



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

MODELIZACIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA ESTACIÓN DE METRO DE COLÓN EN EL PROGRAMA REVIT Y ESTUDIO DE SUSTITUCIÓN DEL ASCENSOR DE LA ESTACIÓN DE COLÓN ENTRE LOS NIVELES ANDÉN Y VESTÍBULO DE METROVALENCIA

AUTOR: JUAN ANTONIO GARCÍA AZNAR

TUTOR: SALVADOR BRESÓ BOLINCHES

COTUTOR: JUAN JOSÉ SORIA CAMPOS

Curso Académico: 2019-20

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES	7
1.1	EL METRO DE VALENCIA. RESEÑA HISTÓRICA.....	7
1.2	TRAMO EN ESTUDIO. BREVE RESEÑA HISTÓRICA	8
2.	OBJETIVO Y ALCANCE DEL TRABAJO.....	9
3.	MODELIZACIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA ESTACIÓN DE METRO DE COLÓN EN EL PROGRAMA REVIT DE AUTODESK	11
3.1	ASIGNACIÓN DE NIVELES DE REFERENCIA	11
3.2	EXPORTACIÓN MODELO CAD A REVIT.....	12
3.3	MODELIZACIÓN DEL NIVEL DE ANDÉN DE LA ESTACIÓN DE METRO DE COLÓN	14
3.3.1	MUROS PANATALLA DE LA ESTACIÓN.....	15
3.3.2	TECHO.....	16
3.3.3	ESCALERAS MECÁNICAS	18
3.3.3.1	DESCANSILLO Y BARANDILLAS ESCALERAS MECÁNICAS	20
3.3.4	ASCENSOR VESTÍBULO - ANDÉN.....	21
3.3.5	SUELO ANDÉN ESTACIÓN	30
3.3.6	ELEMENTOS AUXILIARES ESTACIÓN DE COLÓN NIVEL ANDÉN	32
3.3.6.1	SALAS AUXILIARES NIVEL ANDÉN ESTACIÓN DE COLÓN	33
3.3.6.2	ESCALERAS DE EMERGENCIA.....	35
3.3.6.3	ESCALERAS AUXILIARES DE ACCESO A NIVEL VÍA.....	38
3.3.6.4	MUROS ESTRUCTURALES BAJO ANDÉN ESTACIÓN	38
3.3.6.5	DISEÑO E INSTALACIÓN DE LA VÍA	41
3.4	MODELIZACIÓN DE LA PLANTA VENTILACIÓN DE LA ESTACIÓN DE METRO DE COLÓN	43
3.4.1	SALAS AUXILIARES NIVEL VENTILACIÓN ESTACIÓN DE COLÓN.....	43
3.4.2	GALERÍAS PARA VENTILACIÓN DE LA ESTACIÓN DE METRO DE COLÓN.....	47
3.5	MODELIZACIÓN DE LA PLANTA COMERCIAL DE LA ESTACIÓN DE METRO DE COLÓN	48
3.5.1	SALAS AUXILIARES NIVEL COMERCIAL ESTACIÓN DE COLÓN	49
3.5.2	LOCALES COMERCIALES NIVEL COMERCIAL ESTACIÓN DE COLÓN	51
3.5.3	ESCALERAS DE ACCESO NIVEL COMERCIAL ESTACIÓN DE COLÓN.....	52
3.6	MODELIZACIÓN DEL NIVEL VESTÍBULO DE LA ESTACIÓN DE METRO DE COLÓN	53
3.6.1	SALAS AUXILIARES Y LOCALES COMERCIALES NIVEL VESTÍBULO.....	54

3.6.2	ASCENSOR CALLE - VESTÍBULO	57
3.7	COMPONENTES AUXILIARES DE LA ESTACIÓN	58
3.7.1	LÍNEA AMARILLA DE SEGURIDAD ANDÉN	59
3.7.2	BARANDILLAS	60
3.7.3	MOBILIARIO	61
3.7.4	CUARTOS HÚMEDOS	62
3.7.5	UNIDAD DE METRO	62
3.7.6	COMPONENTES VARIOS	63
3.8	RESULTADO DE LA MODELIZACIÓN DE LA ESTACIÓN DE METRO DE COLÓN EN REVIT	66
4.	ESTUDIO DE SUSTITUCIÓN DEL ASCENSOR DE LA ESTACIÓN DE COLÓN ENTRE LOS NIVELES ANDÉN Y VESTÍBULO DE METROVALENCIA	75
4.1	ANTECEDENTES	75
4.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	76
4.3	ZONA DE ACTUACIÓN.....	76
4.4	ESTUDIO DE SUSTITUCIÓN	77
4.4.1.	ANÁLISIS DEL ENTORNO, TOMA DE DATOS Y SITUACIÓN ACTUAL DEL ASCENSOR ANDÉN-VESTÍBULO.....	78
4.4.2.	PROPUESTAS DE SOLUCIÓN	87
5.	SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN ÓPTIMA.....	98
6.	PRESUPUESTO	100
7.	CONCLUSIONES	104
8.	BIBLIOGRAFÍA	106
9.	ANEJOS	108
9.1	ANEJO A: PLANO DE LA RED DE METROVALENCIA.....	108
9.2	ANEJO B: CONDICIONES DE EVACUACIÓN ESTACIÓN DE COLÓN	109
9.3	ANEJO C: CONDICIONES CONSTRUCTIVAS Y CUMPLIMIENTO DEL CTE	114
10.	PLANOS.....	119

1. ANTECEDENTES

1.1 EL METRO DE VALENCIA. RESEÑA HISTÓRICA

El metro (Wikipedia, 2019, párr. 1) es un sistema de trenes urbanos ubicado dentro de una ciudad y su área metropolitana. Se caracteriza por ser un transporte masivo de pasajeros en las grandes ciudades, uniendo diversas zonas y sus alrededores, con alta capacidad y frecuencia y de forma segregada a otros sistemas de transporte. Los ferrocarriles metropolitanos se construyen de forma soterrada o en superficie, aunque la mayoría de los sistemas utilizan modelos mixtos donde se combinan tramos en ambas modalidades como es el caso de la red de Metrovalencia.



Figura 1: Unidad serie 4.300 de Metrovalencia. Fuente: www.spanishrailway.com

Metrovalencia (Wikipedia, 2018, párr.1) es la marca bajo la que opera Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana (FGV) bajo dependencia de la Generalitat Valenciana, operando y gestionando la infraestructura de metro y de tranvía en su área urbana e interurbana.

El 8 de octubre de 1988 se realizó el primer viaje por el subsuelo de la ciudad de València. Esta primera conexión permitió acondicionar la Línea 1 del metro a través de un túnel de 7 kilómetros con 8 estaciones que conectaría las líneas del Norte (Llíria y Bétera) con la del Sur (Vva. de Castellón).

En 1994, ya como administrador de infraestructuras ferroviarias FGV, inauguró una nueva línea de tranvía de 14 kilómetros que atravesaba la ciudad, la cual aprovechó los antiguos tramos del Tretet (denominación local del antiguo tranvía) entre Empalme-Pont de Fusta y Pont de Fusta-El

Grao para convertirlos en un tren ligero integrado en la ciudad de Valencia y conectando los núcleos potenciales de las afueras de la ciudad.

En la actualidad existen un total de 9 líneas de metro, y las previsiones de futuro de la red son, la finalización para abril de 2021 de las obras de la línea L10 pudiéndose conectar el centro de la ciudad con el barrio de Nazaret y la ciudad de las Artes y las Ciencias (véase ANEXO A). La red de Metrovalencia cuenta con una longitud total de la red de 156,38 km, de los cuales 27,30 km son subterráneos (un 17,4%) y 129,08 km son en superficie (un 82,6%) y un total de 137 estaciones de las cuales 35 son subterráneas y 102 se encuentran en superficie.

1.2 TRAMO EN ESTUDIO. BREVE RESEÑA HISTÓRICA

En mayo de 1995 se abrió al público la nueva penetración en subterráneo de la Línea 3 del metro, desde la estación de Palmaret hasta Alameda. En este tramo de 2,9 kilómetros de longitud se construyeron 4 nuevas estaciones (Machado, Benimaclet, Facultats y Alameda).

En septiembre de 1998 se prolongó la Línea 3 desde la estación de Alameda hasta la de Av. del Cid, con las estaciones intermedias de Colón, Xàtiva y À. Guimerà a la vez que se puso en servicio el ramal entre las estaciones de Colón y Jesús. Esta actuación constituyó un hito clave en la evolución de Metrovalencia que conectaría los lugares de mayor demanda potencial como son la Plaza del Ayuntamiento y la Calle Colón. Además, esta conexión permitiría el trasbordo en À. Guimerà de la Línea 3 con las Líneas 1 y 2 de metro.

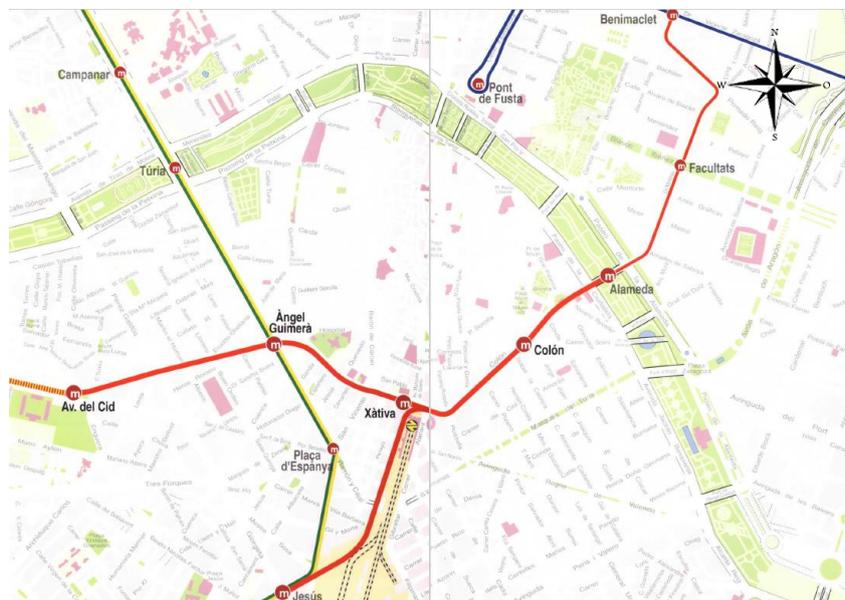


Figura 2: Línea 3 del metro de Valencia (1998). Fuente: GVA

Un año después, en 1999 se inauguró el tramo de 2,4 km entre Av. Del Cid y Mislata-Almassil, conectando los núcleos urbanos del oeste de la ciudad de Valencia con mayor densidad de población como es el de Mislata.

2. OBJETIVO Y ALCANCE DEL TRABAJO

La elección a la hora de escoger esta temática viene fundamentalmente derivada de la necesidad de aumentar la capacidad actual de transporte vertical de viajeros en la estación de metro de Colón, concretamente en el ascensor que conecta el andén con el vestíbulo de la propia estación. Para ello, se distinguirán dos partes sobre las que se dividirá el documento, la primera destinada a la modelización arquitectónica del entorno donde se ubicará el nuevo ascensor y la segunda dirigida al estudio de diseño del nuevo ascensor que se va a instalar.

La función de la primera parte del documento no será ni el cálculo estructural ni el cálculo económico, el objetivo será la modelización arquitectónica del entorno donde se ubicará el ascensor entre los niveles andén y vestíbulo que se va a sustituir de la estación de metro de Colón. Para ello, se va a utilizar el programa Revit de la compañía Autodesk para la realización de un diseño tridimensional de los elementos arquitectónicos y estructurales que componen la estación. En este modelo se incorporarán todos los elementos presentes en cada una de las plantas que conforman la estación de metro de Colón, estos componentes pueden ser muros, puertas, suelos, techos, escaleras...etc.

En la segunda parte, se realizará un estudio de sustitución del ascensor que conecta la planta andén con el vestíbulo de la estación de metro de Colón. Para ello se efectuará un estudio previo de los usuarios de metro que utilizan este transporte vertical y posteriormente se detallarán los requerimientos necesarios para la incorporación de dos elevadores gemelos con mejores prestaciones que el único ascensor instalado actualmente.

A día de hoy, la estación de Colón es la segunda estación con más tráfico de usuarios de la red de metro de Valencia debido a su céntrica localización. De este modo, se intentará resolver la problemática que existe actualmente en términos de acumulación de usuarios de metro cuando estos utilizan del ascensor como medio de transporte vertical entre los distintos niveles de la estación de metro de Colón.





3. MODELIZACIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA ESTACIÓN DE METRO DE COLÓN EN EL PROGRAMA REVIT DE AUTODESK

Esta parte del proyecto corresponderá a la modelización de la estación de metro de Colón situada en la propia calle de Colón de la ciudad de Valencia. Para su diseño, se utilizará el programa de construcción Revit de la plataforma Autodesk. Revit es un software de modelado de información de la construcción (BIM, Building Information Modeling) desarrollado por la plataforma Autodesk que permite un diseño inteligente para el diseño de modelos de arquitectura e ingeniería. En este programa no solo se dibuja, sino que ya se construye virtualmente en tercera dimensión, lo que se llamará modelar en BIM. Además, permite una asociatividad completa de orden bidireccional, es decir, un cambio en un punto del sistema supone el mismo cambio en todos los lugares instantáneamente.

Autodesk Revit tiene la capacidad de coordinarse automáticamente para mostrar la última versión trabajada, sin que los cambios influyan a todo el proceso. Aunque en este momento la modelización del proyecto se realice de forma individual, este software también cuenta con funcionalidades propias para todas las disciplinas implicadas en el proceso de creación de un proyecto de construcción. Una función destacada es la coordinación de distintas versiones del trabajo que permite, de forma simultánea, la visualización del proyecto simultáneamente a los distintos participantes sobre un mismo archivo.

En los siguientes puntos del documento, se explicará con detalle los pasos que se han seguido para la modelización en 3D en Revit de los elementos que componen las instalaciones de la estación, tanto estructurales como arquitectónicos.

Para el correcto diseño de la estación, el modelo BIM debe contener el ciclo de vida completo de la construcción (desde el concepto hasta la edificación). Sin embargo, no se realizará un modelo en Revit para su construcción dado que su función será exclusivamente visual y de consulta. Por este motivo, propiedades de algunos elementos como los materiales no tendrán relevancia a la hora de detallarse en el diseño del modelo. En oposición, todas las cotas y dimensiones de los dibujos en CAD no podrán ser modificados en el modelo de Revit, estos serán una representación exacta de los planos bidimensionales facilitados por la empresa constructora.

En los siguientes puntos, se detallará cada uno de los pasos a seguir para la correcta implementación de los componentes que formarán la estación de metro de Colón.

3.1 ASIGNACIÓN DE NIVELES DE REFERENCIA

Los niveles son elementos 3D visibles únicamente en vistas intersecantes con extensiones de nivel.

Para una correcta asignación de los niveles del modelo en Revit, estos tendrán como referencia las cotas que se hayan definido previamente en los planos de sección transversal de la estación cuando se realizó su diseño inicial en AutoCAD en el año 1998 por la empresa constructora. En la siguiente imagen se han definido las cotas para cada uno de los niveles asignados al modelo de Revit de la estación de Colón.

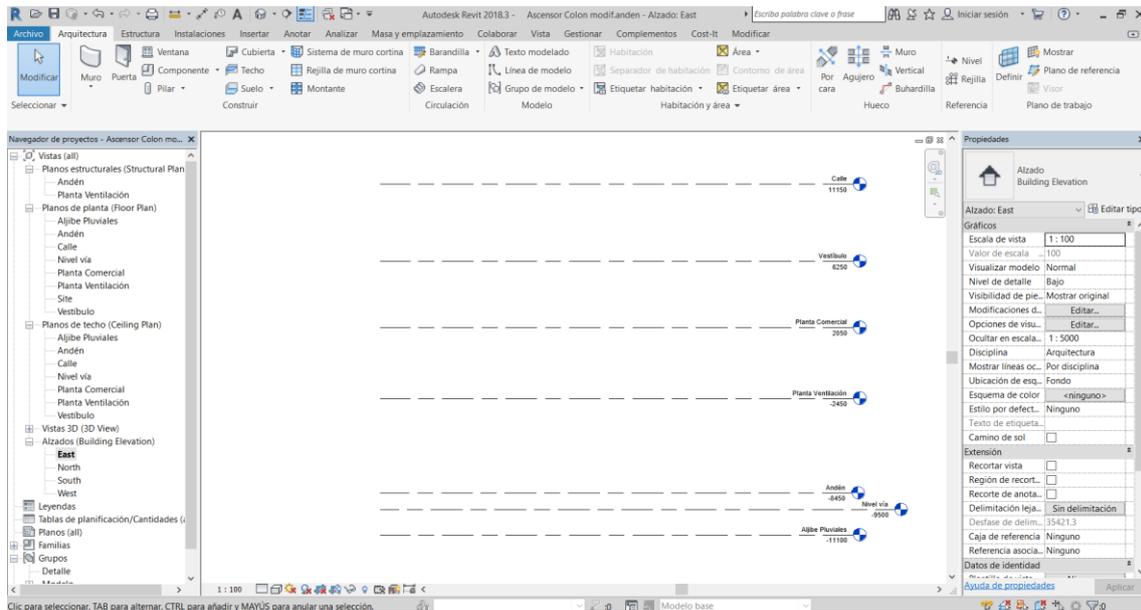


Figura 3: asignación de niveles de la estación de metro de Colón

Se han definido 7 niveles distintos visto desde el alzado del modelo. Estos niveles se ordenarán desde un nivel más profundo a más superficial de este modo: Aljibe pluviales, Nivel vía, Andén, Planta Ventilación, Planta comercial, Vestíbulo y Calle.

Como se puede observar en la *figura 3*, no existe nivel de cota 0mm, sino que las cotas tendrán valores positivos o negativos dependiendo del nivel donde nos situemos. Además, se observa que la estación subterránea de metro de Colón se sitúa en la propia calle Colón de la ciudad de Valencia y tiene una profundidad de 22,25m desde el nivel de la calle.

3.2 EXPORTACIÓN MODELO CAD A REVIT

En este apartado del proyecto, se realizará la exportación de los archivos en CAD de los planos de la estación de Colón al modelo en Revit. Para que la exportación de los archivos en CAD sean correctos, las unidades del sistema del programa coincidirán con las unidades de importación del archivo en AutoCAD. La importación de los modelos en 2D es necesaria para la construcción del modelo en Revit, dado que supondrá la bases sobre las que se asentarán todos componentes estructurales y arquitectónicos que se elaboren.

