafío, como que esa logística la veo muy compleja de que suceda. A algunos de nosotros del equipo que con toda la cercanía que ya tenemos, que ya lo habíamos hecho, a veces resultaba complicado poder reunirse, me imagino lo que sería con esta persona de la constructora. Pero te vuelvo a decir, esta persona es clave para poder sumar a las reuniones de revisión.

Entrevistador

15. ¿Qué necesitarías para poder implementar esta metodología de trabajo con realidad virtual en tu oficina de arquitectura?

ARC-01

Nosotros por la escala de la oficina, por lo menos a mediano plazo, vamos a tener especialistas en estas metodologías como tal. **¿Entonces, cual es el desafío? El desafío es poder trabajar con un equipo multidisciplinar que realmente trabajen colaborativamente en un proyecto integrado.** En donde ellos realicen sus proyectos en estos ambientes de modelos digitales y que uno los pueda vincular de forma rápida. Es decir, por un lado, tener una plataforma donde los proyectos se están desarrollando en un ambiente colaborativo, que todos estén trabajando en un modelo integrado, trabajando en ese mismo archivo de manera remota para poder ir revisando. Igual me genera un poco de duda todo esto, de que alguien te va a entregar una serie de planos y hay una persona que tenga que traducir esos planos a un modelo BIM. Entonces yo creo que el máximo desafío para las otras disciplinas es que tengan un equipo de personas que trabajen en el mismo lenguaje. Por eso yo veo con buenos ojos todo el desarrollo que se viene dando en el mundo de la realidad virtual. Los cascos van a ser más accesible. No va a ser una tecnología tan rara como lo es hoy para muchos profesionales. Y poco a poco la gente lo va a ir incorporando.

Entrevista

Directora del proyecto

Entrevistador

1. *Que puede contarnos de su experiencia profesional.*

DIR-01

Me recibí hace veintisiete años, y mi experiencia al comienzo fue mi oficina de arquitectura que la mantuve la oficina durante bastantes años, principalmente diseñábamos viviendas.

Trabajaba con una socia y desarrollábamos los proyectos, después venía la etapa del desarrollo de la ingeniería y todo eso, pero no había un equipo interdisciplinar que tuviéramos en la oficina, éramos solo una oficina de arquitectura.

Luego vino la experiencia de investigación que fue cuando me fui a vivir a Bélgica y fue focalizada en la arquitectura sustentable, más precisamente en iluminación natural.

Cuando volví a Chile, seguí con la oficina de arquitectura.

En esos momentos repartía mi tiempo entre la academia y la oficina de arquitectura. Posteriormente a eso me fui a hacer un doctorado también a Bélgica y ahí dejé la oficina por completo porque no eran compatibles los tiempos del doctorado con el trabajo profesional. El período de desarrollo de la oficina de arquitectura fue muy interesante, pero el camino me llevó más hacia la investigación. En esa área una vez ya con el puesto en el doctorado, me pasé a dedicar por tiempo completo a la investigación en el área. La parte de la investigación me permitió tener las bases teórica para encarar por ejemplo el proyecto del Future Eduspace, que finalmente conjuga investigación con aspectos de diseño y construcción.

Fue un desafío de como poder llevar la teoría a la realidad. Entonces eso es como ha sido en el fondo el foco del proyecto.

Entrevistador

2. *¿Como ha sido tu experiencia en relación al trabajo colaborativo con otras disciplinas?*

DIR-01

El proceso de diseño que desarrollábamos era muy independiente de las otras especialidades, porque se terminaba el proyecto de arquitectura y luego se desarrollaba el proyecto de ingeniería

estructural. De ahí nos hacían las devoluciones de la ingeniería y se ajustaba la arquitectura. Luego seguían las instalaciones, en donde por ejemplo la eléctrica, ya estaba como en una tercera línea. Cuando el proyecto ya había pasado por coordinación con la estructura. Y así seguían las otras especialidades, como la sanitaria, la eléctrica, etc. Nosotras hacíamos principalmente viviendas, y esos eran los proyectos más relevantes. Pero no había una colaboración en cuanto al proceso de diseño mismo.

Entrevistador

3. *¿Como era la relación entre el proceso de diseño y la etapa de construcción que tenían en la oficina?*

DIR-01

Primeramente, teníamos mucho desarrollo de detalles en planimetría 2D. Se desarrollaban todos los planos que se iban a entregar, los detalle baños, escalera, clóset, mobiliario, etc. Todo esa documentación se entregaba en planimetría. Pero nos sucedía muchas veces que llegábamos a la obra y los constructores no habían visto los planos. Entonces ahí había un problema, y era que había poca formación de los constructores que ejecutaban la obra.

De todas maneras, siempre había decisiones que se toman ahí mismo en la obra, que se van resolviendo en el minuto que aparecen los conflictos y se resolvían ahí mismo.

Para eso estaba el libro obra y se dejaba por escrito los ajustes que se habían hecho, las decisiones que se habían cambiado. Eso era mucho más simple.

Entrevistador

4. *¿Cómo fue el proceso de trabajo y colaboración con los equipos de diseño del Future Eduspace en un contexto que fue atravesado por la pandemia y el teletrabajo?*

DIR-01

El diseño fue muy participativo e integrado y fue innovadora la metodología que utilizamos. Porque si bien estaba la parte que era el proyecto que desarrollaban los arquitectos y hacían sus reuniones, las otras disciplinas, la lumínica en la que yo estuve participando o la de acondicionamiento térmico y demás especialidades, todos desarrollaban su proyecto, pero lo

hacíamos muy en paralelo y no de manera posterior al desarrollo del proyecto arquitectónico como en un proceso más tradicional.

Pero más que nada hay que destacar lo que fue el tema de las reuniones con realidad virtual, el cual permitió esta integración y poder estar muy comunicados entre todos los actores de las distintas especialidades que participaban en el proyecto. Encuentro que fue enriquecedor como experiencia, esas correcciones previas que tuvimos cuando mirábamos los primeros modelos BIM en este espacio inmersivo. Creo que eso ayudó mucho a que fuera más integrado como proceso de diseño.

Entrevistador

5. *En relación con el uso de la realidad virtual, habías tenido experiencia previas en la revisión de proyectos.*

DIR-01

No había tenido experiencia previa. La primera fue la que tuvimos con el proyecto del Future Eduspace que fue al inicio del 2020. Me parece que es un universo súper interesante, en algunos momentos se vuelve un poco agotador al tener que estar parado mucho tiempo.

De todas maneras, uno se puede sentar y no tiene por qué estar todo el tiempo parado.

Pero en general me pareció una experiencia súper buena. Ahora claro, todo lo que es la previa de ingresar a la reunión en el espacio inmersivo lo encuentro medio complejo.

No es como encender una computadora o un televisor, que es como algo más bien inmediato.

Pienso que lo que nos pasa es que estamos muy acostumbrados a la inmediatez de las cosas. En el caso del uso de la realidad virtual, hay todo un proceso previo, una verificación del equipo, hay que ver si el software está actualizado o no, que las pilas de los controladores estén cargadas, etc.

No hay ni un protocolo que te vaya guiando en como poder ir sorteando todos estos pasos.

Entonces en el fondo creo que, si bien es una buena experiencia, enriquecedora porque es real, pero como uno está poco familiarizado con el uso, todo lo que es la etapa previa de la configuración es mucho más engorrosa. Pero una vez que se pasa esta etapa y logras entrar a la reunión en el espacio inmersivo, todo es mucho más fácil que toda la preparación que hay antes.

Entrevistador

6. *Después de que ya has tenido más experiencia en el uso de la realidad virtual, crees que sigue siendo complejo toda la etapa previa de la configuración del sistema.*

DIR-01

Creo que uno va aprendiendo, ya sabe que el equipo tiene que estar con la batería cargada, las pilas de los controladores, etc. Si estos no tienen suficiente carga no te deja marcar el espacio seguridad que trae el dispositivo para no chocarte con nada mientras lo estas usando, y eso me llegó a pasar. Hay cosas que uno va aprendiendo y solucionando, pero van apareciendo cosas nuevas. Por decir un ejemplo, la conexión a internet que trae el equipo, que yo lo tenía configurado a la red de mi casa, pero cuando lo quise usar en la sala de la universidad para una reunión, allí el equipo no me funcionaba porque no me reconocía la red de la universidad. Y todo ese tipo de cosas que van apareciendo, que si no hay alguien que te vaya avisando es tiempo perdido o de retraso a la hora comenzar la reunión con los otros integrantes del equipo. Son cosas pequeñas, pero si realmente no funcionan uno no puede ingresar a la reunión. Porque hay que considerar que las reuniones tienen un tiempo determinado, no importa donde estén ubicado geográficamente los demás participantes, se comienza a una hora y se termina al tiempo acordado.

Pero si hay que considerar en el caso de que existiera un protocolo de como llevar adelante estas reuniones, que es el tiempo de preparación previa que existe.

No puede pasar como me pasó a mí, que llegué a la hora de la reunión sin haber previsto todo estos pasos. Si no hubiese sido porque había otro dispositivo de realidad virtual que teníamos ya habilitado en la sala de la universidad, no hubiese podido participar de la reunión y me hubiese quedado afuera de la reunión.

Entrevistador

7. *Ya metiéndonos en la sesiones colaborativas en el espacio inmersivo con la realidad virtual, como fue esa experiencia.*

DIR-01

La experiencia es bien impactante, el poder verse reunidos en un entorno virtual, donde podemos hablar, reírnos, comunicarnos, e inclusive poder mover el modelo como si fuera una maqueta física encuentro que es fascinante. La posibilidad ver mediados por unos avatar que se juntan y

estos avatares son el arquitecto, el ingeniero, el eléctrico, etc. Poder moverse hacia donde esta cada uno de estos avatar, el poder acercarte, hacer una broma, es como muy impactante.

La experiencia general de poder entrar al modelo, no encuentro otra adjetivo que fuera como fascinante, enriquecedor, pero más que nada sorprendente, el poder estar parado arriba del proyecto, después estar metido adentro, mover la cabeza y mirar hacia arriba, el poder girar y ver que los otros participantes están ahí contigo.

Eso lo encontré súper fascinante y además es entretenida la experiencia. Es una experiencia que es súper lúdica y creo que a través de esto se pueden lograr varias cosas.

Ya ves, por ejemplo, están todas estas estrategias del Lego play, que a través de lo lúdico como trabajan el tema de la creatividad. Yo sé que esto no es lo mismo que el desarrollo de la creatividad a través de piezas de Lego, pero es el juego el punto en común. Creo que en este tipo de reuniones hay un tema también lúdico, tú ingresas a este espacio inmersivo, te transformas en un avatar como si fuera como un juego virtual, que entre comillas ese avatar puede relacionarse, reírse, mirar, conversar de aspectos técnicos serios. Entonces a través de este juego, puedes interactuar con compañeros que no están en el mismo espacio físico contigo, pero si en forma virtual, y ahí surgen cosas nuevas y es muy enriquecedor.

Yo creo, que por eso a la ingeniera eléctrica le gustó tanto la realidad virtual. Porque tiene mucho de diversión, es lúdico, es entretenido estar ahí adentro, porque te ofrece un mundo, una visión que tú no la tienes. Es algo que tú estás proyectando, lo estás imaginando, pero ahí ya lo ves concretamente, y eso es algo muy interesante. Ahora, quizá los niños o los más jóvenes, por ejemplo, yo pienso que están mucho más acostumbrados que nosotros, porque nosotros los profesionales actuales somos como de una generación intermedia.

Los profesionales de mi generación no crecieron con los video juegos y hoy en día estamos en un mundo donde si los hay. En el fondo yo veo a mi hijo como juega a la con la PlayStation y entra en este personaje que corre, que se da vuelta, que usa un arma, etc. Él está mucho más familiarizado con estas tecnologías, pero nosotros o la generación profesional a la que pertenezco, encontrarnos que estos medios como la realidad virtual para revisar un proyecto son súper lúdico. Y si sumamos a esto lo del BIM, que uno puede ver ahí mismo en el modelo los conflictos entre las distintas especialidades.

Era súper simple de darse cuenta en dónde estaban las inconsistencias. En el fondo son como visiones inmediata, como una fotografía en la que te das cuenta rápidamente que no hay espacio entre las cerchas de la cubierta para que pasen los ductos de clima. Creo que es mucho más fácil

de comprender que revisar planos 2D, en donde tenes que cruzar el plano de arquitectura con el de estructura, el de clima, etc. Entonces creo que esta visión era muy real.

Además de esto, la posibilidad que brindaba de poder observar cómo iban quedando las terminaciones, la iluminación natural, las luminarias si están muy arriba o muy abajo, donde van a ir las uniones de la estructura del CLT. Entonces se puede llegar a afinar bastante el diseño del proyecto.

Porque si no hubiéramos hecho eso en el proyecto, nos hubiéramos encontrado con estas uniones entre las placas de CLT directamente ya en la obra y ahí ya no hubiéramos podido cambiarlo. Me acuerdo de que eso se discutía en las primeras sesiones que tuvimos. Después eso ya se resolvió y cuando eso se resuelve aparecen otros problemas, y así sucesivamente.

Entrevistador

8. *Como ves el tema de la atención en las sesiones de revisión de proyectos con equipos multidisciplinares, que diferencias encuentras entre las sesiones online por medio de plataformas tipo zoom con las que se dan en el espacio inmersivo con realidad virtual.*

DIR-01

Yo creo que hay mucho mayor atención en el escenario de la realidad virtual. **En el fondo están todos mucho más concentrados en lo que están viendo, es decir, las interferencias entre las distintas especialidades se hacen tan evidentes que es muy fácil darse cuenta en donde están los problemas.** Por otro lado, si todos estuviéramos viendo el mismo detalle en un plano 2D sería mucho más complejo el darse cuenta o llevaría más tiempo. Lo que pasa es que en el escenario de la realidad virtual estás viendo los detalles en un modelo en 3D.

En cambio, en la otra revisión por zoom requiere tener que imaginarse muchas cosas que están pasando, en cambio en la realidad virtual están todas instantáneamente ahí. Entonces, creo que es más fácil y eficiente el poder resolver y tomar decisiones en el ambiente de la realidad virtual diría yo.

Y creo que es mejor porque como mencionaba anteriormente tiene algo que es lúdico de verdad, en donde estás inmerso con todos tus sentidos. Tus manos están conectadas por medios de estos Touch que trae el equipo y vas jugando con eso. A pesar de que estás trabajando, haciendo la supervisión de obra, a la vez estás como jugando a ser un avatar virtual que va recorriendo, que va mirando. En cambio, en las reuniones por zoom tú estás

solamente los sentidos visual y auditivo, en donde hay distracciones, tu agarras el celular y revisas si te entro algún mail o revisas el WhatsApp, o si paso mi hija por al lado etc.

En fin, hay muchas más elementos de distracción en estas reuniones tipo Zoom que hacen que la atención no sea completa. **En cambio, en el espacio de la realidad virtual, tu estas completamente metido en ese mundo.**

Entrevistador

9. *En tu experiencia usando la realidad virtual, que fue lo que más te ha llamado la atención.*

DIR-01

Lo que más me llamó la atención en esto de la revisión del proyecto, fue la posibilidad del cambio de escala. De pasar de ver el proyecto en escala 1 en 1 como si estuvieras en la obra a pasar a una visualización como si estuvieras parado frente a una maqueta. Eso lo encontré súper interesante. Porque en el fondo, tú puedes posicionarte arriba de la cubierta o pasar a tomar una escala peatonal y ser chiquitito frente al proyecto que pasa a ser súper grande.

Ya más propio del proyecto, me llamó la atención en una de las sesiones que tuvimos la puerta del ingreso principal. Siempre la había visto que era de vidrio y me sorprendió al verla que era toda maciza en CLT. Porque siempre la había visto transparente y de repente en la última sesión que tuvimos aparece una puerta maciza, que en el fondo no me molesta, pero como yo no estaba metida en el diseño cien por cien, me sorprendió, y me pregunté cuando fue que se hizo ese cambio.

Entrevistador

10. *Crees que en estas revisiones de proyecto con equipos multidisciplinarios usando realidad virtual se podrían llegar a resolver todas las definiciones que comúnmente se dan en la obra.*

DIR-01

Yo creo que sí, pero requiere un tiempo de adaptación, porque son muchas las variables que están en juego, ya habíamos visto que el proyecto arquitectura estaba cerrado, con todos los planos de

arquitectura listos y se tuvieron que hacer muchas modificaciones, sacar cosas del proyecto porque había que ajustar el presupuesto.

Pero creo que la etapa de integración de las instalaciones debería realizarse de manera temprana para que sea efectiva.