En primer lugar, se seleccionará la opción "Importar CAD" en el menú "Insertar" del modelo en Revit. Seguidamente se añadirán los planos en planta de los distintos niveles de la estación de Colón, los cuales servirán de referencia para que posteriormente se trabaje con las herramientas constructivas de Revit. En las imágenes que se presentan a continuación, se mostrarán los archivos en CAD en planta para cada uno de los niveles definidos en el apartado anterior *asignación de niveles de referencia*.

Los archivos en CAD que se exportarán desde AutoCAD serán los siguientes:

- Estación Colón planta andén elevación -8,45m
- Estación Colón planta ventilación elevación -2,45m
- Estación Colón planta comercial elevación +2,05m
- Estación Colón planta vestíbulo elevación +6,25m

Para una correcta alineación de los planos exportados desde los planos en AutoCAD, se van a crear líneas de referencia para que todos los modelos importados en Revit se sitúen sobre el mismo eje.

Para ello se hará uso de la herramienta de Revit “Línea de detalle” donde se creará una línea de referencia ficticia en un punto deseado del modelo. Esta línea servirá de referencia para que todos los planos importados en Revit estén alineados.

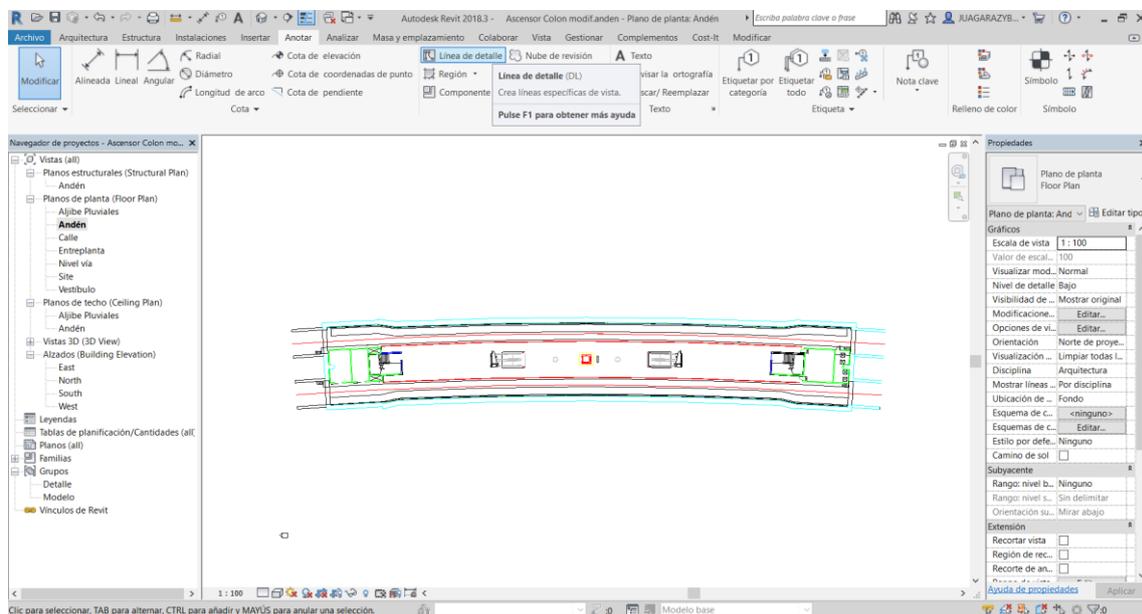


Figura 4: Herramienta “Línea de detalle” en el programa Revit

Una vez se hayan establecido las líneas de referencia, se procederá a la alineación de los planos importados. Para la correcta alineación se tiene que buscar un punto que sea común en todos los planos en planta de los distintos niveles de la estación.

Dado que cada nivel de la estación tiene una morfología en planta distinta, se ha observado que, en una vista en planta en Revit, el hueco del ascensor de la estación tendrá la misma posición en todos los niveles. Esta justificación es lógica dado que los ascensores están diseñados para el transporte vertical de personas, y por tanto su estructura será completamente vertical.

Tras establecer que la referencia en todos los planos será el ascensor, a continuación, se determinará cual será el punto de referencia para la unión de todos los planos. Por ejemplo, se va a determinar que el punto común para la alineación de todos los planos sea la esquina superior izquierda del ascensor. Con la herramienta “Alinear” de Revit, se hará un primer clic sobre la línea que delimita la

parte superior o izquierda del hueco del ascensor, y posteriormente se hará un segundo clic sobre la línea de referencia creada anteriormente. De este modo, dependiendo del lado del hueco del ascensor asignado, también se tomará como referencia el lado vertical u horizontal de las líneas de referencia establecidas.

Posteriormente, se procederá a la repetición de la misma operación que se ha detallado anteriormente, pero esta vez, para los niveles de la estación restantes (desde la planta ventilación a la planta vestíbulo)

Para finalizar, cuando todos los planos se hayan importado, si se realiza una visualización global en 3D y otra sobre la cara de superficie de Revit, se comprueba que todos los archivos se encuentran superpuestos correctamente y que las coordenadas de todos los archivos importados coinciden en los planos de planta (figura 5):

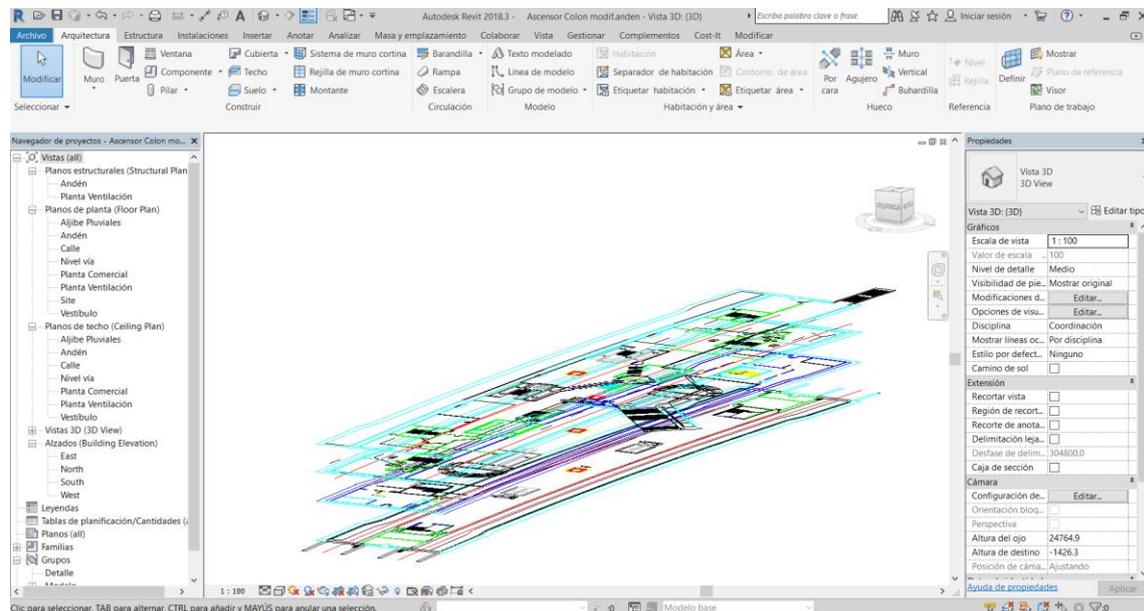


Figura 5: Vista en 3D de las plantas importadas de la estación de metro de Colón en Revit

3.3 MODELIZACIÓN DEL NIVEL DE ANDÉN DE LA ESTACIÓN DE METRO DE COLÓN

En este apartado del documento se realizará la explicación del diseño de los elementos arquitectónicos que se han utilizado para la construcción del nivel andén de la estación de metro de Colón. Dado que el diseño de la estación es muy complejo, se ha optado por dividir el diseño en 4 grandes niveles: Nivel Andén, Planta Ventilación, Planta Comercial y Planta Vestíbulo.

En primer lugar, se comenzará el diseño por la planta inferior y acabará en el nivel más alto de la estación. Siguiendo este criterio, en los puntos siguientes del documento se detallarán los pasos a seguir para la modelización de los elementos arquitectónicos necesarios para el diseño de la estación de metro de Colón a nivel de andén.

3.3.1 MUROS PANTALLA DE LA ESTACIÓN.

Una vez se han asignado los distintos niveles de la estación y, se han importado los archivos correspondientes a cada nivel del modelo, se procederá al diseño arquitectónico y estructural en Revit. Para el diseño de los muros pantalla de la estación, se utilizará la herramienta de “Muro Arquitectónico” dentro de la pestaña de arquitectura en Revit tal y como se muestra en la *figura 9*.

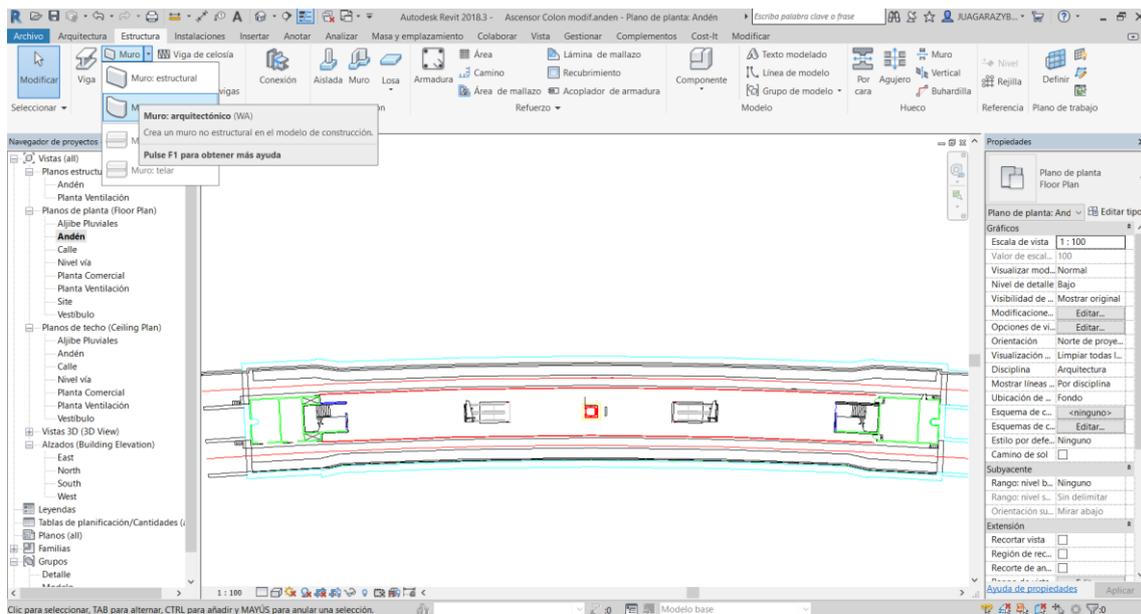


Figura 6: Herramienta “Muro arquitectónico” en el programa Revit

Como se ha mencionado en el primer apartado del proyecto modelización de la estación de metro de Colón en el programa Revit de Autodesk, la finalidad del diseño del proyecto es únicamente la modelización de la estación en todos sus niveles, no se estudiarán cargas estructurales ni costes asociados a las instalaciones.

Puesto que no se va a realizar un estudio estructural de la estación, no es necesario que se recurra a la opción de diseño con muros estructurales (sería la correcta a priori). Para su construcción, la longitud de estos muros coincidirá con las propias dimensiones de la estación establecidas en los planos de referencia (*véase plano 1 y 2*).

Tal y como se ha podido observar en el *Plano 1*, los muros pantalla de los planos en planta del modelo de AutoCAD son las líneas exteriores del dibujo que se presentan en un tono azul claro y su espesor viene delimitado con un sombreado de rallas en blanco.

Sin embargo, los cada uno de los planos anteriores muestra solamente media parte de la estación ya que esta es simétrica en ambos lados. Para la completa visualización de los muros que delimitan la estación de Colón se realizará uniendo los *Planos 1 y 2*.

Por facilidad a la hora de diseñar, se ha optado por comenzar con la construcción de los muros pantalla en primer lugar y posteriormente con el resto de los elementos que componen la estación.

Los muros pantalla tendrán su base a nivel de vía y su restricción superior a nivel de calle tal y como se muestra en los planos de construcción de las obras de arquitectura y equipamientos de la estación de la línea 5 del metro de Valencia (*véase plano 9*).

Sin embargo, aunque no se vaya a representar en Revit para este proyecto, estos muros pantalla tendrán un acabado revestido en chapa ondulada y perforada en aluminio anodizado. En el presente documento, los muros pantalla se representarán como un muro básico genérico del espesor que le corresponda.

Estas chapas para el acabado de los muros son necesarias debido al alto nivel sonoro que se produce con la circulación de los convoyes en la entrada y salida de la estación. Debido a la morfología ondulada de las chapas y su proyección en poliuretano, son ideales para la absorción acústica producida por la circulación ferroviaria (*véase plano 10*).

A nivel estético, no se modelizarán los acabados de los muros pantalla debido a que no es la función del presente proyecto tal y como se ha mencionado al principio del documento. Así pues, los muros y otros elementos que se representarán en el proyecto tendrán un estilo genérico.

Por tanto, a modo de resumen, los muros pantalla serán completamente verticales hasta el nivel de calle. A estos muros pantalla se conectarán todos los forjados correspondientes a los distintos niveles de la estación. En el siguiente apartado (*3.3.2 TECHO*) se detallarán los puntos donde se han realizado conexiones con los muros pantalla, mayormente forjados de los niveles de la estación, aunque también existirán casos como techos contruidos para la catenaria de las unidades de metro.

Por último, debemos destacar que dado que la función del proyecto es el análisis del entorno del ascensor se debe intentar que el interior de la estación sea visible en la mayoría de los casos posibles. Es decir, solamente se optará por la colocación de uno de los dos principales muros pantalla que componen la estación, de este modo se conseguirá tener una visualización completa del interior de la estación cumpliendo con el objetivo previsto en el proyecto.

3.3.2 TECHO

Una vez se haya modelizado en el modelo los muros pantalla, se procederá al diseño de los techos y los forjados de los distintos niveles de la estación. Dado que el archivo a modelizar se trata de una estación de metro con distintos niveles, se plantean casos donde los forjados que separan las distintas plantas tendrán en el mismo punto techos y suelos.

Sin embargo, igual que en el punto anterior (*3.3.1 MUROS PANTALLA*), no se realizará un diseño en detalle de los forjados. Por tanto, para la modelización de los forjados de cada uno de los niveles que corresponden a cada planta de la estación, se ha optado por la utilización de la herramienta "Suelo".

Por tanto, se ha definido que los forjados de las plantas se representarán mediante la herramienta "Suelo". El siguiente paso es precisar los casos donde la herramienta "Techo" será de utilidad. No todos los forjados diseñados en la estación serán los que tengan la función de separación de plantas, sino que habrá otros como la catenaria o incluso por diseño, donde si será necesaria la utilización de la herramienta "Techo".

Para la modelización de forjados que se encuentran entre los niveles de vía y planta comercial, y que precisen de la herramienta “Techo” en Revit para su diseño, serán techos correspondientes a los casos siguientes:

- Techo que sustenta a la catenaria (*Ilustración 1*)
- Techo bajo a cota -2.45m en ambos extremos de la estación sobre salidas de emergencia (*Ilustración 2*)

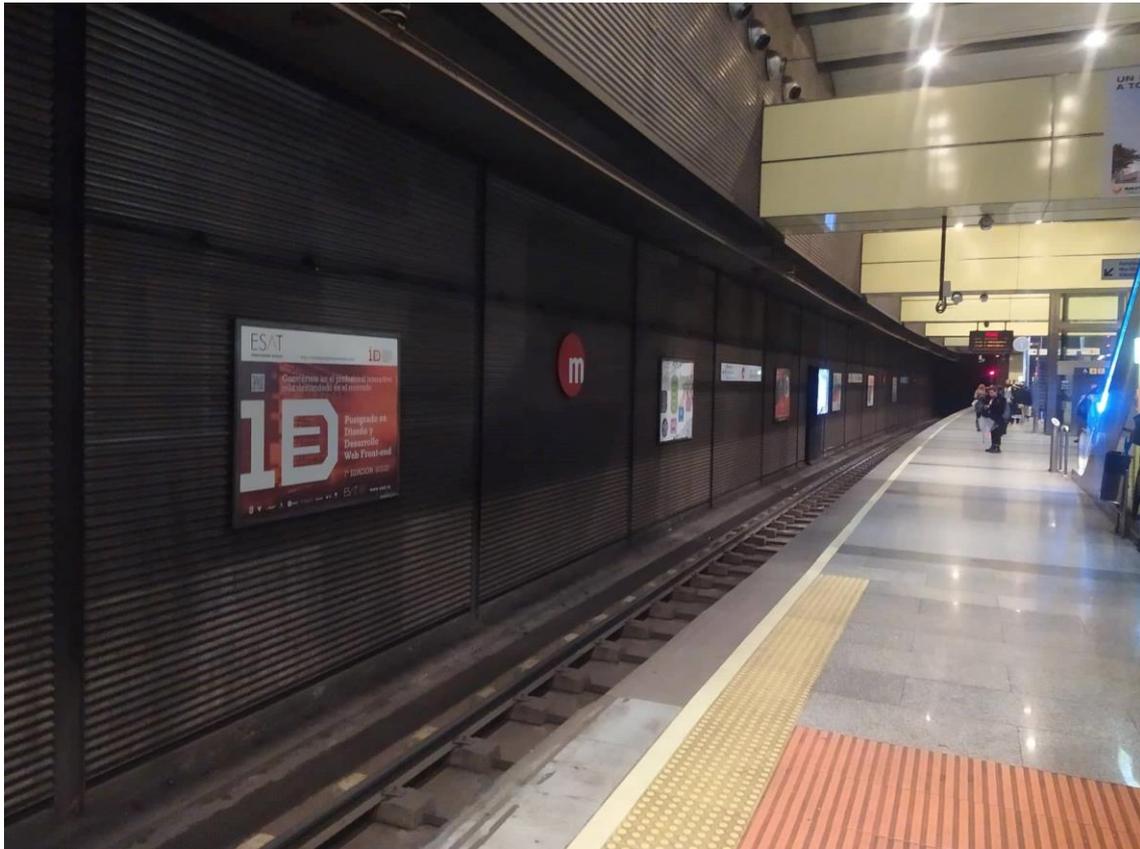


Ilustración 1: Vía dirección Alameda en nivel andén

Como se puede apreciar en la *ilustración 1*, el techo que sustenta la catenaria no estará conectado a ambas partes de los muros pantalla que delimitan la estación (como las plantas de los niveles de la estación), sino que la catenaria estará sujeta por un forjado para ambas direcciones de circulación del convoy.