Entrevistador

11. Como crees que se darían estos procesos de toma definiciones proyectuales en la obra frente a un proyecto que conlleve mayor grado de industrialización en talleres y en la obra solo sea el montaje de las piezas.

DIR-01

Pienso que en eso caso deberíamos tener todas las cosas resueltas antes. Si fuese un prototipado que tendríamos que construir 20 pabellones deberíamos sin lugar a dudas tener todo el proyecto resuelto antes de comenzar la fabricación.

Entrevistador

12. En que etapa del ciclo de diseño del proyecto piensas que sería más conveniente implementar la revisión multidisciplinar con realidad virtual.

DIR-01

Creo que debería ser desde principio o anteproyecto, en donde se coordine la ingeniería estructural con la arquitectura y posteriormente en las otras etapas ya con las instalaciones, cosa de poder revisar y resolver cualquier posible tipo de incongruencia.

Entrevistador

13. En relación con los tiempos de las sesiones de revisión, ¿cuánto crees que deberían durar estas y cuantas personas se deberían incluir?

DIR-01

Yo creo que incluir a muchas personas genera conflicto y no es tan bueno. Por otro lado, pienso que serviría el poder fijar una minuta de lo que se va a desarrollar en la sesión. Decir en que nos

vamos a focalizar, cosa de que las personas que ingresen a la sesión sepan que es importante y que todos se puedan focalizar en eso. Estar concentrados, porque si hay que resolver algo en particular de la ingeniería, la arquitectura o las instalaciones.

Pero yo creo que tener a muchas personas genera conflicto. Bueno, todas nuestras sesiones fueron de muchas personas, pero la última que tuvimos yo creo que éramos muchos.

Pienso que podrían ser cuatro o cinco personas suficiente, ocho participantes como fue la última reunión es el doble, es una multitud. Porque como te había dicho antes, al ser tan lúdico todos quieren hablar, unos se van a ubicarse a un lugar del proyecto y otros no, y empiezan a preguntar para donde voy, etc.

Entonces hay una cosa ahí que desordena toda la reunión, y si uno quiere ser como súper ordenado deberían ser como cuatro o cinco personas como mucho.

Entrevistador

14. ¿Es factible poder llegar a tomar decisiones y acuerdos en este tipo de sesiones?

DIR-01

Yo creo que sí, pero debieran ser decisiones rápidas, de hecho, para eso tiene que ser la reunión. Pero esto debería plantearse desde el inicio del proyecto, en donde se vayan tomando acuerdos con los equipos de las distintas áreas involucradas y allí se podrían tomar decisiones y acuerdos súper rápido.

Entrevistador

15. Algunos comentarios finales que quieras hacer.

DIR-01

Bueno, tú sabes que yo creo en estos procesos de diseño, creo en el tema de la realidad virtual como parte del proceso de revisión del diseño y lo encuentro súper interesante. Siempre he estado dispuesta a incluirlo en el proyecto, porque creo que esta metodología de trabajo va con los tiempos de hoy en día. El poder conectarse virtualmente desde distintas partes del mundo es muy enriquecedor. El poder invitar a personas localizadas en distintas partes a que se reúnan en un mismo espacio adentro de los proyectos y poder tener una conversación de diseño, lo encuentro que es súper interesante.

Entrevista

Consultor Climatización

Entrevistador

1. *Que puede contarnos de su experiencia profesional.*

MEC-01

Yo me recibí de arquitecto en el año 1995, en esa época había empezado a trabajar en un estudio de arquitectura. Desarrollábamos los proyectos de manera tradicional por así decirlo, en una época donde recién se estaba empezando a implementar el tema computacional con el diseño asistido por ordenador CAD en los estudios de arquitectura. Esto no era algo tan común y en los casos de las oficinas que lo implementaban más bien como un tema de dibujo. Después de esos primeros años, yo seguí trabajando en diferentes estudios de arquitectura, hasta que llegué en el año 2005 a un oficina que fue ahí donde empezamos a trabajar con mayor interacción con otras oficinas de distintas especialidades, pero principalmente a trabajar y diseñar sobre modelos 3D y cosas de ese tipo. Las oficinas con las que trabajábamos, por aquella época estaban muy metidas en poder incorporar dentro de metodología de trabajo, los programas de cálculo. Y ahí fue que se empezó a generar bastante coordinación entre los proyectos de arquitectura y estructura basados principalmente en el intercambio de modelos 3D especialmente.

Ya por el año 2008 comencé con la Maestría de Hábitat Sustentable de la Universidad del Bio Bio, y por otro lado con el estudio de arquitectura en el que trabajaba, llegó un momento en que cambió de rumbo, en donde ya no iban a seguir tanto con proyectos de arquitectura y querían explorar otras áreas y ahí fue cuando me salí.

Fue después de ese momento cuando empecé a especializarme en los temas relacionados con la eficiencia energética. Ya finalizando la maestría en el 2011 que fue cuando presenté mi tesis, se abre un concurso para un cargo en el CITEC (Centro de investigación tecnológica de la UBB) del cual salí seleccionado y ahí me empecé a meter y especializarme más fuerte en los temas de eficiencia energética.

Por esos años, con un ex compañero de la universidad trabajamos en un proyecto de gran escala, era una planta de fabricación de paneles de madera. Eso lo desarrollaba una oficina de diseño que era bastante grande y en su metodología de trabajo, ellos usaban un software de coordinación. Una vez a la semana teníamos reuniones donde se juntaban los profesionales de las distintas

especialidades que participaban y se veían en conjunto todas las interferencias. Esto era súper entretenido porque veías a los especialistas de cada disciplina que se ponían a discutir. Eran reuniones de coordinación con bastante pasión, por así decirlo jajaja.

Esa fue la primera experiencia que yo tuve de una coordinación total y con mucha interacción entre los equipos de cada especialidad. Nuestra especialidad que era la arquitectura, la verdad era que como nosotros diseñábamos la nave principal y otros edificios que estaban alrededor, nuestra disciplina no presentaba mayores inconvenientes para las otras especialidades en lo relacionado con las interferencias. O sea que, si nosotros movíamos algo, las otras disciplinas se adaptaban.

Nosotros en esa metodología de trabajo fuimos viendo que había una mayor colaboración interdisciplinar. Eso en comparación con mis comienzos en la oficina de arquitectura, en donde se comenzaban desarrollando el proyecto dibujando planos y después que estos estaban casi terminados se iban incorporando las otras disciplinas, como por ejemplo la estructura.

Esta era una de las primeras especialidades que integrábamos y con la cual había mayor coordinación, pero visto hoy en retrospectiva, no sé si era un proceso de diseño tan integrado el que teníamos. Normalmente se daba algo como, el ingeniero llamaba y decía, oye mándame tu planos que yo le pongo la estructura y después te devuelvo los planos. Y ahí venían comentarios de parte del ingeniero como oye cámbiate esto por esto otro y así se daban las cosas.

Después se iban sumando otras especialidades, como la parte sanitaria, eléctrica, pero estas siempre venían de manera posterior al desarrollo del proyecto de arquitectura.

Yo creo que no existía mucho ese proceso de trabajar en paralelo entre las distintas especialidades. Si bien había reuniones de coordinación en las cuales se tomaban decisiones en conjunto, después cada uno se iba por su lado con sus planos, cada uno trabaja con un software distinto que era prácticamente imposible tener un modelo virtual que tenga todas las disciplinas integradas. Existía mucho eso de coordinar directamente en la obra, que era finalmente tomar las decisiones en terreno. Y con esa incertidumbre de no saber en qué te iba a impactar en los costos esas decisiones, ya que era difícil de prever hasta que de repente te decían, oye esto no puede ir aquí o tienes que correrlo o simplemente sacarlo.

Voy a dar un ejemplo, una vez trabajé en un proyecto que era una universidad, y ahí me tocaba ir a mucho a la obra y también decidir muchas cosas ahí mismo.

Aparecían problemas donde los constructores te decían, mire arquitecto sabe que esto no lo vamos a poder hacer así, o cómo ponemos esto acá y cosas de ese estilo. Yo era parte de un equipo en la

oficina, pero las veces me tocaba ir a la obra y de pronto teníamos que resolver cosas ahí mismo y eso se salía del esquema planificado.

Yo creo que siempre estaba ahí ese colchón que te decían ya hagamos la obra, la necesitamos para tal fecha y si hay imprevistos, bueno, tenemos un disponible para esos imprevistos. Y ese proyecto que te cuento, se hizo, yo creo que un poco de la manera, digámoslo “tradicional”, más en relación a como se hacía antes las cosas.

En mi carrera profesional yo creo que este proyecto de la universidad fue como uno de los grandes proyectos en los que participé antes de pasar a trabajar a una empresa con un perfil más industrial. Ahí estaba todo mucho más coordinado entre las especialidades, por otro lado, había mucha presión del mandante y de la misma empresa que se había adjudicado el proyecto, del cual habían contratado la arquitectura de manera externa y ahí coordinaban con sus especialidades. En ese proyecto teníamos reuniones con el mandante y con los profesionales que venían de otras disciplinas. Para mi poder participar en ese proyecto fue una súper buena experiencia, aunque nosotros desde la arquitectura participábamos y no teníamos que realizar muchos cambios o modificaciones. Era interesante la experiencia en donde todos trabajábamos de manera coordinada sobre el mismo archivo. Si bien la plataforma sobre la que trabajábamos te daba la opción de poder descargar el modelo, luego era volver a subirlo al sistema. Y muchos de los profesionales hacían eso porque de pronto decían que el internet se ponía lento al trabajar online, entonces era más práctico descargar los archivos, trabajar sobre ellos y luego volver a subirlos al sistema. Y era ahí cuando aparecían todas las interferencias y todos se terminaban enojando.

Entrevistador

2. *Crees que es posible poder resolver todos los problemas de diseño en la etapa previa a la construcción y que en la misma no surjan dichos problemas.*

MEC-01

Desde la experiencia que he tenido con proyectos de distinta escalas, creo que siempre hay cosas que quedan sin resolver en la etapa de diseño. Pienso que hay dos cosas, una está en relación con el conocimiento real que cada diseñador tiene del proceso constructivo del proyecto que está realizando. Yo creo que eso es súper importante, muchas veces uno dibuja cosas y piensa que esto como se va a ver de una determinada manera, pero después uno va a la obra y el constructore te dice, sabe que, eso no lo puedo hacer de esa manera porque antes tengo que poner esto otro. Hay

una cosa de la ejecución que creo que ahí se ve limitada la propuesta del diseñador. Y creo que hasta recién muy poco tiempo por lo menos desde mi experiencia, que uno puedes ver y discutir detalles constructivos en 3D.

Yo creo que es difícil ver el 3D al detalle en una situación como común, normalmente se dibuja el detalle constructivo en 2D. Entonces cuando uno va llegando como a la parte más fina del diseño es cuando se empieza a encontrar con esas cosas que tú dices, esto no lo había pensado.

Eso es por lo menos desde la experiencia de lo que a mí me ha tocado, de repente decir, oh no había pensado que iba a producirse este encuentro aquí y vamos a tener que resolverlo en la obra.

En el proyecto de la Universidad que te comentaba anteriormente, ellos tenían un sistema de gestión del proyecto en BIM, tenían un modelo y tenían todo el proceso de cómo se iba a ir construyendo. Pero era un modelo con un bajo nivel de detalle, más bien estaba seteado para etapa de obra gruesa por así decirlo. En donde se podía ver las etapas de hormigonado y cosas así.

Pero volviendo al tema de las decisiones que se toman in situ al pie de la obra, para eso siempre está el libro de obras.

En donde se deja documentado todas los cambios y modificaciones que se van haciendo. Yo creo que es difícil poder prever y resolver todos los problemas en la etapa de diseño.

Pienso que una de las cosas interesantes que ha tenido la experiencia del proyecto Future Eduspace, ha sido de que nunca nos habíamos imaginado que se podría ver el modelo así con un nivel tan alto de detalle. Y creo que en la medida de que eso se empieza a ver más frecuentemente las cosas pueden cambiar. Igual hay desafíos por resolver con respecto los profesionales que interactúan con estas metodologías de revisión inmersiva con realidad virtual.

Entrevistador

3. ¿Como ha sido tu experiencia en relación al trabajo colaborativo con otras disciplinas?

MEC-01

De los últimos proyectos que me ha tocado participar y que hemos desarrollado en el CITEC, si bien son proyectos de arquitectura que conllevan una serie de otras especialidades, yo creo que todavía no hay esa idea de coordinarse todo el tiempo entre los profesionales. Se da algo más bien de pásame los planos de tu proyecto que acá lo vemos y ahí tú le cambias algo y luego tengo que devolverle el proyecto al especialista y este vuelve a modificarlo y me lo vuelve a enviar y así

sucesivamente. También persiste mucho eso de que el arquitecto tiene centralizada la documentación del proyecto, este le manda los planos a un especialista el cual hace su trabajo y luego le devuelve la documentación, y así sigue el proceso, el arquitecto se lo manda a otro especialista que también se lo devuelve. Y entre los profesionales de las distintas disciplinas tampoco hay tanta conexión entre ellos. Independiente que son los mismos especialistas que trabajan siempre en los mismos proyectos, aunque se conozcan, esa interacción entre ellos no es muy común que se dé ya que está todo muy centralizado por el arquitecto. Y sí, lo que uno siempre intenta hacer y nosotros predicamos en el CITEC mucho eso de que para que el edificio funcione realmente es fundamental del trabajo coordinado entre los equipos.

Además de que tienen que haber muchas reuniones de coordinación, que es un poco lo que fomentan los sistemas de certificación. En dichas reuniones deberían establecerse minutas de los temas a desarrollar, los acuerdos que se tomaron y todo ese tipo de cosas. Yo creo que eso es súper bueno y es muy orientador para que las cosas vayan funcionando bien y creo que en algunos casos sí funciona, pero tiene que ver mucho con las estructuras que se tienen en los proyectos.

Por ejemplo, yo conozco oficinas de arquitectura que en el mismo edificio están en el piso de abajo los ingenieros estructurales, en el otro los de las especialidades, etc. Entonces en el fondo se concentran en un mismo lugar físico casi todos los actores que participan en el proyecto. Pienso también que las estructuras jerárquicas también es importante tenerlas clara. Quién está liderando el proyecto, quién es el que está a cargo de la coordinación y a quién le tienes que rendir cuenta o a quién tiene que informar ya que si no puede pasar de que modificas algo en el proyecto y no le terminas informando a nadie.

Entrevistador

4. *¿Y cómo se ha dado el proceso de colaboración cuando te ha tocado trabajar con especialistas de otra disciplina con el cual habías trabajado anteriormente?*

MEC-01

En general creo que depende un poco del énfasis del proyecto que en algunos casos ha sido importante ese aspecto. Por ejemplo, esto que estuvimos haciendo en el CITEC como ser el primer proyecto que iba a ser desarrollado enteramente en madera y que se viera con la impronta formal que le habían dado los arquitectos. Pero poco a poco fue viéndose que la solución de hacerlo todo en madera era prácticamente imposible. De pronto aparecen otros actores que son mucho más

importante, como los ingenieros que te dicen, sabes que, esto no se puede hacer así vamos a tener que buscar otra manera. Te llegan con soluciones que tú dices sí, pero es que termina habiendo más hormigón que madera y no es lo mismo. Entonces siempre en esas relaciones con los profesionales con los cuales no has trabajado, son como las cosas que pasan obra, que es como al constructor decirle, quiero que me haga esto de esta manera y él te va a decir mire yo siempre lo he hecho así y no me digas tú cómo tengo que hacerlo.

Creo que con los especialistas pasa un poco lo mismo, no en el mal sentido, sino que es como la fórmula que uno tiene para hacer ciertas cosas. De hecho, en los proyectos de arquitectura que me ha tocado participar también ha sucedido que los liderazgos del arquitecto en sí, también ha ido cambiando mucho. Los proyectos hasta hace un tiempo eran como él arquitecto era como un único director de orquesta y en los últimos proyectos me ha tocado ser parte de un equipo de arquitectos que entre varios toman decisiones. No es uno, sino que son varios. Eso yo también creo que ha sido bueno, claro, de pronto tiene un arquitecto que es súper buen diseñador, pero no tiene idea de eficiencia energética y lo resuelve de una manera que tú le dices oye, no, coordinemos esto. Entonces se empiezan como a equilibrar los roles y creo que con las especialidades sucede un poco lo mismo. De pronto la colaboración con algunos profesionales nos ha costado.