Para la sustentación de la catenaria se han utilizado unas placas de metal extendido sobre unos bastidores metálicos. Estas placas se han unido a los muros pantalla diseñados anteriormente. La forma que tendrá este forjado en voladizo será el de una “L” invertida (*Ilustración 1*) y aunque el forjado del techo en voladizo sirva para la sustentación de la catenaria, se prolongarán los muros que sustentan al voladizo hasta la planta comercial para diferenciar los conductos de ventilación (*véase Plano 11*)

El segundo caso donde se precisa de la herramienta de “Techo” en Revit es en el forjado que se encuentra a nivel de ventilación y es próximo desde una perspectiva longitudinal a ambos extremos de la estación antes del comienzo del túnel. Este techo tiene una función estética y se sitúa en la parte superior de las salidas de emergencia ubicadas a ambas partes de la estación.

Una vez se han definido los detalles de diseño de los techos correspondientes a los tramos entre nivel de andén y nivel de planta comercial, se procederá a la modelización de estos en Revit.

En la *figura 7* se diferencian los dos techos definidos anteriormente, por una parte, el techo correspondiente a la catenaria y por otra los techos correspondientes al forjado de los tamos previos a la entrada del túnel situado en la parte superior de las salidas de emergencia.

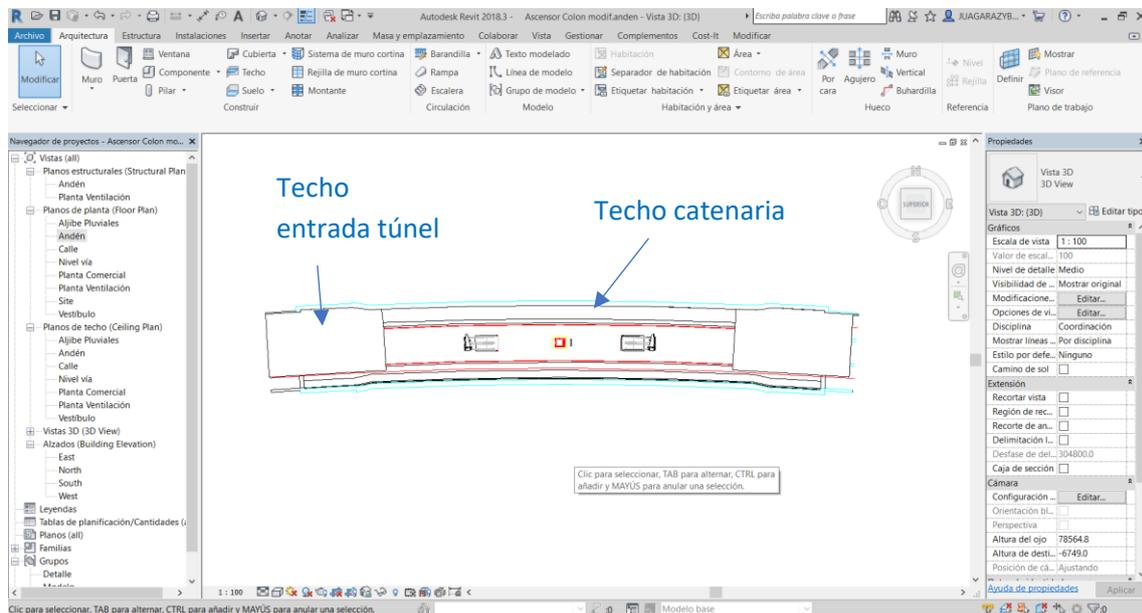


Figura 7: Asignación de techos en el programa Revit

Como se observa en la *figura 7*, la parte de los techos de la catenaria solamente se han modelizado para una dirección del convoy. Del mismo modo se realizará el mismo diseño para el techo del otro lado longitudinal del andén. Sin embargo, para una mayor facilidad a la hora de modelizar en el programa, este elemento se ocultará.

3.3.3 ESCALERAS MECÁNICAS

Las escaleras mecánicas o escaleras móviles como también se las denomina, son escaleras cuyos escalones se desplazan subiendo o bajando sobre la estructura metálica que los soporta. Los usuarios son desplazados sin moverse al desplazarse los escalones en que embarcaron en su origen. Sin embargo, pueden ascender o descender por la escalera al mismo tiempo que se mueve esta. Las escaleras mecánicas tienen las siguientes ventajas:

- Eficiencia de transporte entre plantas muy elevada
- Permite el transporte continuo y sin esperas dado que al existe un avance continuo de hacia la escalera.
- A diferencia del ascensor, en caso de avería en su mecanismo de translación, pueden utilizarse como escaleras normales.

La capacidad teórica es el número de personas que pueden ser teóricamente transportadas por la escalera mecánica en una hora. Para el cálculo de este valor, se tendrá en cuenta la velocidad nominal de la escalera y un factor “k” que depende del número de personas que se transportan ara un ancho nominal entre 0,6m y 1m. Esta capacidad abarca desde las 4500 pers/h hasta las 13500 pers/h dependiendo de las variables mencionadas anteriormente.

A partir de los planos del modelo en AutoCAD (*véase 9.0 PLANOS*), se conocerán las medidas de anchura y altura de las escaleras mecánicas instaladas en la estación de Colón, para que posteriormente se ejecute el diseño de estas en Revit 3D. A continuación, se detallarán los pasos seguidos para la asignación de las escaleras mecánicas en el modelo de la estación de metro de Colón.

Para el diseño de este en el programa, se ha utilizado la herramienta de “Escalera” situada en el panel de circulación dentro de la pestaña de Arquitectura de Revit.

La disposición de las escaleras mecánicas de la estación se encuentran dispuestas en una dirección continua (Tijera), y dado que la altura a vencer desde la planta andén hasta planta vestíbulo es considerable, se encuentran divididas en dos tramos:

- Planta andén - Planta de ventilación
- Planta ventilación – Planta vestíbulo

Se instalarán dos escaleras mecánicas en cada uno de los extremos del andén. Ambas escaleras mecánicas tendrán la misma dirección de funcionamiento ya sea ascendente o descendente. Para el lado de andén de Alameda, el funcionamiento será descendente, y para el lado de Xàtiva el funcionamiento será ascendente.

Para la modelización de las escaleras, situaremos estas sobre los dibujos importados en el punto 3.2 EXPORTACIÓN MODELO CAD A REVIT. Se generará unas escaleras con la anchura y la altura correspondientes a lo establecido en los planos (*véanse Planos 12 y 13*). Se seguirá el mismo procedimiento para los dos tramos de escaleras, el primer tramo desde andén a vestíbulo y el segundo tramo desde vestíbulo a planta comercial.

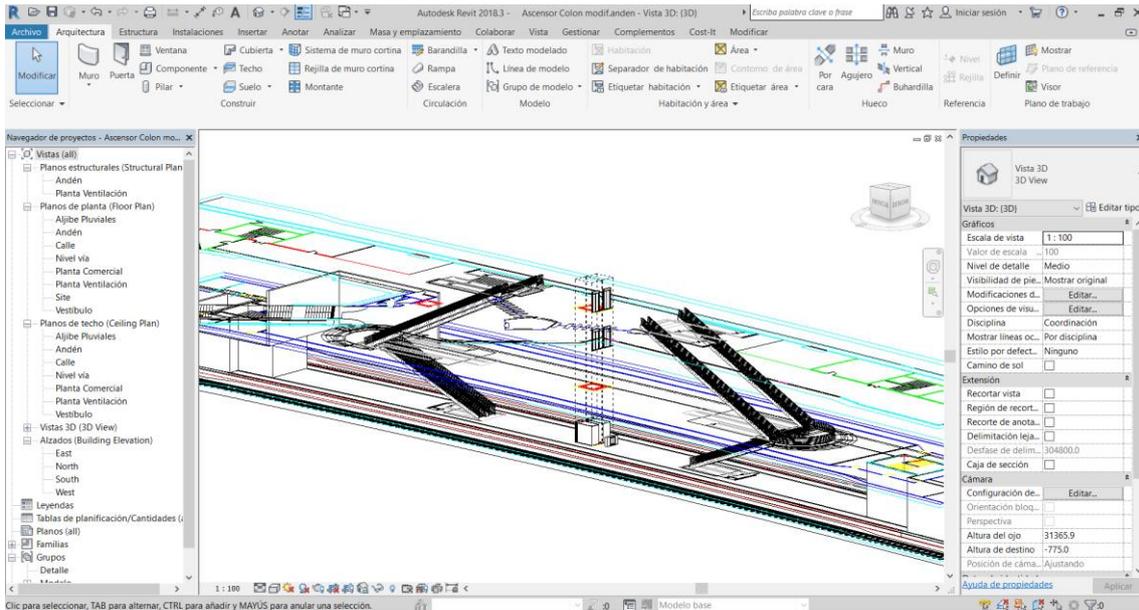


Figura 8: Vista en 3D de las escaleras mecánicas de la estación de metro de Colón

3.3.3.1 DESCANSILLO Y BARANDILLAS ESCALERAS MECÁNICAS

El recorrido de las escaleras mecánicas se encuentra dividido en dos tramos. El primero comienza desde el andén hasta la planta de ventilación, y el segundo tramo continúa desde esta cota hasta el vestíbulo. En este último tramo las cuatro escaleras mecánicas instaladas a ambos lados de la estación atraviesan directamente la planta comercial hasta vestíbulo sin cabida de parada intermedia.

A la planta comercial únicamente se podrá acceder desde la planta vestíbulo mediante escaleras fijas, o bien, desde el ascensor vestíbulo-andén mediante una llave facilitada por el agente de estaciones que se encuentre en la estación de Colón.

En los siguientes párrafos se detallará la construcción en Revit de los descansillos de las escaleras mecánicas pertenecientes a la planta de ventilación y a las barandillas correspondientes a las escaleras mecánicas.

Primeramente, siguiendo la forma de los planos importados previamente en AutoCAD, se hará un diseño del suelo del descansillo en forma de semicírculo, y posteriormente se añadirán las barandillas que cubran el contorno del descansillo dejando libre el acceso a las escaleras mecánicas.

Para su diseño en Revit se ha utilizado la herramienta de “Suelo”. Además, se ha utilizado la herramienta “Líneas de contorno” para la edición del contorno que corresponderá al descansillo de las escaleras mecánicas. Para su edición se manejarán los planos en planta en 2D en AutoCAD del nivel de ventilación de la estación de metro de Colón (véase planos 3 y 4).

Para el caso de las barandillas se procederá de forma similar a lo mencionado anteriormente. En este caso se hará uso de la herramienta “Barandilla” dentro de la pestaña “Circulación”. Para su diseño en Revit, se hará uso nuevamente de las líneas de contorno para delimitar sobre el plano 2D en

AutoCAD su perímetro y así poder darle la curvatura deseada sobre el suelo del descansillo (véase planos 3 y 4).

En la *figura 9* se muestra la construcción de las barandillas descritas anteriormente. Estas barandillas recubren el contorno del suelo del descansillo excepto los accesos a las escaleras mecánicas. Por tanto, en este diseño de las barandillas del descansillo habrá tramos curvos y rectilíneos.

Dado que el descansillo y las barandillas de las escaleras mecánicas del otro extremo del andén son iguales, se optará por la aplicación de la opción de simetría para copiar el descansillo junto con las barandillas diseñadas anteriormente.

Para la realización de la simetría primeramente seleccionaremos el descansillo en Revit, y habiendo fijado la línea de simetría previamente (centro del andén de la estación), se utilizará la herramienta de “Simetría” sobre esta línea y copiaremos el elemento en el archivo.

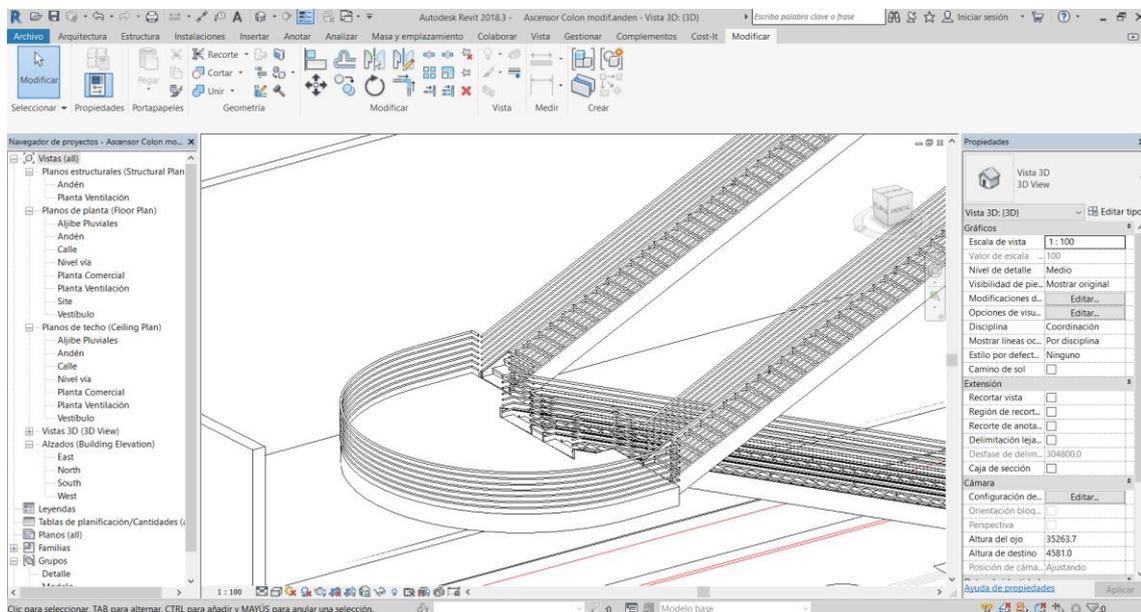


Figura 9: Descansillo y barandillas de conexión entre escaleras mecánicas nivel ventilación lado Alameda.

3.3.4 ASCENSOR VESTÍBULO - ANDÉN

La finalidad de esta parte del documento es la modelización en Revit de la estación de metro de Colón, sin embargo, la realización de este diseño viene determinado previamente por el análisis del entorno del ascensor andén-vestíbulo de la estación de Colón.

Este apartado del documento será el más importante de todos los restantes dado que la finalidad del propio proyecto es el estudio de sustitución del ascensor de la estación de metro de Colón entre los niveles andén y vestíbulo de Metrovalencia.

Sin embargo, aunque en la propia estación existen actualmente dos ascensores, el estudio de sustitución será sobre el ascensor instalado entre el nivel andén y el nivel vestíbulo. La elección de la sustitución de uno de los dos ascensores viene dada por la dificultad de evacuación de usuarios de

metro en días de mucha influencia desde el nivel de andén de la estación. Es por ello que el estudio será prioritario en este ascensor y aunque en este caso no se propone la sustitución del ascensor con recorrido entre nivel calle y nivel vestíbulo se elaborará en un futuro próximo.

A partir de este momento, el documento se centrará únicamente en la sustitución del ascensor con recorrido entre el nivel de andén y nivel vestíbulo, y por tanto todas las referencias de ascensores desde este punto del documento serán referidas al caso anterior.

En otro documento adjunto al proyecto, se realizará el estudio de sustitución del ascensor instalado actualmente, por lo que para la modelización del nuevo ascensor en Revit se tendrán en cuenta las configuraciones del ascensor que se instalará.

En los siguientes apartados del documento se explicará que pasos se han seguido para la construcción del nuevo ascensor mediante el programa de Autodesk Revit. El propio programa presenta únicamente las escaleras como medidas para la resolución de problemas en el transporte vertical, por ello se ha optado por la búsqueda de complementos que puedan ayudar a la construcción de ascensores en archivos de Revit. Tras una búsqueda de complementos a través de distintas plataformas asociadas al programa de Revit, se ha elegido la opción de trabajar con la extensión de Revit DigiPara Elevatorarchitect.

El primer paso será descargar la extensión necesaria para la edición del diseño del ascensor escogido. Esta plataforma genera un archivo ejecutable donde, tras su instalación, crea un nuevo complemento en el programa de Revit. En los párrafos siguientes se detallará la construcción del ascensor diseñado para la estación de Colón y las características de los elementos que lo configuran.

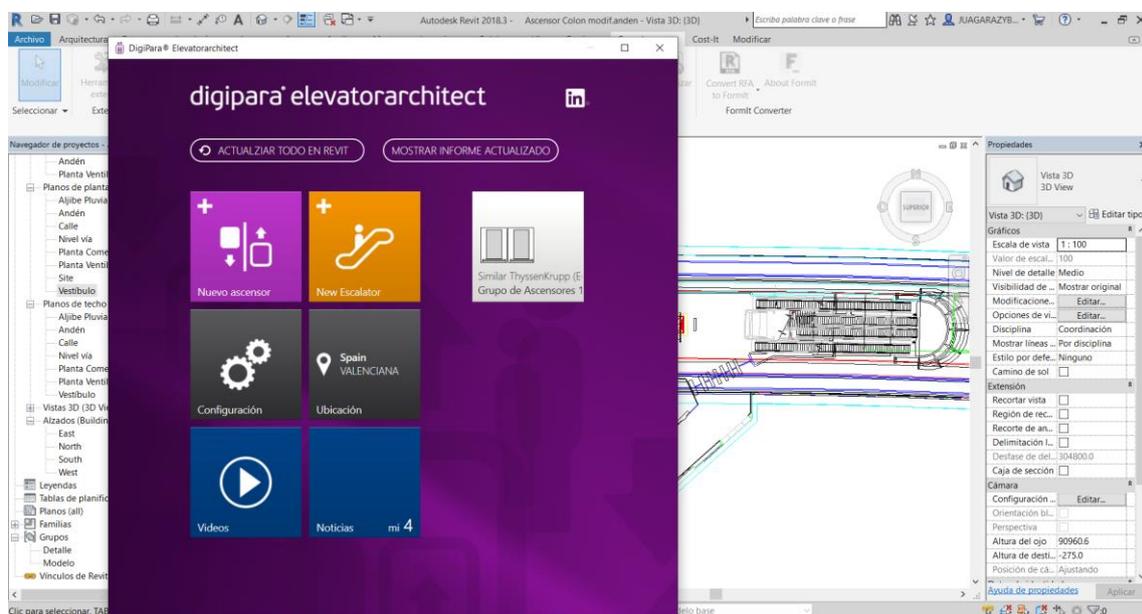


Figura 10: Panel inicial del complemento DigiPara Elevatorarchitect

La figura 10 muestra la página principal del complemento DigiPara Elevatorarchitect donde se establecerán las bases para la ejecución del diseño del nuevo ascensor. El primer paso para el

comenzar con la construcción del ascensor será entrar en la pestaña de “Nuevo ascensor”, y posteriormente ese elegirá la opción “Crear un nuevo grupo de ascensores”

En este punto del diseño se podría haber optado por la opción de crear un grupo de ascensores desde una importación de archivos tipo LDBIM. Sin embargo, dado que los ascensores diseñados presentan unas características comerciales normalizadas, los ascensores a instalar se encontrarán en la base de datos del sistema. En el caso de que los ascensores a instalar hubieran tenido unas medidas inusuales debido a la morfología de la estructura, debería haberse usado la opción del LDBIM.