En lo personal me he acostado con alguno, pero no por un tema de trato personal, sino que por un tema de que las cosas se hacen de una manera y en un tiempo determinado. Y se plantean cosas de que, si uno se demora, lo retrasa y complica al otro. Entonces son esas cosas que tú dices, pero si el proyecto tiene una dinámica que yo como arquitecto de pronto no la puedo controlar porque hay un mandante que te pide cambios, ajustes y te dice estamos bien y de repente dice, no cambiaron estas condiciones, etc.

Entrevistador

5. *¿Ya metiéndonos en el tema del uso de la realidad virtual, que podrías contarnos de cómo ha sido tu experiencia con el uso de esta tecnología?*

MEC-01

Yo no había tenido una experiencia de inmersión con un casco de realidad virtual hasta este proyecto del Future Eduspace, sí habíamos tenido otras experiencias de trabajo con modelos 3D, presentaciones en donde tú ibas mostrando con el mismo modelo, con un video y todo ese tipo de

cosas. Incluso había probado con estas aplicaciones de realidad aumentada, pero eran casi como un hecho anecdótico.

Se le mostraba a la personas donde decían a qué bonito, pero se quedaban solo en eso, pero no en el uso, cosa que dijeran mira podemos hacer algo o trabajar sobre esto. Sino que era más visto como para una especie de presentación. **Pero yo creo que la experiencia de usar realidad virtual en este proyecto del future Eduspace, primero fue súper entretenido, súper interesante, de hecho, fue como un visita a la obra virtual.** Bueno, yo creo que para mí como arquitecto fue por la experiencia de poder recorrerlo, eso es como algo más arquitectónico que constructivo.

Yo encuentro que es súper interesante estar como a nivel de ojo de peatón, pero lo que más me impactó fue que varias personas puedan opinar en simultáneo. Bueno, yo estaba ahí como especialista del clima, y me pareció súper bueno ver el tema de las interferencias que se generaban con mi especialidad. Es interesante cuando de pronto hay otro participante que te dice oye, pero mira que si pasas ahí con tus ductos vamos a chocar con esto. O de pronto, a mí me pasó en la primera sesión de revisión que tuvimos con todo el equipo, se veía que el recorrido de los ductos que había proyectado pasaba por un lugar que no se podía, pero no porque yo lo proyectara pensando de que a lo mejor capaz que sí pase, sino que la información planimétrica que yo había recibido no tenía esa información que, si aparecía en el modelo BIM con la estructura, eso yo no lo tenía claro. Yo me basé en el plano de arquitectura para hacer el trazado de los ductos, pero no en los planos de estructura ya que en ese momento de que diseñe el trazado no estaba listos los mismo. Cuando vi la disciplina de estructura en el modelo dije, oh no revisé esa información y ahora me estoy encontrando con esas interferencias entre clima y estructura. Ahora lo bueno es que había una solución.

Pero eso era un detalle no menor, porque normalmente desde la disciplina de la arquitectura los planos no llegan a un detalle en donde se dibujen por donde pasa la estructura de cada cercha.

No se ve, pero por aquí va a pasar dicen y alguna disciplina tendrá que acomodarse después. Pero cuando tú estás poniendo un ducto de clima no le dejaste espacio para que pase otra disciplina, como ha pasado en otros casos, te reclaman, te dicen no puedo mover mi instalación de ahí vas a tener que moverla tu.

Yo creo uno deber tener pensado una flexibilidad para hacer esos ajustes y decir ok no hay problema, soy yo el que va a mover los ductos. La cuestión es hasta qué punto uno se adapta o es la otra disciplina la que debe adaptarse a esos cambios.

Poder discutir estas cosas en el espacio inmersivo con la realidad virtual, esto de que uno pueda reunirse simultáneamente con los profesionales de las otras disciplinas y que todos estemos mirando los mismos problemas a la vez, yo lo encontré súper bueno.

Lo que sucede generalmente en los proyectos, es que se organizan estas reuniones de manera separada entre las disciplinas, hoy día nos vamos a juntar con el especialista de clima, mañana nos vamos a juntar con el especialista eléctrico y así sucesivamente. En el caso de las reuniones grupales con todas las disciplinas participantes, el que está mirando su especialidad se concentra solo eso y después la discusión se pasa a otro tema y este especialista ya se desconecta, se pone a mirar el teléfono ni le interesa las discusiones de las otras disciplinas.

Mientras que en estas sesiones de realidad virtual estás obligado a mirar todo y ahí darte cuenta de que tanto afecta tu disciplina a las otros y que ni siquiera habías pensado que podían afectar. Eso creo que es como lo más interesante que me quedó de estas sesiones con realidad virtual.

Entrevistador

6. *Ya que hablamos del tema de la atención en las sesiones de revisión de proyectos con equipos multidisciplinarios, que diferencias encuentras entre las sesiones online por videoconferencia tipo zoom con las que se dan en el espacio inmersivo de los proyectos con realidad virtual.*

MEC-01

Creo que la atención en la realidad virtual es mucho más potente, genera mucho más atención porque el sentido de presencia es mucho más fuerte, es como que si uno estuviera reunido de manera presencial con el resto de los equipos.

Por otro lado, las plataformas tipo zoom, que a pesar de que nos podemos ver las caras y todo, yo siento que es hasta como más impersonal. Porque uno nunca puede estar como atento a todas las personas. Mientras que en la realidad virtual si bien no estás atento a todas las personas, te das cuenta de que la otra persona o uno asume que están todos estamos mirando lo mismo.

Ahora bien, yo siento que los dos tipos de reuniones son muy agotadoras, que uno termina muy cansado. De hecho, durante el desarrollo del proyecto del Future Eduspace, hemos tenido sesiones de revisión con realidad virtual que han durado como una hora y media. Son realmente agotadoras

porque te demandan mucha atención. Yo creo que es distinto a las del tipo zoom, uno apaga la cámara y te puedes poner a hacer otra cosa y sigues escuchando. En cambio, en las que se dan en la realidad virtual te demanda más atención.

Una cosa que también me parece interesante de estos entornos de realidad virtual, fue esta cosa de los distintos puntos de vista, me refiero a que al proyecto se lo puede observar desde distintas perspectivas. Esto es muy diferente de cuando uno visita la obra, en la cual uno tiene solo la visión desde el punto de vista peatonal, y como que ya no importa aquello que no queda a la vista, lo que pasa arriba del cielorraso yo no lo voy a ver y va a quedar tapado ahí. Mientras que acá en la realidad virtual, hay una cosa que es casi como que uno se preocupa de que hasta que quede todo ordenado, aunque no se vea en la realidad, ahí en la realidad virtual sí se está viendo desde ese punto de vista. Yo creo que ahí también hay una cosa como de tomar conciencia de todo lo que queda oculto y no se ve en un proyecto pero que tiene de alguna manera un impacto sobre otras cosas. Pero yo sí siento que la revisión con realidad virtual es mucho mejor, pero te demanda tener que estar más atento durante todo el tiempo de la reunión.

Entrevistador

- 7. Que te ha llamado la atención o que has descubierto en el proyecto a la hora de la revisión con realidad virtual y que por ahí no lo habías visto en la planimetría.*

MEC-01

Yo no he tenido otra experiencia de inmersión con realidad virtual que no fuera este proyecto del Future Eduspace. Particularmente me llamó la atención algo que había sucedido en una de las sesiones en el cual una de las participantes había comentado, ¿pero la puerta de ingreso no era vidriada? y los arquitectos dijeron no, esta puerta es opaca de madera. Yo me acordaba de que en la primera sesión que tuvimos al revisar el modelo BIM la puerta de ingreso era vidriada y pensé que capaz me había equivocado en la percepción.

Igual fue como raro porque me yo me lo había imaginado mucho más en la realidad. Es decir, el cuestionarse si es mejor que una puerta de ingreso sea opaca o sea transparente, las proporciones que tenía cuando, yo estaba parado ahí en el pasillo adentro del modelo, justo pasando después de esa puerta y me quede pensando en esa idea, y si era mejor mirar hacia afuera por una puerta vidriada.

Pero dije bueno ya está, es de madera y no hay nada que hacer.

Son ese tipo de cosas, que cuando uno mira el plano se imagino ciertas relaciones, pero cuando estas adentro del modelo me sucedía que en ciertos espacios cuando las puertas estaban cerradas, la percepción que vivía era de mayor encierro. Que en realidad así es como se va a ver finalmente en el espacio real.