El siguiente paso será determinar las restricciones superiores e inferiores de este diseño. En la *figura 11* se muestra la pantalla de visualización para la elección del recorrido que tendrá el nuevo ascensor.

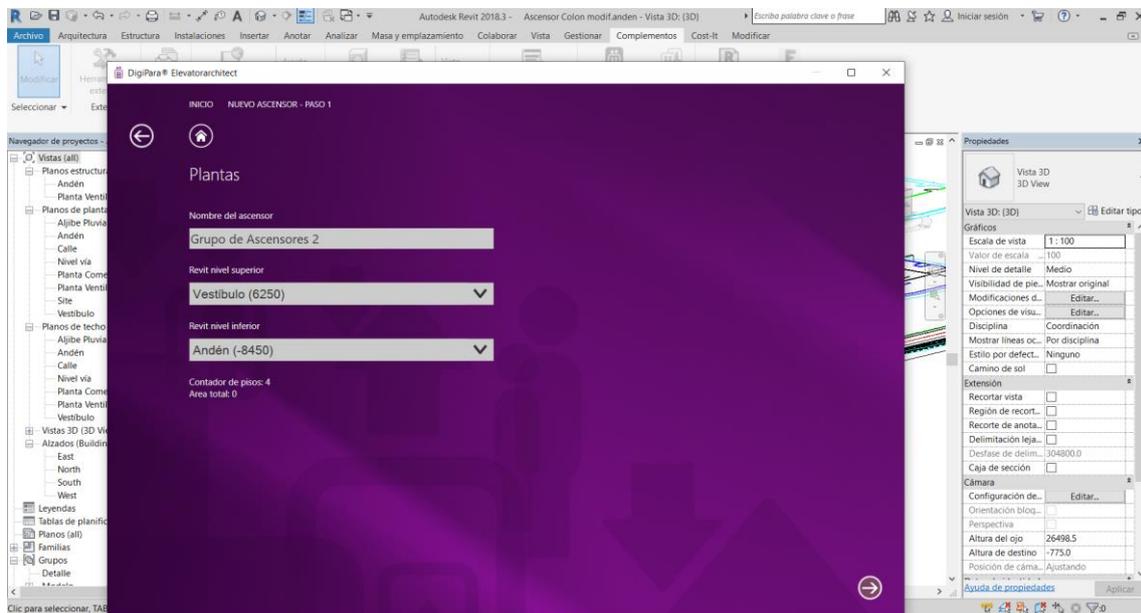


Figura 11: Diseño de las paradas del ascensor andén-vestibulo en Digipara Elevatorarchitect

Dado que previamente ya existía un ascensor, y la finalidad del proyecto es la sustitución de este, las restricciones superiores e inferiores coincidirán con las paradas programadas en ambos casos. Por defecto, el programa asigna 4 paradas dado que existen 4 niveles distintos por los que atraviesa el recorrido del ascensor. Sin embargo, estas paradas se modificarán posteriormente tras la finalización de la configuración del ascensor.

En este caso en concreto, las restricciones de niveles para el nuevo ascensor serán las siguientes:

- Restricción nivel superior: nivel Vestíbulo (+6250mm)
- Restricción nivel inferior: nivel Andén (-8450mm)

El siguiente paso en la configuración del ascensor, el programa sugiere si se desea continuar la configuración del ascensor de forma manual o a partir de una sugerencia de solución. La sugerencia de solución quedará descartada ya que tras el estudio de sustitución realizado se optará por la opción de instalar de dos ascensores Synergy 200 que funcionen en paralelo.

A la hora de configurar el ascensor en Revit, este se configurará con 2 cabinas en paralelo. Tras un estudio de diseño detallado en el punto 4 del proyecto, se ha optado comercialmente por la elección de un modelo de ascensor Synergy 200 de 1000kg de la empresa Thyssenkrupp (*véase apartado 4. ESTUDIO DE SUSTITUCIÓN DEL ASCENSOR DE LA ESTACIÓN DE COLÓN ENTRE LOS NIVELES ANDÉN Y VESTÍBULO DE METROVALENCIA*).

Por tanto, en el apartado de carga del menú de configuración se elegirá la opción de 1000kg. El próximo paso será la colocación del ascensor en las coordenadas correctas sobre el modelo de Revit. Para ello se ha tomado como referencia el hueco existente del ascensor a sustituir y así, se podrán colocar los dos nuevos modelos Synergy 200.

Seguidamente se accederá desde la vista superior en el modelo de Revit para que la colocación del punto sobre el que vamos a ubicar los dos nuevos ascensores sea la correcta. A la hora de la elección en el modelo, el rectángulo amarillo representa el hueco perteneciente al ascensor existente tal y como se muestra en la *figura 12*.

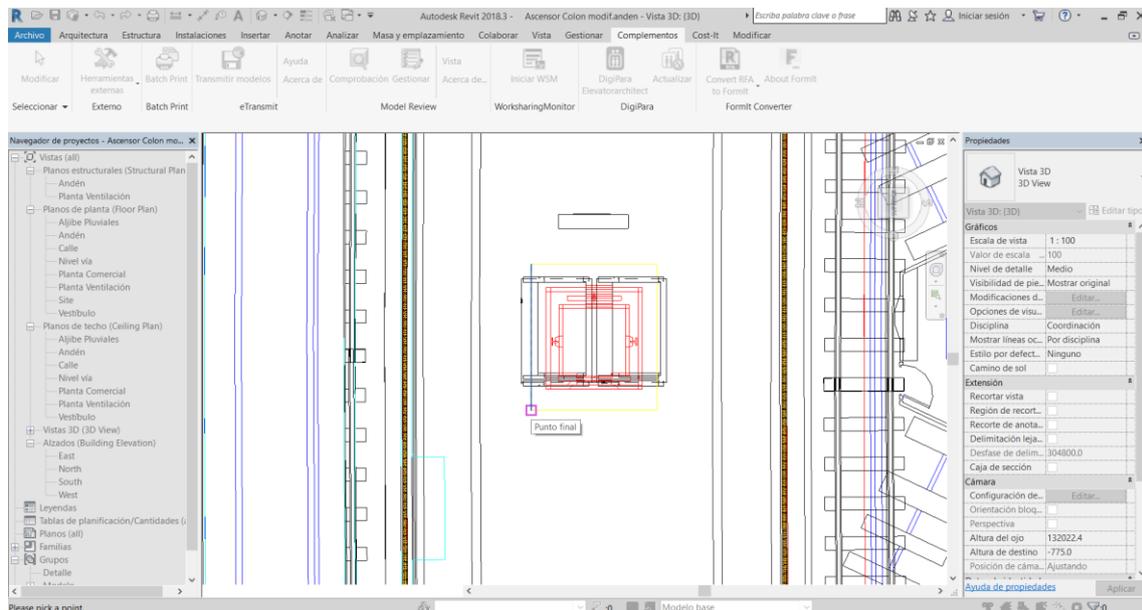


Figura 12: Comparación hueco actual vs. hueco necesario en Revit.

Como se ha mencionado anteriormente, la *figura 12* tiene representado en color amarillo el hueco perteneciente al ascensor ya existente en la estación de metro y de color rojo la estructura del ascensor actual, todo ello visto desde una vista en planta.

Por ello, se tendrá en cuenta la ejecución de una obra civil para la ampliación del hueco existente con objeto de conseguir el hueco necesario para la instalación de los dos modelos Synergy 200 paralelos.

Hay que tener en cuenta una serie de restricciones a la hora de continuar con el diseño en el modelo de Revit, ya que la ampliación del hueco del ascensor supone la modificación de ciertos parámetros estructurales en algunos aspectos de la estación.

En primer lugar, se limita estructuralmente la profundidad de las cabinas debido a la proximidad de las vigas de carga de la estación, esta profundidad estará limitada a un máximo de 3m. En segundo lugar, existirá una limitación de ancho de cabina debido al ancho del andén de la estación de metro. Esta limitación se produce debido al alto tránsito de usuarios de metro en este punto de la estación, dado que el ascensor está situado en el centro del andén de la estación.

El ascensor estará situado en el punto medio del andén de la estación tanto longitudinal como transversalmente. En base a las restricciones mencionadas anteriormente, para el correcto diseño del nuevo ascensor se ha optado por tomar las siguientes medidas:

- Restricción longitudinal limitado por las vigas de carga:
Debido a la distancia entre vigas de carga que distribuyen las cargas de la estación, se limitará la profundidad máxima del hueco del ascensor a 3370mm (distancia entre vigas de carga). Sin embargo, dado que el modelo de ascensor escogido tiene una profundidad de cabina de 2100mm se necesitará una profundidad de hueco de 2530mm. Por tanto, se obtendrá un margen de 840mm libres entre vigas de carga repartidos en ambos lados (420mm libre por cada lado).
- Restricción de ancho de cabina limitado por el ancho del andén:
Debido a la distancia que existe de ancho de andén (9600mm), se limita en el diseño el ancho de las cabinas del ascensor para que el impacto sobre la reducción del andén sea mínimo. Cada una de las cabinas deberá cumplir los mínimos exigidos por el *Plan de accesibilidad de FGV* (1100mm), además se deberá tener en cuenta el ancho de la estructura a montar y la separación entre cabinas.
El ancho total necesario para la instalación de ambos ascensores será de 3400mm, por lo que si restamos este valor a los 9600mm del ancho de la estación obtenemos un valor de 6200mm libres de andén. De este modo obtendremos finalmente un valor de 3100mm libres de paso a ambos lados del andén de la estación. Esta distancia será la medida entre el borde del ancho del andén de la estación y el perímetro de la estructura del ascensor.

Por tanto, la instalación de los dos ascensores en paralelo presentará las siguientes características técnicas en cuanto a diseño:

- El ancho del andén es de 9600mm por lo que desde un extremo del andén a la estructura habrán 3100mm. Para ello, el ancho total de la estructura con los dos ascensores en paralelo se situará en el punto medio del ancho del andén.
- Las cabinas tendrán unas dimensiones de 2100x1100mm, aunque el *Plan de accesibilidad de FGV* establece como dimensiones mínimas de cabina en ascensores de 1400x1100mm. En este caso los usuarios de metro se beneficiarán de unos modelos de cabina más profundos que los instalados en otras estaciones de la red de metro de Valencia.
- El hueco total necesario para la instalación de los dos ascensores Synergy 200 de Thyssenkrupp será de 2530x3400mm

- Ambos ascensores presentarán una configuración de doble embarque para facilitar el acceso a la cabina de usuarios PMR.

Una vez se hayan definido los parámetros en cuanto a la disposición y configuración de los ascensores, el siguiente paso será la instalación de los modelos comerciales elegidos en el programa de Revit (*Figura 13*). El complemento instalado en el programa permite la elección de diferentes modelos de ascensor de distintos fabricantes para su implantación en el modelo de Revit.

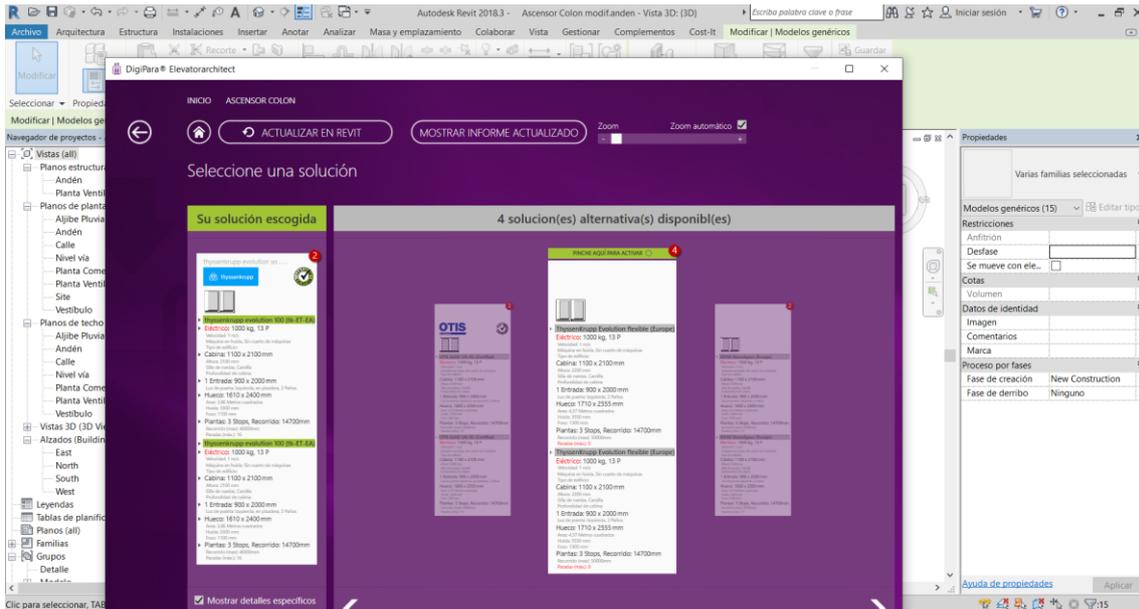


Figura 13: Elección comercial del ascensor facilitado por los fabricantes en Digipara Elevatorarchitect

Actualmente en FGV existe un elevado número de elevadores y escaleras mecánicas instalados en la red de metro de Valencia a cargo de Thyssenkrupp. Por este motivo, se ha contactado con la empresa Thyssenkrupp para realizar una colaboración conjunta con FGV para el estudio de sustitución del ascensor de la estación de metro de Colón entre los niveles andén y vestíbulo.

Una vez se ha decidido el modelo comercial de ascensor a utilizar en la estación de Colón, se modificará la configuración por defecto de diseño propuesta por el complemento Digipara Elevatorarchitect.

Dado que el programa establece una configuración por defecto a la hora de instalar un ascensor, en la *figura 14* se mostrarán los parámetros que se modificarán para la correcta instalación del nuevo elevador.

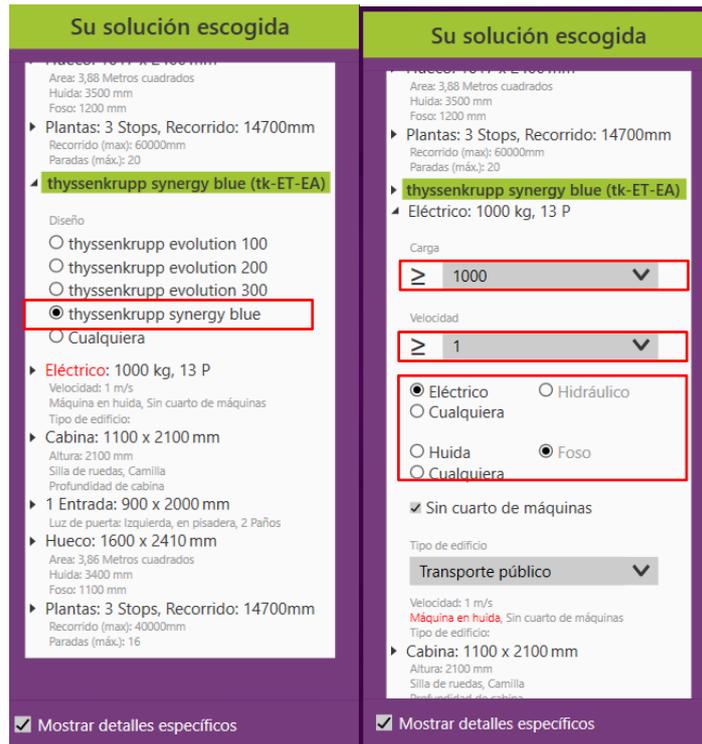


Figura 14: Configuración manual del ascensor de Thyssenkrupp en Digipara Elevatorarchitect.

En la *figura 14* se han marcado en rojo los parámetros que se han modificado en base a lo establecido en el punto 4. *ESTUDIO DE SUSTITUCIÓN DEL ASCENSOR DE LA ESTACIÓN DE COLÓN ENTRE LOS NIVELES ANDÉN Y VESTÍBULO DE METROVALENCIA* del documento.

Por defecto, el complemento Digipara Elevatorarchitect asigna el modelo comercial Evolution del fabricante Thyssenkrupp al archivo de Revit. Esto es debido a que el complemento Digipara Elevatorarchitect propone una solución óptima al problema en función de los parámetros ajustados en los pasos anteriores en términos de recorrido y carga del ascensor.

Tal y como se muestra en la *figura 14*, se seleccionará el modelo Synergy Blue del fabricante Thyssenkrupp. También se modificarán los parámetros relativos a carga, velocidad y hueco del ascensor eléctrico escogido. Los nuevos valores serán los siguientes:

- La velocidad de la cabina se establecerá en 1,6 m/s
- El tipo de ascensor será eléctrico debido a la política de la empresa
- Dado que anteriormente ya se dispone de hueco, este será aprovechado

Del mismo modo, los parámetros por defecto de la cabina del nuevo elevador también se verán modificadas, tal y como se ha establecido en el punto 4. *ESTUDIO DE SUSTITUCIÓN DEL ASCENSOR DE LA ESTACIÓN DE COLÓN ENTRE LOS NIVELES ANDÉN Y VESTÍBULO DE METROVALENCIA* del documento. Las dimensiones mínimas de las cabinas deberán cumplir con los valores establecidos en el *Plan de accesibilidad de FGV*. Este plan de accesibilidad exige que las dimensiones de la cabina sean lo suficientemente grandes como para permitir el acceso de usuarios con sillas de ruedas de

clase II (1100x1400mm). El ancho de las cabinas de los nuevos ascensores cumplirá con las dimensiones mínimas de 1100mm. Sin embargo, dado que la distancia entre vigas de carga de la estación de metro lo permite, y ya existe un hueco de ascensor disponible, se aprovechará este y la profundidad de la cabina se establecerá en 2100mm aunque el mínimo exigido sea de 1400mm.