Esa experiencia de poder sentir y vivir el espacio en estos entornos virtuales yo creo que eso es súper interesante, porque la limitación de lo que tú te puedes imaginar a través de la planimetría, que si bien a uno como arquitecto le pasan esas cosas, me imagino que el que no tiene idea de esto y que ni siquiera sabe leer un plano puede llegar a imaginarse cosas totalmente diferentes a lo que va a ser el espacio en realidad.

Entrevistador

8. *¿Qué podrías contarnos acerca de tu posibilidad de desplazamiento y percepción del espacio en estos entornos virtuales?*

MEC-01

La primera vez que nos reunimos en este espacio inmersivo fue terrible, porque apretaba un botón de los controladores del Oculus y saltaba a cualquier lado, pero más que nada era porque no sabía cómo usar estas herramientas. Pero después yo empecé a practicar por mi lado con un modelo de ejemplo que trae el software Prospect y que es una casa que está en una la playa. Y ahí empecé a probar y practicar cómo funcionaban los comandos. Después de ese entrenamiento ya entendí como tenía que hacer para poder girar, como poder desplazarme adentro de los modelos.

Por otro lado, creo que también ayuda la experiencia que uno puede tener con cosas de este tipo. Por ejemplo, mi hijo ha tenido varias consolas de videojuegos y a mí en lo personal la que más me acomodaba era la Nintendo Wii, porque tiene unos controles muy parecidos a los del Oculus, y por eso para mí lo encontré como mucho más natural. El poder desplazarse usando los pulgares sobre los controladores del Oculus para mí era más fácil que otros tipos de comandos que tienen las consolas de videojuegos en donde ahí requiere usar las dos manos y la cosa se complica.

En esos casos yo me termino perdiendo, es como que me sobran dedos jajaja y no sé qué hacer, como que termino siempre usando los mismos dedos.

Pero los que tiene el Oculus yo lo encontré espectacular. Al principio fue un poco más complicado el uso pero después con el correr de las sesiones se fue haciendo mucho más natural.

Sí, lo que encuentro genial, es la libertad para poder observar cualquier punto en el espacio, así de simple como mover la cabeza y mirar tal como si estuviéramos en un espacio físico real, eso me pareció fantástico, toda una maravilla.

Entrevistador

9. *¿Y pudiste experimentar la posibilidad de poder desplazarte físicamente moviendo tus piernas, caminando sin usar los controladores de desplazamiento que trae el Oculus?*

MEC-01

Sí, pero muy poco, porque lo he probado aquí en mi casa y la primera vez que lo hice me choqué con todo jajaja, siendo de que ya había predefinido el espacio de seguridad o espacio guardián que trae el Oculus. Entonces un día moví todos los muebles de la casa para tener más espacio, siendo que no tengo mucho espacio libre. Pero lo probé hacer en otro lugar donde tenía más espacio y eso lo encontré realmente súper entretenido.

Entrevistador

10. *Ya entrando en los temas más técnicos de las discusiones de diseño, cuando se discutían algunas inconsistencias del proyecto, si algún participante señalaba algún punto en particular del modelo, ¿te resultaba fácil o difícil el poder identificar el punto que estaban señalando?*

MEC-01

Para mí fue de lo más natural, no me resultó nada complicado poder identificar que se estaba señalando. Era casi como que alguien te dijera mira ahí. y como que todos miran para ese lugar, era como más natural. De hecho, creo que me costó mucho menos orientarme en el modelo usando realidad virtual que si hubiera sido en un plano. En una planimetría habría tenido que ser, mira donde está el eje tanto con el eje tanto, mientras que acá era como mire ahí arriba en la esquina, y todos miraban hacia allá.

Como te decía anteriormente, a mí me pareció súper natural encontrar las cosas, sobre todo con esta posibilidad que brinda el software Prospect de poder mirar el modelo desde afuera como si uno estuviera parado delante de una maqueta y por otro lado mirarlo de manera peatonal desde adentro como si estuviéramos en una escala 1 en 1.

Las dos maneras eran de mucha ayuda para ubicarse, de hecho yo le daba bastante vueltas al modelo antes para poder ubicarme mejor, entonces, cuando de repente me hablaban de un punto en particular del proyecto, yo me orientaba mucho más rápido que como si fuera que estuviéramos viendo un plano.

Entrevistador

11. Pensas que las definiciones de proyecto que se toman normalmente en fase de construcción se podrían reducir implementando las sesiones colaborativas y multidisciplinares en realidad virtual en la fases de diseño.

MEC-01

Yo creo que esa decisión de que los problemas se vean en obra, y que pasa mucho, tiene mucho que ver con la experiencia constructiva de los actores que participan en el proyecto. Es como cuando dicen, no te hagas problemas si siempre nos encontramos con esos problemas, mejor lo resolvemos en obra.

A lo mejor tienen que ver cómo con el proceso constructivo que conlleva el proyecto. Yo creo que se pueden resolver muchas cosas sobre el modelo BIM, la verdad es que no sabría decirte si todo. Tengo la impresión de que eso depende mucho del tipo de proyecto que se va a construir. Creo que hay algunos proyectos que lo puedes resolver todo en BIM y que quedarían impecable y que no te llevarías muchas sorpresas en la etapa de construcción. Pero creo que hay otros, sobre todo cuando son estructuras como en madera, por ejemplo, en donde el constructor te dice, mire es que la verdad estas cosas que en los planos van a 60 centímetros, la verdad es que a veces van a 60, a veces a 65, a veces a 40 y de pronto esos ajustes los terminan haciendo en obra.

Y esas cosas de la imprecisiones del material y de la misma ejecución, es donde alguien termine diciendo, la verdad que eso se puede resolver obra. Pero como te decía, creo que eso tiene que ver con el tipo de proyecto que se va a construir.

La última sesión que tuvimos de revisión con realidad virtual, me acuerdo de que desde el equipo de arquitectura se dijo en varias oportunidades, eso lo vemos en obra. Probablemente a lo mejor hay algunos problemas que se le asume cierta “gravedad” de que tiene que estar totalmente coordinado antes del comienzo de la obra. Y a lo mejor hay otras cosas que se consideran menos crítica.

Yo tengo la impresión de que sí se puede resolver todas esas definiciones sobre un modelo BIM usando realidad virtual, pero va a depender de la sensibilidad que te da la experiencia de haberlo usado antes estas tecnologías.

No sé si hay alguna experiencia de un proyecto que se haya coordinado todo con realidad virtual y que después resulte perfecto sin problemas ni cambios al diseño en la etapa de obra.

Como te decía anteriormente, nosotros que igual trabajábamos con modelos BIM igual te encontrabas con sorpresa durante la obra. Hay cosas por ejemplo en el proyecto que te mencioné anteriormente que era la sede de una universidad, la fachada tenía todo el mapeo de colores en el revestimiento, lo calculamos, definimos los colores y fabricaron las placas sin ningún problema. Pero cuando fue momento de hacer el montaje de todo el sistema en la obra nos encontramos con muchos problemas, principalmente porque la estructura donde se apoyaba todo el sistema del revestimiento que era una base de hormigón estaba toda fuera de plomo. Entonces se tuvieron que colocar unas piezas especiales que generaron un ajuste que en cierta parte digamos era parte de la tecnología. Pero, pero a mí me decían los constructores, mire hay algunas piezas de unión que las dejamos en el máximo de separación, que la verdad normalmente eso no se hace porque fuerzan mucho el sistema. Pero son cosas como que te las descubriste en la obra, porque se ejecutaron mal, por así decirlo, es un tema como la mano obra.

Entrevistador

12. Como piensas que debería ser la coordinación de un proyecto en la etapa de diseño que tenga un alto grado de industrialización y fabricación en taller y a la obra solo se llegue a hacer el montaje de las partes fabricadas en dicho taller.

MEC-01

Pienso que ahí sería como comprar un auto desarmado, y que después que te llegan las piezas uno no podría decir, esta pieza no calza, eso no podría pasar. Y sobre todo si te dijeran compre las piezas del auto, pero hay una parte que la hace usted mismo en su casa con no sé qué cosa jajaja.

Ese proceso debería ser súper claro. En los procesos de mayor industrialización hay tolerancia cero o con una tolerancia muy pequeñita para poder permitir que las partes de la obra calcen en el terreno, porque si no tendríamos que volver al proceso del componente artesanal fabricado al pie de la obra.