Para su correcto diseño del ascensor en el programa Revit, se modificará en el complemento Digipara Elevatorarchitect las casillas marcadas en la *figura 15*.

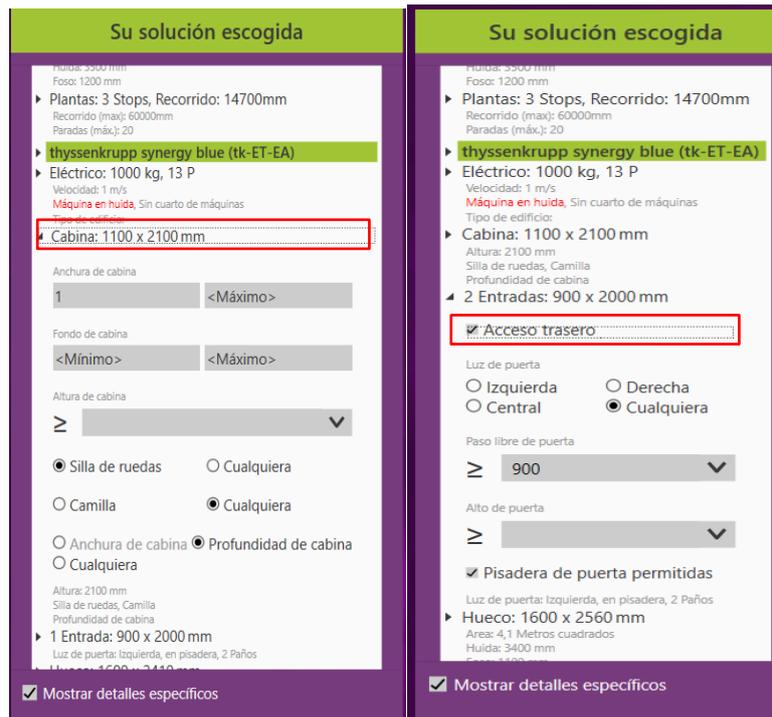


Figura 15: Configuración de las dimensiones de cabina del ascensor en Digipara Elevatorarchitect

Como se observa en las características de diseño del modelo seleccionado, la cabina cumple con las especificaciones mencionadas anteriormente cumpliendo con los requisitos establecidos en el *Plan de accesibilidad de FGV*.

El parámetro de entrada a la cabina de los ascensores también se verá modificada. Se ha establecido que las entradas de estos tengan una configuración de doble embarque a 180° para facilitar el acceso de los usuarios PMR a las distintas plantas de la estación. Así pues, también se marcará la opción "Acceso trasero" tal y como aparece en la *figura 15*, aunque el resto de los parámetros correspondientes a las entradas se mantendrá invariable.

El siguiente paso será la modificación en Digipara Elevatorarchitect de los parámetros correspondientes al hueco del ascensor y al número de paradas de este. En la *figura 16* se muestran los parámetros de diseño modificados.

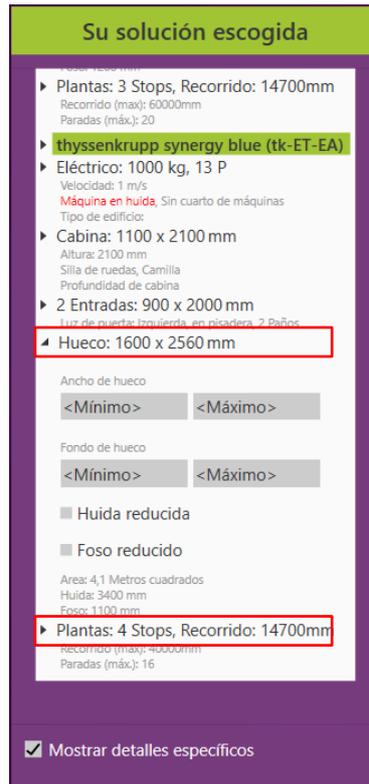


Figura 16: Configuración de las dimensiones del hueco y las paradas del ascensor en Digipara Elevatorarchitect

El ancho del hueco del ascensor corresponde con los valores establecidos por defecto por el modelo comercial en Digipara Elevatorarchitect. Anteriormente se ha asignado un ancho de hueco necesario de 1560mm para cada uno de los ascensores, y, sumando el espacio necesario de separación entre ambos (40mm cada uno) se obtiene un total de 1600mm por ascensor.

La profundidad del hueco del ascensor será la establecida inicialmente por el programa, ya que será la necesaria para cumplir con la profundidad de cabina configurada anteriormente. Estos valores modificados respecto a los que se habían establecido por defecto, corresponden con los calculados el punto 4. *ESTUDIO DE SUSTITUCIÓN DEL ASCENSOR DE LA ESTACIÓN DE COLÓN ENTRE LOS NIVELES ANDÉN Y VESTÍBULO DE METROVALENCIA* del documento.

Por otro lado, como se ha mencionado en apartados anteriores, el número de paradas a lo largo del recorrido del ascensor será de 3. Por tanto, se sustituirá este valor por el establecido por defecto que será de 4. Por tanto, las tres paradas corresponderán con los siguientes niveles:

- Planta vestíbulo (6250mm)
- Planta comercial (2050mm)
- Planta andén (-8450mm)

A las tres paradas mencionadas anteriormente, en la *figura 16* también se muestran las cotas donde las cabinas realizarán las correspondientes detenciones en cada uno de los niveles de la estación de metro de Colón.

Por otro lado, en el complemento Digipara Elevatorarchitect también se ha representado el recorrido completo que realizará el ascensor. Este recorrido tendrá una longitud total de 14700mm con base en el punto más bajo del recorrido (nivel andén) y con restricción superior en la parada con mayor cota (nivel vestíbulo).

Por tanto, el único parámetro a modificar será el recuadrado en color rojo tal y como se muestra en la *figura 16*. Se modificarán las paradas del recorrido por defecto del ascensor, pasando este de 4 a 3 paradas. Se eliminará por tanto la parada situada en el nivel de ventilación que había sido asignada automáticamente por el programa en el modelo de Revit.

El resto de los parámetros de diseño tales como distancias a guías, dimensiones referidas a hueco libre, recorrido de gancho, paso libre, hueco de puerta, etc. Se definirán más adelante en el punto 4. *ESTUDIO DE SUSTITUCIÓN DEL ASCENSOR DE LA ESTACIÓN DE COLÓN ENTRE LOS NIVELES ANDÉN Y VESTÍBULO DE METROVALENCIA* del documento.

3.3.5 SUELO ANDÉN ESTACIÓN

Este punto es uno de los más importantes del documento, ya que la mayoría de los elementos diseñados en el modelo de Revit tienen alguna de sus referencias de posición en el suelo del andén de la estación de metro de Colón. Se puede hacer referencia tanto a restricciones superiores, como a restricciones inferiores o incluso a elementos pasantes.

A continuación, se van a detallar los pasos que se han seguido para la construcción del suelo del andén de la estación. La construcción del suelo del andén de la estación de Colón se ejecutará con la herramienta “Suelo estructural” situada en la pestaña de Arquitectura de Revit.

Sin embargo, podría haberse escogido la opción de “Suelo Arquitectónico” para el diseño del suelo en el modelo, ya que la función en esta parte del proyecto no será ni el cálculo estructural ni el cálculo económico. El objetivo de este documento será la modelización del entorno donde se ubicará el ascensor que se va a sustituir, en este caso la estación de metro de Colón. El ascensor al que hacemos referencia será el ascensor cuyo recorrido discurre desde nivel andén hasta nivel vestíbulo. Para la creación del suelo del andén se elegirá el tipo con borde de losa.

Anteriormente se han importado en 2D los planos en planta de los distintos niveles de la estación de metro de Colón. A partir de estos modelos en formato CAD, se dejará visible únicamente el plano en planta del nivel de andén. Se necesitará este plano solamente para la edición del contorno que servirá como referencia previa a la construcción del suelo del andén de la estación.

Habiendo ocultado los niveles y elementos que no sean necesarios para la continuación del diseño y, teniendo activa la visualización del plano en planta del nivel de andén importado previamente, se procederá a la construcción del suelo de la estación en Revit. En el plano en planta importado, se pueden observar las líneas de contorno que delimitan el perímetro del andén de la estación.

El primer paso para la construcción del suelo será la edición de las líneas que forman el contorno del propio suelo. Para ello, se seleccionará la herramienta “Seleccionar líneas” dentro del panel “Líneas de contorno”. Tras haber seleccionado la herramienta con la que se trabajará, el siguiente paso será la selección de las líneas que conforman el perímetro del suelo del andén. Tras cerrar toda el área



compuesta por las líneas mencionadas anteriormente, se generará automáticamente el suelo del andén de la estación con el espesor que se le haya asignado anteriormente.

Como se puede observar en la *figura 17*, el sombreado en un tono azul claro corresponde con el área asignada al suelo del andén de la estación. También se puede observar que hay zonas dentro del área sombreada que son de color blanco, esto es debido a la presencia de techos o suelos a cotas superiores al nivel de andén. Estos elementos de color blanco vistos desde la cara superior serán los descansillos de las escaleras mecánicas y de las escaleras de emergencia (*figura 17*).

Por defecto, cuando se ha instalado el suelo del andén, Revit coloca inicialmente la cara superior del suelo sobre la cota deseada (nivel andén). De este modo se evita tener que modificar el valor del desfase (debido al espesor del suelo) para la colocación del andén a su cota correcta, tal y como aparece referida en los planos de la estación (*véase Plano 9*).

Así pues, a la hora de diseñar el suelo del andén en Revit, únicamente modificaremos los parámetros de nivel en el cuadro de propiedades. El parámetro del tipo de suelo de la estación será por defecto genérico de 400mm, sin embargo, el objetivo del documento será únicamente el de modelizar sin tener en cuenta la componente estructural. Por ello el valor del grosor del suelo del andén de la estación no se verá modificado.

La *figura 17* muestra el modelo en vista 3D de los elementos diseñados hasta el momento en la estación. En un sombreado de color azulado se ha seleccionado el área perteneciente al suelo del andén de la estación de metro de Colón.

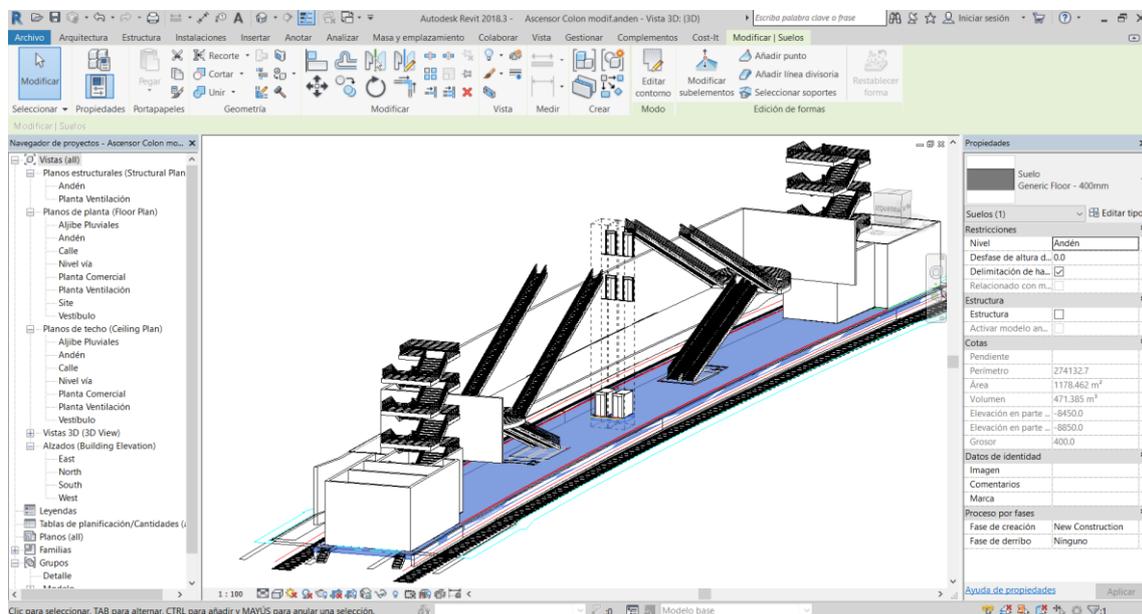


Figura 177: Vista en 3D del suelo de la estación de metro de Colón

Cuando se proceda con la ejecución del suelo del andén de la estación, se debe tener en cuenta el foso correspondiente a la estructura del ascensor. Dado que se trata de un ascensor eléctrico de doble embarque, el foso tendrá unas dimensiones superiores al ascensor instalado antiguamente.

Por ello, no se debe confundir el área delimitada en color amarillo (ascensor sustituido) con las delimitadas con líneas discontinuas (ascensor nuevo) de la *figura 12*.

Por lo tanto, el área delimitada por líneas negras discontinuas será la equivalente al hueco del ascensor. Al tratarse de un hueco, no existirá forjado alguno sobre esta área del suelo de la estación. Este hueco será pasante con una profundidad equivalente a la altura de foso definido por el fabricante del ascensor comercial seleccionado.

Tal y como se muestra en la *figura 18*, se pueden diferenciar las líneas de tonalidad amarilla que definían el antiguo hueco del ascensor, de las líneas negras discontinuas pertenecientes al nuevo ascensor seleccionado. También, siguiendo las líneas discontinuas se puede observar la profundidad del foso por donde la estructura del ascensor atraviesa el suelo de la estación de metro de Colón.

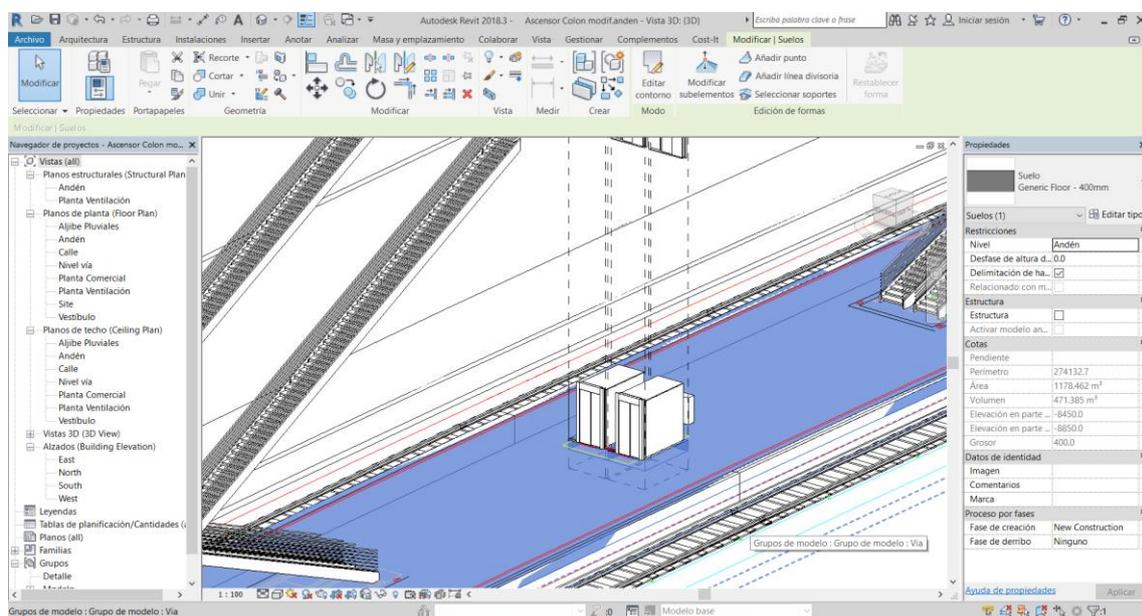


Figura 18: Vista del hueco del ascensor en el suelo del andén de la estación de metro de Colón

3.3.6 ELEMENTOS AUXILIARES ESTACIÓN DE COLÓN NIVEL ANDÉN

En este apartado del documento, se realizará una explicación detallada del diseño de las distintas salas y elementos auxiliares que componen la estación a nivel de andén y nivel de vía.

Los elementos auxiliares situados a nivel de vía son utilizados o usados mayormente por personas autorizadas por FGV. Sin embargo, también existen zonas a nivel de andén donde los usuarios de metro tienen el acceso restringido. En este tipo de familia se pueden agrupar las salas de ventilación, centros de transformación, salas de bombeo, cuadros técnicos, etc.

3.3.6.1 SALAS AUXILIARES NIVEL ANDÉN ESTACIÓN DE COLÓN

Las salas auxiliares se encuentran principalmente a ambos extremos longitudinales de la estación a nivel de andén. Esto es debido a la disposición de la propia estación, dado que los usuarios de metro de la estación se sitúan mayormente en la parte central del andén, donde se sitúa la zona de espera del convoy y quedando así libres las zonas más alejadas del centro del andén de la estación de Colón.

Cada una de estas salas se ha diseñado previamente para una función determinada. A continuación, se ha realizado una lista donde se numera la función de cada una de las salas auxiliares dependiendo longitudinalmente del lado del andén en el que se encuentre:

- Sala auxiliar lado Xátiva (*véase Plano 1*):
 - Estación transformadora o Centro de transformación
 - Cuarto de BT
 - Salidas de Emergencia
 - Huecos de ventilación

Tal y como se observa en el *Plano 1*, en el lado de Xátiva se han distribuido previamente en formato 2D las funciones de cada una de las salas auxiliares mencionadas anteriormente. Este espacio auxiliar no será accesible para usuarios de FGV sino únicamente para personal autorizado. Se destacan dos salas accesibles únicamente a personal autorizado, estas son la estación transformadora y el cuadro de baja tensión ambos pertenecientes a los departamentos de alta y baja tensión de FGV respectivamente. La sala contigua al cuadro de baja tensión, y mas cercana al andén, será la salida de emergencia del nivel de andén del lado de Xátiva. A esta última sala se accederá directamente desde el centro del andén de la estación, al contrario que los dos casos anteriores donde su accesos serán por un pasillo lateral del andén de acceso reducido.