Y ahí se tiene que ver quien va a ser el constructor y eso no siempre está claro, te puede llegar cualquier persona con distinta experiencia y puede ser o muy bueno o puede ser algo más o menos. Ahora probablemente en el caso de este proyecto del Future Eduspace, podríamos decir, que conlleva una tecnología media híbrida, porque el CLT (Cross Laminated Timber) viene pre armado, pre cortado, versus la estructura que tiene la cubierta. En este caso las cerchas de madera serían fabricadas in situ al pie de la obra, creo que por eso en las sesiones colaborativas que teníamos cuando veíamos las interferencias de los ductos de clima con las cerchas aparecía la frase eso lo vemos en obra.

Después en la obra desplazamos unos parantes para acá, otros para allá y pasamos igual con el ducto de clima. Yo creo que por eso se decía esa frase durante las sesiones de revisión que teníamos, porque es algo más flexible de poder resolver en la obra, mientras que con los tabiques de CLT es mucho más sensible poder intervenir ya que viene con las pasadas previstas ya desde el taller de fabricación. Ahí no hay mucha tolerancia para mover las cosas, pero en el caso de lo más artesanal hay como más flexibilidad para poder hacer ajustes y cambiar cosas en obra.

Entrevistador

13. Pienso que estos entornos de revisión colaborativa usando realidad virtual con profesionales que traen distinta experiencia desde su especialidad fomentan la participación y el entendimiento compartido para los participantes que son de otra especialidad.

MEC-01

Probablemente en una revisión de diseño “tradicional”, me refiero a las reuniones online tipo Zoom que teníamos, donde se comparte la pantalla y se va discutiendo en base a planos CAD, la misma pregunta con la misma respuesta, no produce la misma recepción en los participantes que estando en una revisión con realidad virtual. Hay que tener en cuenta que cuando surgen preguntas relacionadas con la coordinación desde los otros especialistas, en donde dicen, mira esto podría pasar por aquí o por allá y como que todos empiezan rápidamente a buscar soluciones. Yo creo que cuando tú estás en estos entornos de inmersivos con realidad virtual, le puedes explicar al otro especialista, mira lo que pasa es que esto funciona de esta manera y pienso que hay una mejor imagen de la situación que probablemente sea de mayor entendimiento para los demás en comparación con revisión tradicional por la plataforma tipo zoom.

Además, como te mencionaba anteriormente, en estos espacios inmersivos es como que todos están atentos mirando lo mismo y probablemente en el otro sistema más tradicional no se dé la misma manera. Esto puede ser porque la atención no es la misma, hay otro tipos de distracciones como mirar los emails o el WhatsApp justo cuando alguien está explicando algún punto del proyecto.

Por ejemplo, como a mí me gusta mucho el tema de las estructuras, cuando teníamos estas sesiones inmersivas y el ingeniero explicaba como funcionaban las estructuras, uno lo podía ir viendo en el modelo, ahí tú dices, ah sí, ahora entiendo más. En cambio, cuando miras la planimetría ahí de pronto se te pueden confundir las cosas o requieren mucho mayor atención. Cuando yo veía los planos de estructura me preguntaba ¿será que arriba de los tabiques de CLT va una viga o no?

En cambio, durante las sesiones que teníamos con realidad virtual, ahí las cosas me quedaban mucho más clara porque las podía observar como si estuviera en la obra y además a eso se le sumaba que lo tenías al ingeniero que te lo iba explicando.

Pero volviendo a la pregunta, yo creo que sí, que se aprende mucho de la interacción que hay con los otros especialistas. No solo desde el punto de vista de la estructuras sino de cosas más bien sutiles, como por ejemplo donde van los interruptores eléctricos. Que son cosas que casi siempre se dice, eso lo vemos en obra, van todos a 80 centímetros y listo. Pero acá en estos entornos inmersivos ya se puede discutir más fino, no mira que acá hay un apertura de puerta en el closet y pude generar alguna interferencia con el interruptor.

Entrevistador

14. Crees que este tipo de sesiones inmersivas con realidad virtual, deberían ser conducidas por alguien a modo de anfitrión o simplemente prescindir de este y ser algo mucho más libre que se vaya dando de manera espontánea.

MEC-01

A mí me ha parecido súper bueno que haya un anfitrión, yo creo que eso ayuda a ordenar las reuniones. Yo creo que eso tiene que ver un poco con lo que hablábamos anteriormente, de la especie de liderazgo que hay en la estructura de los proyectos, sobre todo ahora que nadie sabe manejar muy bien como vincularse con esta metodología de revisión de proyectos con realidad virtual.

Como en una de las sesiones en donde uno de los participantes movía el modelo y generaba mareos en los demás, ahí había que decirle, mira eso no se puede hacer por esto y por otro.

Creo que además el tener un guía también ayuda a ir conduciendo los tiempos y que las reuniones no sean tan largas. Porque a pesar de que la última sesión se extendió un poco, tampoco fue que el guía dijera vamos a hablar de cualquier cosa, si no que era algo planificado, se veía un tema y después se pasaba a otro siguiendo un orden.

Bueno también pienso que eso pasa en cualquier tipo de reunión, que debe haber como una especie de minuta de los temas que se van a discutir. Eso me parece bueno, el hecho de tener predefinido los temas a discutir y decir, bueno primero vamos a revisar toda la arquitectura, después la estructura y así con las otras especialidades.

Ahí puede ser que me contradiga un poco, porque también me parecía más natural que de pronto de una misma especialidad se pasara a otra porque se estaba discutiendo que esa especialidad afectaba a otra y era bueno hablar de esa otra sin tener que seguir con el orden planteado en el esquema de revisión.

En mi experiencia en un trabajo previo que tuve, un proyecto industrial, ahí había una persona que estaba a cargo de todo el modelo BIM y oficiaba también como director de orquesta. Él es el que ponía en evidencia las cosas que él había visto, independiente que el resto a lo mejor también se diera cuenta, pero él era como quien iba presentando las interferencias entre las distintas especialidades. Ahí los especialistas de cada disciplina saltaban, diciendo, pero eso yo ya lo tenía definido y mi trazado era por ese lado y porque tú te metiste le decía al de la otra especialidad y se terminaba armado un lío. Pero por eso yo creo que es bueno que alguien vaya dirigiendo la reunión, porque si no, yo creo que esto puede irse para cualquier lado jajaja.

Y de otra manera estas sesiones pueden demorarse mucho, porque puede haber personas que no están familiarizados con la metodología de trabajo o con el sistema de visualización. En el caso de la realidad virtual, la gente que se pierde dentro del modelo, que se va para otro lado y no sabe cómo volver al punto de encuentro. Por eso ayuda tener un guía que pueda como ordenar todos estos contratiempos.

Entrevistador

15. En relación con los tiempos de las sesiones de revisión, ¿cuánto crees que deberían durar estas?

MEC-01

Yo creo que una hora es como suficiente, que está bien, sobre todo porque uno igual se cansa. Además, algo que me pasó, es quedé con el lente del visor marcado en la cara toda la tarde después de la sesión. Por otro lado, hay que considerar que el visor del Oculus pesa, se calienta y genera calor. Entonces hay temas que están directamente relacionado con lo que es el uso del equipo y otros que están relacionados con la escala del tipo de proyecto que se está revisando. Me imagino que un proyecto de mayor escala hay mucho más cosas para ver y discutir y puede llegar a ser difícil verlo en una hora. Ahí pienso que habría que dividirlo por partes para que las sesión no se haga tan extensa.

No sé, pienso en una torre habitacional que tenga diez pisos en donde hay que revisar todo, estacionamientos, sala de bombas, etc., ahí uno se puede volver loco, se quedaría todo el día revisando las cosas.

Entrevistador

16. Dentro de las fases de un proyecto de arquitectura, en qué momento crees que sería más oportuno implementar el uso de estas revisiones colaborativas con realidad virtual.

MEC-01

Mira, yo no tengo mucha experiencia en otros casos a parte de este proyecto del Future Eduspace, pero por lo que he visto hasta ahora, yo creo súper interesante que sean distintas fases del diseño, sobre todo porque vas también viendo, no sé, de pronto tienes una imagen de que el proyecto va a ser de una forma y aparecen decisiones que generan otros cambios y de pronto te llevan como a replantear alguna estrategia de diseño.

Por ejemplo, nosotros en la parte de clima de pronto nos ha pasado que por ejemplo en un proyecto que recién hicimos de un laboratorio, había ciertas cosas que estaba súper definidas en un momento y pasaron un par de semanas y nos dijeron no sabes que hay unos equipos que tienen que pasar por aquí y tenemos otras cosas.

Nos cambiaron las condiciones y tuvimos que modificar toda la red.

Yo tengo la impresión de que, si hubiésemos tenido la primera reunión en una fase temprana con esta metodología usando realidad virtual no nos habríamos llevado tantas sorpresas, creo también que desde la parte de arquitectura hay ciertas cosas que habría sido más fácil de que nos hubiesen transmitido.

Poder implementarlo de manera temprana ayudaría mucho a que no se generen problemas a futuro y tener que hacer retrabajo. En nuestro caso de la climatización, el poder visualizar como impactan las otras disciplinas nos ayuda a poder establecer mejores estrategias en los trazados de los ductos por decir un ejemplo.

Entrevistador

17. Cuál es tu opinión acerca del nivel de detalle que deberían tener los modelos BIM para una óptima discusión en las sesiones con realidad virtual. Pensas que un alto nivel de detalle ayuda o distrae la discusión.

MEC-01

Yo creo que un alto nivel de detalle ayuda y mucho. Además, ayuda a esa sensación de presencia, de poder estar ahí en esa obra virtual y decir "ah mira, así se va a ver".

Esa cosa de acercarte como a la realidad, por la textura, los colores, creo que ayuda mucho e incluso cosas que de repente pueden parecer como poco relevante y que tienen relevancia, como el hecho de que tu veas como entra la luz del sol exterior. Esa percepción de que está ahí efectivamente, en donde dices rápidamente, ah mira así va a estar el sol. Si se viese como un modelo de estructura de alambre por así decirlo, así muy abstracto, no sé qué tanto se podría alejar de la experiencia de ver un plano.

El plano es un sistema de representación abstracta, y creo que justamente la gracia de estos sistemas de visualización como la realidad virtual es que son menos abstractos para la mayoría de la gente.

Claro, uno como arquitecto tiene esa experiencia de poder imaginar cuando ve un sistema de representación abstracta, pero de las otras disciplinas no estoy tan seguro. Y no sé si sea necesario que lo tengan tampoco, porque puede que también eso haga que les sea más complejo entrar en la discusión de lo que realmente se quiere discutir. **Pero como conclusión y cerrando la idea, cuando un modelo BIM tenga mayor nivel de detalle mejor va a ser para aportar a la discusión del proyecto.**

Bibliografía

- Akinola, Y. M., Agbonifo, O. C., & Sarumi, O. A. (2020). Virtual Reality as a tool for learning: The past, present and the prospect. *Journal of Applied Learning & Teaching*, 3. <https://doi.org/10.37074/jalt.2020.3.2.10>
- Alvarado, R. G., Malfanti, I. S., & Parra, J. C. (1997). INMERSION VIRTUAL:MITOS Y POSIBILIDADES EN ARQUITECTURA.
- Asl, B. A., & Dossick, C. S. (2019). How Could Virtual Reality Facilitate AEC Team Collaboration? <https://www.researchgate.net/publication/341987570>
- Blanchard, C., Burgess, S., Halvill, Y., Lanier, J., Lasko, A., Oberman, M., & Teite, M. (s.f.). Reality Built For Two : A Virtual Reality Too l. <https://doi.org/10.1145/91385.91409>
- Cisneros, A., Maravilla, M., Murray, B., Scretching, D., Stoddard, A., & Redmiles, E. M. (2019). Defining Virtual Reality: Insights from Research and Practice. <https://doi.org/https://doi.org/10.21900/iconf.2019.103338>
- Cruz-Neira, C., Sandin, D. J., DeFanti, T. A., Kenyon, R. V., & Hart, J. C. (1992). The Cave: Audio Visual Experience Automatic Virtual Environment. <https://doi.org/https://doi.org/10.1145/129888.129892>
- Department of Business, Innovation and Skills. A report for the Government Construction Client Group Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper. (2011).
- Du, J., Shi, Y., Zou, Z., & Zhao, D. (2018). CoVR: Cloud-Based Multiuser Virtual Reality Headset System for Project Communication of Remote Users. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144, 04017109. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001426](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001426)
- Echeverria-Valiente, E., Garcia-Alvarado, R., Celis-D'Amico, F., & Saelzer-Fuica, G. (2019). Integrated design experiences for energy-efficient housing in Chile. *Construction Innovation*, 19, 236-255. <https://doi.org/10.1108/CI-05-2017-0042>
- Ellis, S. (1994). What are virtual environments? *IEEE Computer Graphics and Applications*, 14, 17-22. <https://doi.org/10.1109/38.250914>
- Forcael, E., Martínez-Rocamora, A., Sepúlveda-Morales, J., García-Alvarado, R., Nope-Bernal, A., & Leighton, F. (2020). Behavior and performance of bim users in a collaborative work environment. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10. <https://doi.org/10.3390/app10062199>

- Lescop, L. (2017). 360° vision, from panoramas to VR. *ENVISIONING ARCHITECTURE: SPACE / TIME / MEANING*. <https://hal.science/hal-01584883>
- Lipton, L. (2012). Brief history of electronic stereoscopic displays. *Optical Engineering*, 51, 021103. <https://doi.org/10.1117/1.OE.51.2.021103>
- Liu, Y., Castronovo, F., Messner, J., & Leicht, R. (2020). Evaluating the Impact of Virtual Reality on Design Review Meetings. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 34, 04019045. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)cp.1943-5487.0000856](https://doi.org/10.1061/(asce)cp.1943-5487.0000856)
- Milgram, P., & Colquhoun, H. (2001). *Chapter 1 A Taxonomy of Real and Virtual World Display Integration*.
- Morales, F., Herrera, R. F., Rivera, F. M.-L. M.-L., Atencio, E., & Nuñez, M. (2022). Potential Application of BIM in RFI in Building Projects. *Buildings*, 12, 145. <https://doi.org/10.3390/buildings12020145>
- N, B., & Liyanage, T. A. (1996). VIRTUAL REALITY APPLICATIONS IN THE UK's CONSTRUCTION INDUSTRY. <http://itc.scix.net/>
- Rubio-Tamayo, J. L., & Barrio, M. G. (2016). Realidad Virtual (HMD) e Interacción desde la Perspectiva de la Construcción Narrativa y la Comunicación: Propuesta Taxonómica Virtual reality (HMD) and Interaction from the Perspective of Narrative Construction and Communication: Taxonomic Proposal INNOVACIÓN TEÓRICA. *volumen*, 14, 1-24. <https://doi.org/10.7195/ri14.v24i2.965>
- Soto, C., Manríquez, S., Godoy, P., Briones, C., Valenzuela, P., Gutiérrez, K., Morales, B., Salinas, R., Frávega, A., Aburto, D., Acosta, F., Acuña, I., Ascencio, C., Avendaño, D., Bass, L., Besançon, Y., Bombardiere, R., Cabezas, R., Campos, E., . . . Zapata, P. (2019). Estándar BIM para proyectos públicos. <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- Succar, B. (2010). The Five Components of BIM Performance Measurement. http://bit.ly/AmazonBooks_BIM
- Sutherland, I. E. (1968). A head-mounted three dimensional display*.
- Villa, C. F. H., Arango, D. A. G., Mesa, E. D. A., Garcia, A. G., Aconcha, R. B., Movilla, J. G. S., & Lopez, A. P. A. (2017). Multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en la formacion para la investigacion en ingenieria. *Revista Lasallista de Investigacion*, 14, 179-197. <https://doi.org/10.22507/rli.v14n1a16>
- Wang, P., Wu, P., Wang, J., Chi, H. L., & Wang, X. (2018). A critical review of the use of virtual reality in construction engineering education and training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15. <https://doi.org/10.3390/ijerph15061204>
- Wolfartsberger, J. (2019). Analyzing the potential of Virtual Reality for engineering design review. *Automation in Construction*, 104, 27-37. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.018>
- Zaker, R., & Coloma, E. (2018). Virtual reality-integrated workflow in BIM-enabled projects collaboration and design review: a case study. *Visualization in Engineering*, 6. <https://doi.org/10.1186/s40327-018-0065-6>

- Zhang, J., Wu, C., Wang, Y., Ma, Y., Wu, Y., & Mao, X. (2018). The BIM-enabled geotechnical information management of a construction project. *Computing*, 100, 47-63. <https://doi.org/10.1007/s00607-017-0571-8>
- Zhang, Y., Liu, H., Kang, S. C., & Al-Hussein, M. (2020, octubre). Virtual reality applications for the built environment: Research trends and opportunities. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103311>