Del mismo modo, para el lado de Alameda se detallan las funciones de cada uno de los cuartos auxiliares (*véase plano 2*):

- Sala auxiliar lado Alameda
 - Cuarto de Drenaje
 - Cuadro residuales
 - Pozo de bombeo pluviales
 - Salidas de Emergencia
 - Huecos de ventilación

Tal y como se observa en el *Plano 2*, en el lado de Alameda se han distribuido previamente en formato 2D las funciones de cada una de las salas auxiliares mencionadas anteriormente. Este espacio auxiliar no será accesible para usuarios de FGV sino únicamente para personal autorizado. En este caso, a diferencia del lado de Xátiva, existe únicamente una gran sala para el almacenaje y otra sala mas pequeña destinada al resto de funciones que se mencionarán a continuación.

Entre las funciones de la sala auxiliar más pequeña se encuentra el cuadro de drenajes y el cuadro de residuales, ambos destinados al achique de residuos de la estación hasta cada colector principal de

la calle de Colón. Por otra parte, se encuentra también en esta sala el pozo de bombeo de aguas pluviales, donde la función principal será el achique de agua pluvial desde la estación hasta el colector de pluviales de la red de Valencia.

La sala contigua a la sala de almacenamiento, la que se encuentra más cerca al andén, será la salida de emergencia del nivel de andén del lado de Alameda. A esta última sala se accederá directamente desde el centro del andén de la estación, al contrario que los dos casos anteriores donde en la sala de almacenamiento existen dos puertas de acceso a cada lado del andén visto desde el propio centro del andén. Para el acceso al resto de las salas auxiliares correspondientes al lado de Alameda, el único acceso será en el lado del andén más cercano a la vía con dirección a Xàtiva sobre un espacio reducido de andén.

En el caso de los huecos de ventilación, estos se sitúan en ambas salas auxiliares a ambos lados de la estación. Estos huecos tienen un área muy pequeña con respecto de el resto de área de las salas. La función de esos huecos es la posibilidad de propagación del aire desde los distintos puntos de la estación tanto natural como de manera forzada mediante el uso de ventiladores industriales.

Tras establecer los parámetros de diseño, se procederá a la modelación de las salas definidas anteriormente en Revit. El primer paso para la delimitación de las distintas salas auxiliares de cada uno de los lados de la estación, será construcción de los muros que delimitan cada sala. Para su construcción, se hará uso de la herramienta “Muro” desde la pestaña “Arquitectura”. Dado que la función del proyecto es únicamente la del análisis del entorno del ascensor de la estación de Colón, se le asignará el tipo de muro genérico en todos los casos. No será necesario asignar el tipo de material en los muros construidos dado que no se va a hacer ningún tipo de cálculo ni estructural ni económico.

Una vez se haya seleccionado la herramienta “Muro”, la modelización de las salas deberán delimitarse siguiendo las líneas de contorno de los diseños importados previamente en AutoCAD tal y como se detalló en el punto 3.2 *EXPORTACIÓN DEL MODELO CAD A REVIT*.

Para la correcta construcción de los muros de las salas auxiliares, se exigirá que los muros tengan como restricción superior el nivel de planta de ventilación. Así pues, los muros tendrán su base a nivel andén y su restricción superior en el nivel de planta de ventilación.

Dado que en puntos anteriores del documento se han asignado techos en el modelo, se modificarán estos elementos debido a la coincidencia de estos con los huecos verticales de ventilación del túnel de metro. La construcción de este parámetro se realizará mediante el uso de la herramienta “Abertura de agujero” dentro de la pestaña “Hueco” en Revit.

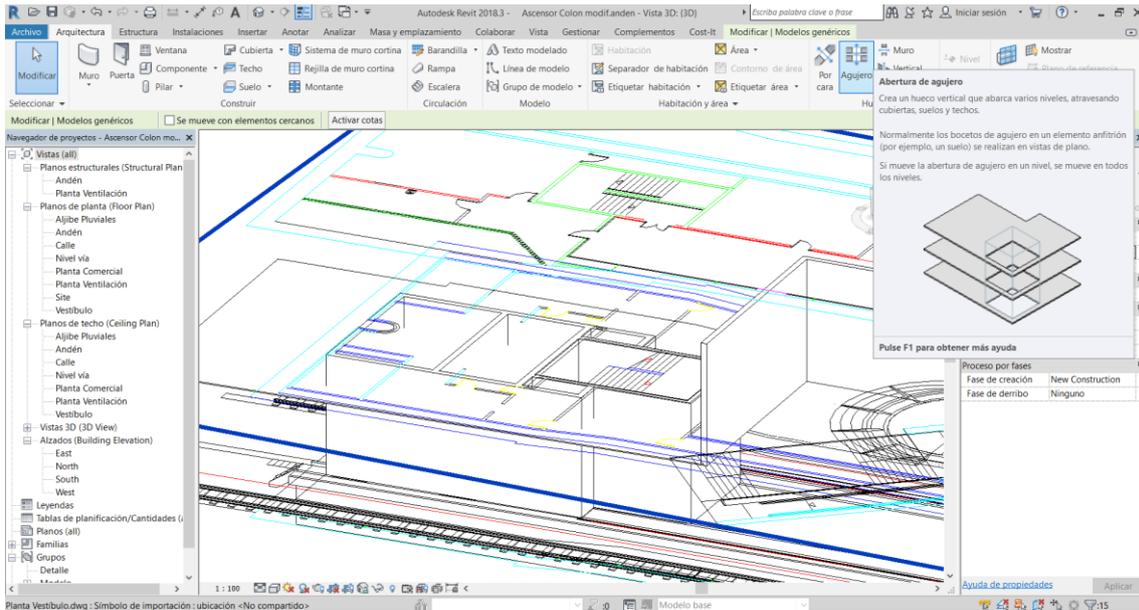


Figura 19: Modelización de las salas auxiliares de la estación de metro de Colón a nivel de andén.

Tal y como se muestra en la *figura 19*, mediante la utilización de la herramienta mencionada anteriormente se podrán asignar los huecos necesarios para la eliminación del techo sobrante detallado en el punto 3.3.2 *TECHO*. En la *figura 19* también se puede observar la configuración que presentan los muros de las salas auxiliares del lado de Alameda una vez se han modelizado en Revit.

Este hueco es necesario en ciertas salas dado que la mayoría tendrán como resticción superior la planta de ventilación. Únicamente para los huecos de ventilación y las salidas de emergencia será necesario el uso de esta herramienta ya que tendrán como restricciones superiores la planta comercial.

En cuanto a la sala diseñada para las escaleras de emergencia, estas se construirán desde el nivel de andén hasta en nivel vestíbulo. En este caso específico las escaleras atraviesan distintos forjados de diferentes niveles de la estación, y por ello se les asignan la opción de “Abertura de agujeros” para que estas salas cumplan con la restricción superior correspondiente.

A modo de resumen, únicamente en las zonas de las escaleras de emergencia y en los huecos de ventilación se han aplicado las herramientas de “Abertura de agujeros” para las salas ubicadas en el nivel de andén.

3.3.6.2 ESCALERAS DE EMERGENCIA

En base a lo mencionado en el apartado 3.3.6.1 *SALAS AUXILIARES NIVEL ANDÉN ESTACIÓN DE COLÓN*, existen dos zonas de la estación equipadas con salidas de emergencia. Estas zonas están situadas longitudinalmente a ambos extremos de la estación de modo que, en caso de evacuación de usuarios de metro, estos pueden optar por el uso de la escalera más cercana a donde se encuentren en el momento de la emergencia. Como también se ha referenciado en el punto anterior,

las dos escaleras de emergencia tienen su base en el propio andén de la estación, y su salida en la planta vestíbulo.

Anteriormente ya se han delimitado los muros que proyectan el área de la sala de las escaleras de emergencia para ambos lados longitudinales de la estación. Por tanto, para la modelización de estas escaleras fijas se utilizará la herramienta “Escalera” dentro de la pestaña de circulación en el modelo de Revit.

Para la correcta modelización de la escalera en Revit, deben tenerse en cuenta las cotas a las que se asignarán cada uno de los tramos de los descansillos. Cada uno de estos descansillos estarán situados a 1,5m de altura del anterior, fijándose la base de la escalera (descansillo más bajo) a cota -8,45m y como descansillo superior a cota +6,25m.

Además de los descansillos, se deben conocer otras características de los tramos de escaleras como la distancia entre suelos, altura de contrahuella y distancia de huella. Sin embargo, dado que se ha importado previamente el modelo desde AutoCAD, simplemente conociendo las cotas entre descansillos y el ancho que se tenga en cada tramo, se construirá la escalera de emergencia en base a los planos en CAD.

Una vez se haya modelizado la escalera en el modelo de Revit, el menú de propiedades del programa permite la edición de escaleras y la selección de los niveles para el caso de escaleras multiplanta. Dado que se pueden modificar los parámetros necesarios en función de las características de la escalera, las escaleras de emergencia de la estación de Colón presentarán los siguientes parámetros:

- Altura entre descansillos: 1500 mm
- Anchura escalera: 2400 mm
- Longitud escalera: 2700 mm
- Nivel inferior escalera: Planta Andén
- Nivel superior escalera: Planta Vestíbulo
- Profundidad de huella 275 mm
- Altura de contrahuella: 178 mm

Escalera ensamblada 180mm max riser 275mm tread	
Escaleras (1) Editar tipo	
Restricciones	
Nivel base	Andén
Desfase de base	0.0
Nivel superior	Andén
Desfase superior	15000.0
Altura de escalera ...	15000.0
Cotas	
Número de contra...	84
Número de contra...	60
Altura de contrahu...	178.6
Profundidad de hu...	275.0
Número de inicio d...	1
Datos de identidad	
Imagen	
Comentarios	
Marca	
Proceso por fases	
Fase de creación	New Construction
Fase de derribo	Ninguno

Figura 20: Propiedades de las escaleras de emergencia.

Todos estos parámetros mencionados anteriormente se representan en la *figura 20*, los cuales corresponden con las características de diseño de las escaleras de emergencia instaladas en la estación de Colón.

Teniendo en cuenta las propiedades mencionadas anteriormente, se procederá a la realización del diseño en Revit de las escaleras de emergencia de la estación de metro de Colón. Se comenzará con la construcción del primer nivel hasta el descansillo situado a 1,5m desde su base, y posteriormente se realizará un giro de 180º para continuar con el segundo nivel hasta un descansillo situado a 3m.

El siguiente paso será la creación de un peldaño compensado en U para la realización de un giro a 180º para que se incluyan contrahuellas paralelas al inicio del siguiente tramo de escaleras.

Para la construcción del resto de niveles de descansillo de las escaleras se podrá reproducir la construcción realizada para los primeros niveles. Para ello se procederá en primer lugar copiando el diseño construido anteriormente y reproduciéndolo sobre el descansillo situado a 3m. La completa realización de la escalera de emergencia se realizará del mismo modo que lo detallado anteriormente hasta la altura del último descansillo situado a una cota de +6,25m.

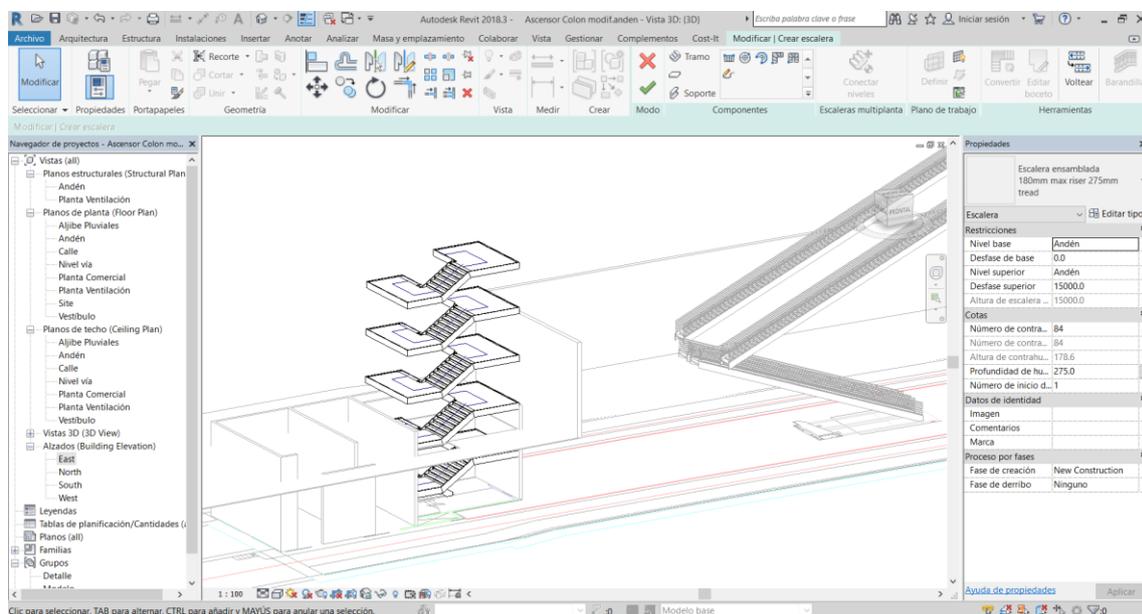


Figura 21: Escalera de emergencia lado Alameda en Revit.

La figura 21 muestra en el modelo de Revit la construcción completa de todos los tramos de la escalera de emergencia con sus descansillos correspondientes para el lado de Alameda. El descansillo con mayor cota es el que conecta el tramo de la escalera de emergencia con la planta vestíbulo de la estación de Colón. Para la colocación de las barandillas, estas se detallarán en el punto 3.7.2 **BARANDILLAS**.

El diseño de las escaleras de emergencia del lado longitudinalmente opuesto de la estación (lado de Xàtiva) se procederá del mismo modo que el diseño anterior, debido a que el hueco existente y la altura a cubrir será la misma. Se puede decir por tanto, que la estación en este aspecto presenta una forma simétrica.

Mediante la herramienta “Copiar” y “Giro” del panel de arquitectura de Revit se colocará una nueva escalera simétrica a la instalada anteriormente en el lado longitudinalmente opuesto de la estación

de Colón. De este modo habremos finalizado prácticamente con el diseño de las escaleras de emergencia de la estación, el último paso será la comprobación del diseño simétrico realizado.

Para comprobar que se ha diseñado correctamente los huecos pertenecientes a las escaleras de emergencia, estos deben coincidir con el paso de las escaleras de emergencia construidas a ambos lados de la estación de metro. Lógicamente, también deben coincidir los descansillos de las plantas comercial y vestíbulo con los modelos en CAD importados en el punto 3.2 *EXPORTACIÓN MODELO CAD A REVIT* de las plantas comercial y vestíbulo del documento.

3.3.6.3 ESCALERAS AUXILIARES DE ACCESO A NIVEL VÍA

Este grupo de escaleras que se citan a continuación, tienen la función de conectar el nivel de andén con el nivel de vía. Así pues, estas escaleras facilitan el acceso desde el andén de la estación a las vías y al túnel de la línea de metro y viceversa. Las escaleras auxiliares estarán restringidas a los usuarios de metro, únicamente serán accesibles a personal autorizado por FGV.

En total habrán instaladas 4 escaleras auxiliares a lo largo de la estación. La distribución de las escaleras será de 2 escaleras en cada uno de los extremos longitudinales de la estación. Es decir, se instalarán dos escaleras en el lado de Xàtiva a cada lado de la vía y otras dos en el lado de Alameda. Al tratarse de escaleras fijas, no existe una dirección de uso predefinida. Es decir, los usuarios autorizados a su uso pueden utilizarla tanto en dirección creciente como decreciente según su criterio.

Estas escaleras de acceso a vía no tienen barandillas debido a que la altura a vencer es lo suficientemente reducida para no ser necesarias. Además, debido a la proximidad de los muros de las salas auxiliares, estos pueden servir de apoyo en caso de que fuera necesario.

Para su modelización en el programa, en primer lugar, se diseña cualquiera de las escaleras auxiliares y se coloca en la ubicación que le corresponda. Su construcción se realizará del mismo modo que en el punto 3.3.6.2 *ESCALERAS DE EMERGENCIA* del documento.

Para la instalación de la escalera del lado transversalmente opuesto simplemente se copiará simétricamente la escalera diseñada tomando como referencia el eje de simetría longitudinal de la estación. Se hará uso de nuevo de la herramienta "Simetría" para copiar las dos escaleras diseñadas anteriormente sobre el extremo longitudinalmente opuesto de la estación. Para ello se tomará como referencia el eje transversal que corta por el medio el andén de la estación de metro de Colón.

3.3.6.4 MUROS ESTRUCTURALES BAJO ANDÉN ESTACIÓN

El suelo del andén de la estación de Colón se sostiene sobre una serie de muros los cuales tienen una base a nivel de aljibe de pluviales y como cota superior el nivel de andén. Como se ha mencionado anteriormente, estos muros tienen su base por debajo incluso del nivel de vía y por tanto, se modificarán las propiedades de los muros en relación con lo mencionado anteriormente.

Una vez se hayan definido los parámetros de diseño de los muros, se procederá al diseño de estos en el modelo de Revit. Para una correcta delimitación de estos muros se hará uso de la herramienta “Seleccionar líneas” dentro de la pestaña “Dibujo” en la opción “Muro”. Esta herramienta será necesaria ya que el andén de la estación presenta una morfología curvada, y por tanto los muros que sostienen el andén también lo serán. Se realizará un primer tramo hasta el punto medio de la estación, donde corta el eje transversal de la estación por su punto medio.

Como se ha detallado en los párrafos anteriores, únicamente se ha construido uno de los dos muros más próximos al borde del andén. Para la elaboración del muro estructural restante, se hará uso de la herramienta “Simetría” dentro del panel de arquitectura. Se tomará como línea de simetría el eje longitudinal del andén y de este modo se copiará el muro construido anteriormente sobre el lado transversalmente opuesto del andén.

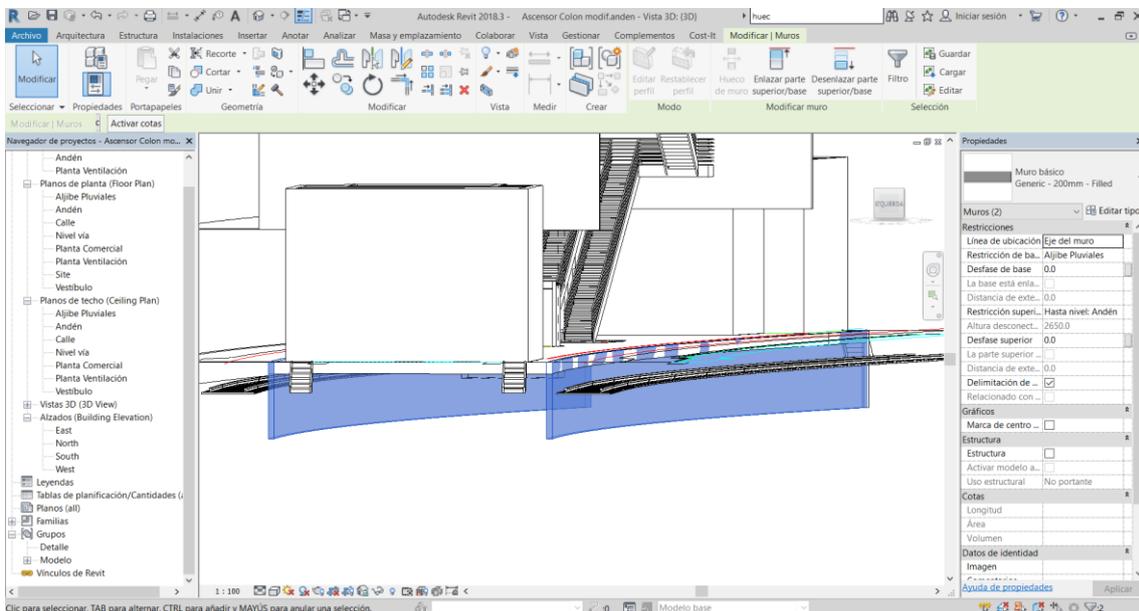


Figura 22: Representación de los muros estructurales bajo andén en Revit.

La figura 22 se muestra en un sombreado azulado el resultado de la construcción de los muros que sostienen el suelo del andén. Como se ha explicado anteriormente, se diferencian dos muros estructurales los cuales servirán de separación del aljibe de pluviales. Del mismo modo que el andén, ambos muros estructurales presentan la misma morfología curvada. Por último, se observa que la base de estos muros estará por debajo del nivel de vía, esta cota inferior corresponderá al nivel de aljibe de pluviales.

La función principal de los muros de vía-andén es la sustentación del forjado del suelo de la estación. Sin embargo, dado que entre la parte inferior del suelo del andén y los muros existe un hueco con un volumen considerable, este hueco se aprovechará para otras funciones como:

- Conducción de instalaciones eléctricas
- Ventilación

- Conducto de extracción bajo andén
- Aljibe de pluviales

La construcción de los muros estructurales bajo suelo del andén, habrá generado un hueco pasante longitudinal bajo la estación.

Para el correcto aprovechamiento, este hueco pasante se va a utilizar para el aprovechamiento de las funciones descritas anteriormente. Para delimitar correctamente cada una de las funciones, se van a construir nuevos muros que van a permitir la separación del hueco ya existente del modelo para las nuevas funciones. Estos nuevos muros que se levantarán tendrán las mismas propiedades que los construidos anteriormente.

En la *figura 29* se muestra la sección transversal de la estación, donde en la parte inferior de la figura se detallan las separaciones de los hueco disponible bajo suelo de la estación.

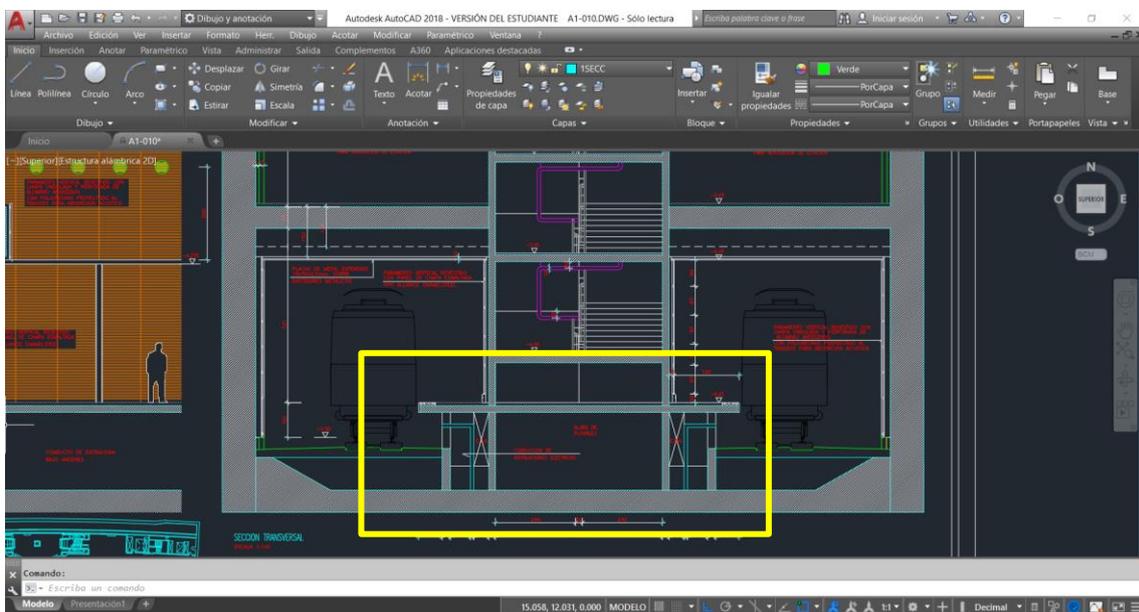


Figura 183: Sección transversal de la estación de metro de Colón.

Como se puede observar en la *figura 23*, se han delimitado en los planos de la estación los huecos bajo suelo del andén dependiendo de la función a la que corresponda. El recuadro en un tono amarillento se detalla la parte inferior del andén a la que se está refiriendo en los párrafos anteriores.

Para diferenciar las conducciones eléctricas de la galería de extracción bajo andén se construirá, además, un muro separador entre ambos huecos tal y como se muestra en la *figura 23* representado en un color azul claro dentro del recuadro verdoso.

Se pueden apreciar que existen dos muros cercanos al borde del andén y los dos muros interiores que separan el aljibe de pluviales del resto de galerías longitudinales. Todos estos muros bajo suelo del andén de la estación tendrán además de la función de separar las galerías que sustentan el forjado del suelo del andén.

3.3.6.5 DISEÑO E INSTALACIÓN DE LA VÍA

El diseño de las vías de la estación de metro se han realizado en paralelo al modelo de la estación de Colón en Revit. Este diseño se ha ejecutado en un archivo de familia del mismo programa. El objetivo en este apartado del documento es la creación de una nueva familia para que posteriormente se pueda cargar en el proyecto. El archivo de familia de vía férrea se ha diseñado en conjunto con siguientes componentes:

- Carril
- Traviesa
- Sujeciones

Como el tramo de la estación es subterráneo, las sujeciones de las traviesas de la vía de la estación será en placa, es decir, con hormigón. En tramos de circulación en superficie las sujeciones de las traviesas se realizan con balasto convencional. A continuación, se detallan los pasos a seguir para la elaboración del diseño en Revit de la vía férrea que se instalará en la estación.

A partir de los elementos mencionados en el apartado anterior, el primer paso será la modelización de la morfología que presenta un carril común visto en un plano de perfil. El siguiente paso será realizar un copiado de las traviesas desde una vista en planta y una extensión del propio carril. De este modo, se habrá diseñado un tramo rectilíneo de vía férrea sobre el que podrá circular el convoy.

En la *figura 24*, se muestra en una vista en 3D la morfología de la vía férrea a instalar en la estación de metro de Colón. Como se puede observar en la propia figura, se diferencian dos componentes en la vía, la traviesa y el carril. Las sujeciones no se representarán en el modelo ya que su visualización no será necesaria. El elemento de color negro que se muestra en la *figura 24* corresponderá al carril y el componente de color marrón oscuro pertenecerá a la traviesa.

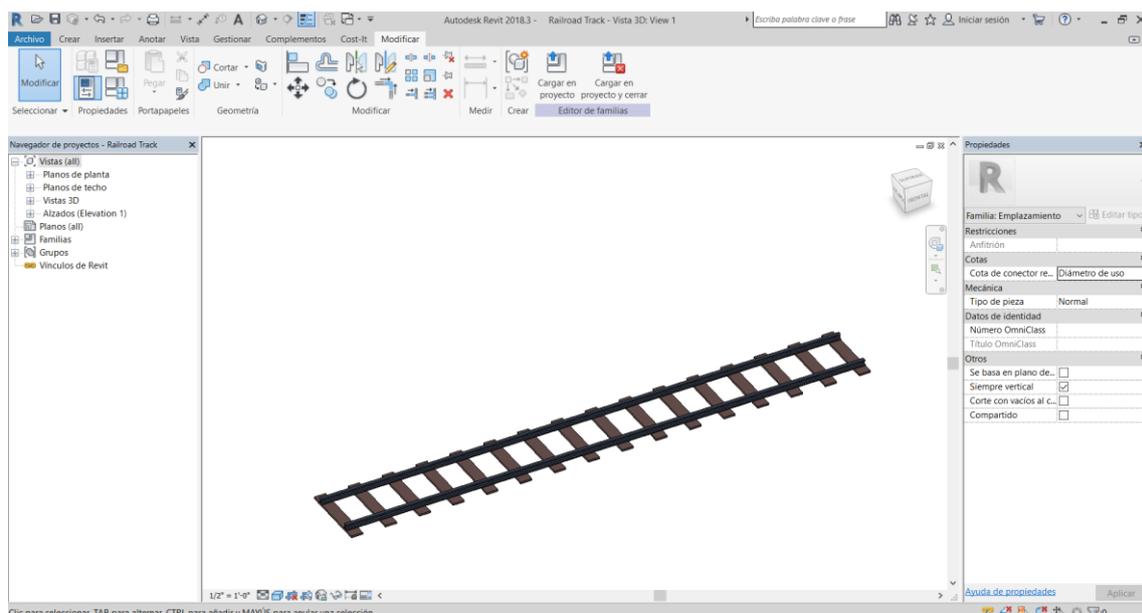


Figura 24: Vista en 3D de la familia de vía en Revit

El siguiente paso en el desarrollo del documento será el cierre de la familia de vía férrea diseñada y retomar el modelo sobre el que se estaba trabajando anteriormente. Para ello, se importará la familia de vía férrea sobre el modelo de la estación de metro de Colón. Se seleccionará la opción “Cargar familia” desde la pestaña “Insertar” en Revit y se ubicará en el área de dibujo donde corresponda.

Como se ha mencionado en párrafos anteriores, se importará en primer lugar la familia creada de la vía férrea, sin embargo, en el modelo del dibujo, este componente cargado se verá modificado. La estación de metro de Colón no es completamente recta, es decir, tanto la estación como el andén y la vía presentan una morfología curvada si se observan desde una vista en planta.

Dado que la morfología de la estación metro de Colón tiene una tendencia curvada, el andén de la estación también seguirá esta configuración. De la misma forma, la vía férrea situada por debajo del andén de la estación también tendrá que presentar el mismo radio de curvatura. Por este motivo, tras la importación de la familia de vía férrea en el modelo de la estación, las propiedades de los raíles de la vía se verán modificados.

En el punto *3.3.5 SUELO ANDÉN ESTACIÓN* se ha realizado el diseño del suelo del andén de la estación. Este suelo se ha construido siguiendo las líneas de contorno del modelo importado en 2D, y por tanto servirá de referencia para determinar el radio del eje longitudinal de la estación.

Una vez conocido el radio del eje longitudinal que configura la estación, se obtendrá el eje que transcurre por punto medio de todas las traviesas que forman la vía férrea desde una vista en planta de la estación de Colón.

Para la obtención de radio de curvatura que presenta la vía férrea, en primer lugar, se calcula el radio del eje longitudinal de la estación y posteriormente se restará o se sumará (dependiendo de la dirección de vía) la distancia entre el eje longitudinal de la estación y el eje longitudinal de la vía férrea seleccionada. De este modo se conocerán los dos radios para ambos tramos de vías férreas pertenecientes a la estación de metro de Colón. El siguiente paso será la modelización de ambas vías siguiendo las propiedades mencionadas anteriormente.

Para su modelización, se escoge una de las dos direcciones disponibles y se importará la familia mencionada anteriormente. Seguidamente se modificará la configuración por defecto de rail recto y se diseñará un rail curvado con valor de radio como el calculado anteriormente.

Para la construcción de la vía del mismo andén, pero con circulación ferroviaria en sentido contrario, se utilizará la herramienta de simetría en Revit para reproducir la nueva vía sobre el eje de simetría longitudinal de la vía del otro lado del andén. Este nuevo tramo de vía se colocará en la intersección del eje longitudinal de la vía de dirección opuesta con el eje vertical que pasa por el punto medio de la estación. Posteriormente se modificará la configuración de la vía sustituyendo el tramo curvo copiado por un nuevo radio que se habrá calculado siguiendo los pasos anteriores. Tras la colocación de ambos tramos de vía a ambas partes del andén de la estación, el resultado que se obtiene en el modelo es el siguiente:

3.4 MODELIZACIÓN DE LA PLANTA VENTILACIÓN DE LA ESTACIÓN DE METRO DE COLÓN

En este apartado del documento se realizará la explicación del diseño de los elementos arquitectónicos que se han utilizado para la construcción de la planta ventilación de la estación de metro de Colón.

En los puntos anteriores se han detallado los diseños que se ha seguido para la construcción del nivel de andén de la estación. A partir de este punto, se seguirá el mismo procedimiento, pero dirigido a la planta de ventilación de la estación. Siguiendo este criterio, en los puntos siguientes del documento se detallarán los pasos a seguir para la modelización de los elementos arquitectónicos necesarios para el diseño de la planta ventilación de la estación de metro de Colón.

3.4.1 SALAS AUXILIARES NIVEL VENTILACIÓN ESTACIÓN DE COLÓN

Las salas auxiliares se sitúan a ambos extremos longitudinales de la estación a nivel de andén, sin embargo, también las encontraremos en la planta de ventilación. Las salas auxiliares están situadas en esta parte de la estación ya que son continuación de las salas situadas en la planta andén.

De este modo, los únicos elementos que se representarán en este nivel serán los descansillos de las escaleras mecánicas y las salas auxiliares mencionadas anteriormente. Dado que los descansillos de las escaleras mecánicas ya se han diseñado previamente en el punto 3.3.3.1 *DESCANSILLO Y BARANDILLAS ESCALERAS MECÁNICAS* del documento, únicamente se contemplará el diseño de las salas auxiliares de nivel de ventilación.

Tal y como hace referencia el nombre del nivel de la planta que se va a modelizar, la mayoría de las salas presentes en este nivel de la estación de Colón formarán parte de la red de ventilación para situaciones de emergencia en túneles ferroviarios.

En el Plano 3 representa la vista en planta del nivel ventilación del lado de Alameda de la estación de metro de Colón (véase Plano 3). En la parte izquierda se puede observar la delimitación de las salas destinadas al sistema de ventilación de la estación, y en el centro de la figura el descansillo de las escaleras mecánicas situado a esta cota.

En sistema de ventilación se instalará a ambos extremos longitudinales de la estación, y a su vez, los elementos que componen el sistema estarán conectados por dos galerías tal y como se muestra en el *Plano 3*.

Las galerías de este nivel discurren longitudinalmente adjuntas a los muros pantalla y por encima del techo de la catenaria. De este modo, el centro de la estación por encima del andén a nivel de ventilación será libre. Estas galerías se situarán por encima de la catenaria en ambas direcciones de circulación del andén de la estación tal y como se muestra en la *ilustración 2*.



Ilustración 2: Descansillo y galerías nivel de ventilación.

La *ilustración 2* es una fotografía de las galerías de ventilación y del descansillo de la estación de metro de Colón realizada desde el lado de Alameda.

La sala auxiliar de ventilación es punto intermedio de conexión entre el túnel de metro y la superficie por encima de nivel calle (*véase plano 10*). El número total de ventiladores de extracción instalados en la estación de metro de Colón es de 4, todos ellos repartidos en 4 salas auxiliares. Cada uno de ellos estará repartido individualmente en su propia sala teniendo un total de 2 ventiladores en cada lado longitudinal de la estación (*véanse planos 3 y 4*).

El área auxiliar destinada al sistema de ventilación de la estación estará dividida en salas o zonas auxiliares más pequeñas para albergar las siguientes funciones:

- Huecos de ventilación
- Cámaras de ventiladores de extracción bajo andén
- Conducto de instalaciones eléctricas
- Cuadros de ventilación de extracción del túnel
- Escaleras de emergencia

En el *Plano 3* se muestra detalladamente la ubicación exacta de todas las salas del lado de Alameda con las funciones mencionadas anteriormente. En ella se puede observar la distribución de las salas auxiliares ubicadas en el nivel de ventilación para el lado de Alameda, sin embargo, para el lado de

Xàtiva no será completamente idéntico en cuanto a distribución se refiere. Aunque la mayoría de los elementos como los huecos sí coinciden, no se delimitarán las salas auxiliares, sino que será una única sala abierta. Por tanto, la separación entre salas no será simétrica a ambos lados de la estación en el nivel de ventilación (*véanse planos 3 y 4*).

Tras establecer los parámetros de diseño, se procederá con la modelación de las salas auxiliares del nivel de ventilación en Revit. El primer paso para la construcción de las distintas salas auxiliares de cada uno de los lados de la estación, será delimitación de los muros de separación de las salas. Para su construcción, se hará uso de la herramienta “Muro” desde la pestaña “Arquitectura” del programa Revit. Dado que la función del proyecto es únicamente la del análisis del entorno del ascensor de la estación de Colón, se le asignará el tipo de muro genérico en todos los casos. No será necesario asignar el tipo de material en los muros construidos dado que no se va a realizar ningún cálculo, ni estructural ni económico.

Por ello, tras haber seleccionado la herramienta de “Muro”, la modelización de las salas deberán delimitarse siguiendo las líneas de contorno de los diseños importados previamente en AutoCAD en el punto 3.2 *EXPORTACIÓN MODELO CAD A REVIT del documento*.

Para la correcta construcción de los muros de las salas auxiliares, se exigirá que en el panel de propiedades, los muros tengan como restricción superior el nivel de planta comercial.

Una vez diseñadas las salas auxiliares del nivel de ventilación a partir de la importación de los planos en 2D en el modelo, se comenzará con la construcción de los muros arquitectónicos en Revit. Para ello se utilizará la herramienta “Seleccionar líneas” para seleccionar un borde ya existente del área de dibujo y que posteriormente se levanten las paredes que representarán el contorno de cada una de estas salas auxiliares.

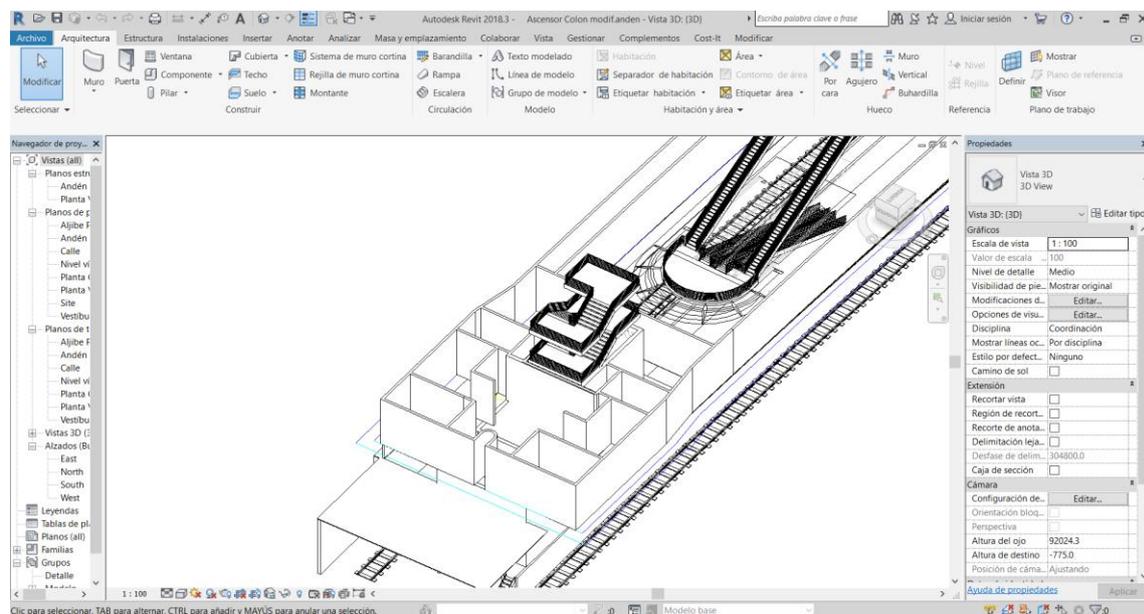


Figura 25: Distribución salas auxiliares del nivel de ventilación del lado de Alameda de la estación de metro de Colón.

En la *figura 25* se muestra en una vista en 3D el resultado de la distribución de las salas auxiliares correspondientes al nivel de ventilación del lado de Alameda. Como se ha mencionado en párrafos anteriores, se ha utilizado la herramienta “Muro Arquitectónico” para la modelización de las paredes de las salas auxiliares del nivel de ventilación de la estación de metro de Colón.

Las configuración de los muros de estas salas presentarán las siguientes restricciones:

- Restricción superior: Planta comercial
- Restricción de base: Planta de ventilación

El resto de propiedades del diseño de los muros arquitectónicos no vararán respecto al los valores establecidos por defecto.

La distribución de las salas coincide con los planos de planta en 2D importados previamente desde AutoCAD (*véase plano 3*). Dado que hay salas en este nivel de la estación destinadas a facilitar la circulación de aire dentro del túnel y de la propia estación, el área correspondiente a estas salas serán huecos formando agujeros pasantes desde el nivel de vía hasta el nivel de ventilación de la estación.

Los muros construidos anteriormente se encuentran suspendidos debido a que existe una distancia de 1,5m entre el techo del andén de la catenaria y el suelo de las salas auxiliares del nivel de ventilación (*figura 26*).

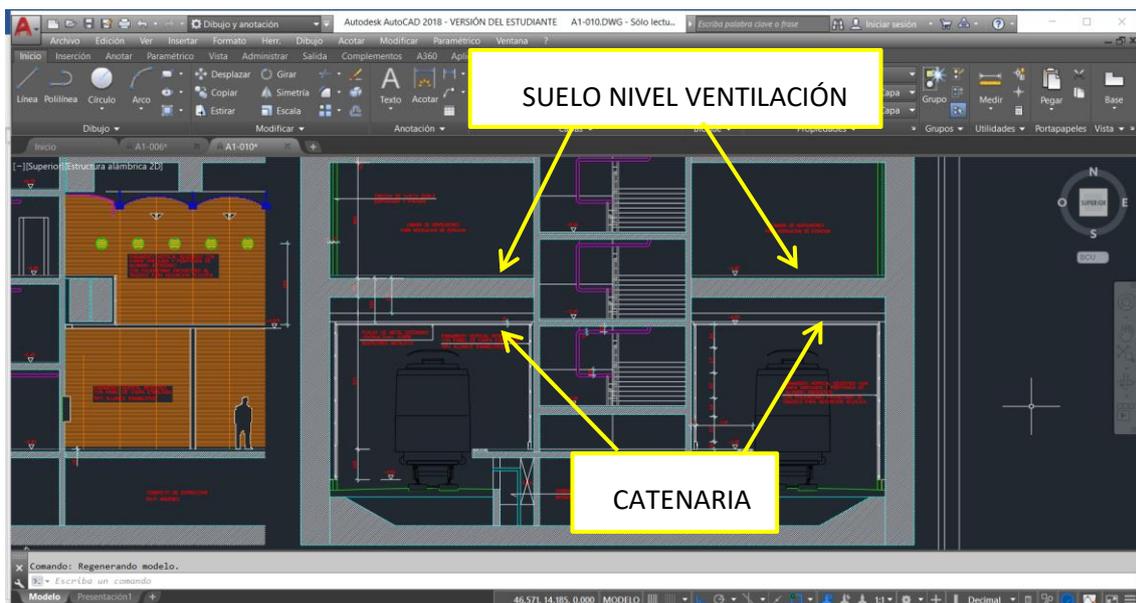


Figura 26: Sección transversal por estación

Debido a la distancia de separación del techo que sujeta la catenaria y el suelo del nivel de ventilación, en el modelo de Revit se deberá implementar un suelo a cota de nivel de ventilación para las salas auxiliares asignadas a este nivel. Del mismo modo que en los planos (*véase plano 9*), existe un hueco passante longitudinal entre el techo de la estación y el suelo de la planta de ventilación para las galerías de ventilación.

Para la formación del suelo de las salas auxiliares del nivel de ventilación, el primer paso será la selección de la herramienta “Suelo” dentro del panel de arquitectura de Revit. A continuación se delimitará el contorno del suelo del nivel ventilación correspondiente al área total de las salas auxiliares y así se obtendrá el suelo en el modelo de Revit.

Dado que se debe realizar la construcción del suelo a ambos lados de la estación, en primer lugar se realizará el diseño del lado de Alameda y posteriormente el del lado de Xàtiva.

Los huecos pasantes de la estación vienen representados con una cruz sobre un rectángulo blanco, indicando que hay un hueco en ese espacio (*véase planos 3 y 4*).

Sin embargo, el diseño de los huecos y barandillas en el lado longitudinalmente opuesto de la estación, también se realizará siguiendo los pasos detallados en los párrafos anteriores para la formación de huecos pasantes.

La diferencia principal en la modelización de las salas auxiliares en cada lado longitudinal de la estación de Colón, será en el número de salas auxiliares que contiene. Así pues, el diseño de las salas auxiliares en Revit para el lado de Xàtiva será más sencillo que en el lado de Alameda debido a la reducción en número de estas.

3.4.2 GALERÍAS PARA VENTILACIÓN DE LA ESTACIÓN DE METRO DE COLÓN

Una vez completadas las salas auxiliares del nivel de ventilación, el siguiente paso será la modelización de las dos galerías de ventilación de la estación que unen las salas de ambos extremos longitudinales de la estación a nivel de ventilación.

Para la modelización de las galerías, en primer lugar se contruirán los dos suelos que componen cada una de ellas, uno correspondiente al fojado de la galería de ventilación y el otro al techo de la catenaria de la estación. Posteriormente se modelizarán las paredes de las galerías, una colindante a los muros pantalla de la estación y la otra como separación entre la galería de ventilación y la propia estación. La galería de ventilación situada en el lado transversalmente opuesto de la estación se modelizará del mismo modo que en el caso de las galerías anteriores.

En la figura 38 se representan las galerías del nivel de ventilación modelizadas con Revit. Dado que la localización de las galerías se encuentran en una zona oculta observada desde una vista exterior, se hará uso de la herramienta “Caja de Sección” para realizar un corte de sección y así poder visualizar la morfología de los elementos modelados anteriormente.



Figura 27: Sección transversal de la estación por ascensor.

Como se puede observar una vez realizada la sección, existen dos tramos de galerías para la ventilación de la estación, cada una de ellas se ubica en un extremo transversal de la estación de Colón. Además, si nos centramos en ambos recuadros amarillos de la *figura 27*, se observa también que el techo de la catenaria está situado por debajo del suelo de la galería de ventilación de la estación en el nivel de ventilación.

Una vez realizada la modelización de las galerías, únicamente quedará añadir los accesos a las salas auxiliares situadas en el nivel de ventilación. Estos accesos serán puertas que se modelizarán en ultimo lugar cuando se finalice con el diseño arquitectónico de la estación al completo. El diseño de estos complementos vendrán definidos en el apartado 3.7.6 *COMPONENTES VARIOS* del documento.

3.5 MODELIZACIÓN DE LA PLANTA COMERCIAL DE LA ESTACIÓN DE METRO DE COLÓN

En este apartado del documento se realizará la explicación del diseño de los elementos arquitectónicos que se han utilizado para la construcción de la planta comercial de la estación de metro de Colón.

En los puntos anteriores se han detallado los diseños que se ha seguido para la construcción del nivel de andén y del nivel de ventilación de la estación. A partir de este punto, se seguirá el mismo procedimiento, pero dirigido a la planta comercial de la estación. Siguiendo este criterio, en los puntos siguientes del documento se detallarán los pasos a seguir para la modelización de los elementos arquitectónicos necesarios para el diseño de la planta comercial de la estación de metro de Colón.

3.5.1 SALAS AUXILIARES NIVEL COMERCIAL ESTACIÓN DE COLÓN

Las salas auxiliares se sitúan a ambos extremos longitudinales de la estación a nivel de andén y ventilación, sin embargo, también las encontraremos en la planta comercial. Las salas auxiliares están situadas en este nivel de la estación ya que son continuación de las salas situadas en la planta inferior a esta.

Sin embargo, aunque el área ocupada para las salas auxiliares del nivel de andén y nivel de ventilación coinciden, no será el mismo caso en las salas auxiliares para la planta comercial. Si se superponen verticalmente los planos en planta de los distintos niveles, se comprueba que el área de las salas auxiliares de la planta comercial presenta una mayor longitud que en los casos de los niveles inferiores (*figura 28*).

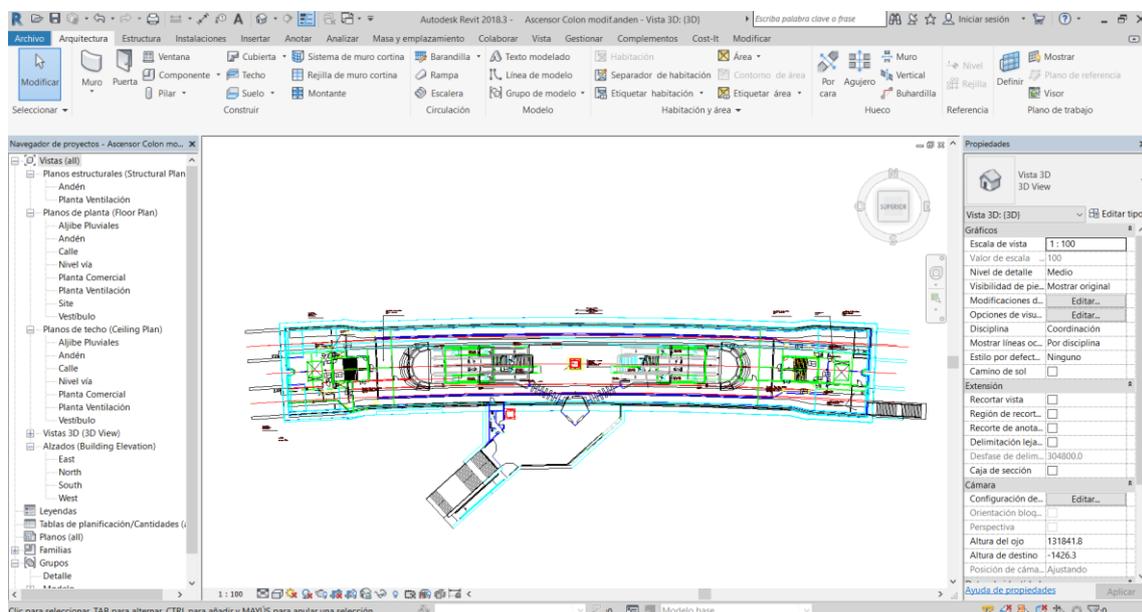


Figura 28: Vista en planta de todos los niveles importados de las plantas de la estación de Colón.

Por lo tanto, las salas auxiliares de los lados de Alameda y Xàtiva del nivel comercial presentarán una distribución distinta a las de los niveles inferiores. Sin embargo, el diseño de distribución de las salas auxiliares del nivel comercial será igual a ambos lados longitudinales de la estación.

En el *Plano 5* del documento se muestra una vista en planta del nivel comercial de la estación de Colón del lado de Alameda (*véase plano 5*). En esta figura, se observa la distribución mencionada anteriormente de las salas auxiliares en planta comercial de la estación de metro de Colón.

Los huecos de ventilación del túnel están representados en el dibujo mediante un rectángulo y una cruz blanca en el interior de este. Estos huecos tienen su base en el nivel de andén y su restricción superior en el nivel de la planta comercial. Estos huecos tendrán las mismas propiedades que los diseñados en el nivel inferior, y con las mismas especificaciones que las mencionadas en el punto **3.4.1 SALAS AUXILIARES NIVEL VENTILACIÓN ESTACIÓN DE COLÓN** del documento.

Debido a que los huecos de ventilación del túnel tienen como restricción superior la planta comercial de la estación, en las salas de este nivel se añadirán barandillas para evitar accidentes. Aunque en las especificaciones de diseño de los planos iniciales de la estación de metro no se establezca, se añadirán barandillas de 900mm para evitar el riesgo de caídas de personas a distinto nivel.

Para su diseño el modelo, se hará uso de la herramienta barandilla y se seleccionará el tramo de barandilla que se desea cubrir. Se asignará al contorno que delimita al hueco de ventilación del túnel en el lado de Alameda y posteriormente se realizará el mismo procedimiento en el lado de Xàtiva.

Para las salas auxiliares del nivel de ventilación del lado longitudinalmente opuesto de la estación (lado Xàtiva), las salas se modelizarán siguiendo los mismos pasos detallados anteriormente pero en el lado opuesto de la estación.

Además de los huecos de ventilación del túnel, en el mismo nivel habrá otra sala destinada a la extracción de aire bajo andén. Esta sala de extracción de aire estará situada junto al conducto de instalaciones eléctricas. El hueco de extracción bajo andén tendrá su base en el techo de la planta comercial y su restricción superior a nivel de calle.

En el caso de los huecos pasantes destinados a las conducciones eléctricas, tendrán su base en el suelo de la planta comercial y su restricción superior en el nivel de vestíbulo. Esta sala tiene la función de comunicar verticalmente todo el material de cableado de la estación desde los distintos niveles de la estación hasta la cota deseada de la estación.

Otra de las salas auxiliares presentes en este nivel serán las escaleras de emergencia, que como se ha mencionado ocasiones anteriores, tiene su base en el andén de la estación y su restricción superior en el nivel de vestíbulo. Sin embargo, existe un nivel intermedio en caso de que sea necesaria la evacuación de usuarios desde la planta comercial. Por este motivo, habrá instalada en el modelo una doble puerta de acceso que comunique el vestíbulo de la planta comercial con las escaleras de emergencia (*véase plano 5*).

Hay que mencionar que en este nivel se encuentra la maquinaria necesaria para la extracción de aire desde el túnel y la estación hasta hacia el exterior. Por ello, en la sala donde se encuentran los huecos de ventilación del túnel, también se situarán los ventiladores industriales para la realización de estas tareas. Estos ventiladores llevarán consigo componentes eléctricos como guardamotores y diferenciales para su correcto funcionamiento. Los cuadros eléctricos estarán colocados en una sala auxiliar situada entre las escaleras de emergencia y el conducto de extracción bajo andén (*véase plano 5*).

Una vez definidas las salas auxiliares de la planta comercial del lado de Alameda, se podrán modelizar estas en el modelo de Revit. En la figura siguiente se muestra la distribución de las salas auxiliares siguiendo las directrices mencionadas anteriormente.

Una vez se hayan modelizado las salas auxiliares del lado de Alameda, el siguiente paso será la modelización de las salas auxiliares del mismo nivel para el lado de Xàtiva. En este caso, el esquema de distribución de las salas auxiliares de la planta comercial del lado de Xàtiva será simétrico al del lado de Alameda (*véase plano 6*).

A la hora de modelizar en Revit, se puede optar por utilizar la herramienta “Simetría”, pero dado que solamente se tienen que construir muros y hacer dos huecos se optará por modelar estos de forma manual (igual que en el lado de Alameda).

Para ello, en primer lugar se realizará el tramo que comprende las salas auxiliares del lado de Xàtiva y posteriormente las del lado de Alameda. En último lugar se conectarán ambos suelos con el suelo del vestíbulo del nivel comercial de la estación de metro de Colón.

3.5.2 LOCALES COMERCIALES NIVEL COMERCIAL ESTACIÓN DE COLÓN

En esta planta de la estación existen locales comerciales disponibles situados entre ambas salas auxiliares del nivel comercial. Estas salas están delimitadas de tal forma que ocupan parte del área restante disponible en el vestíbulo de la planta comercial.

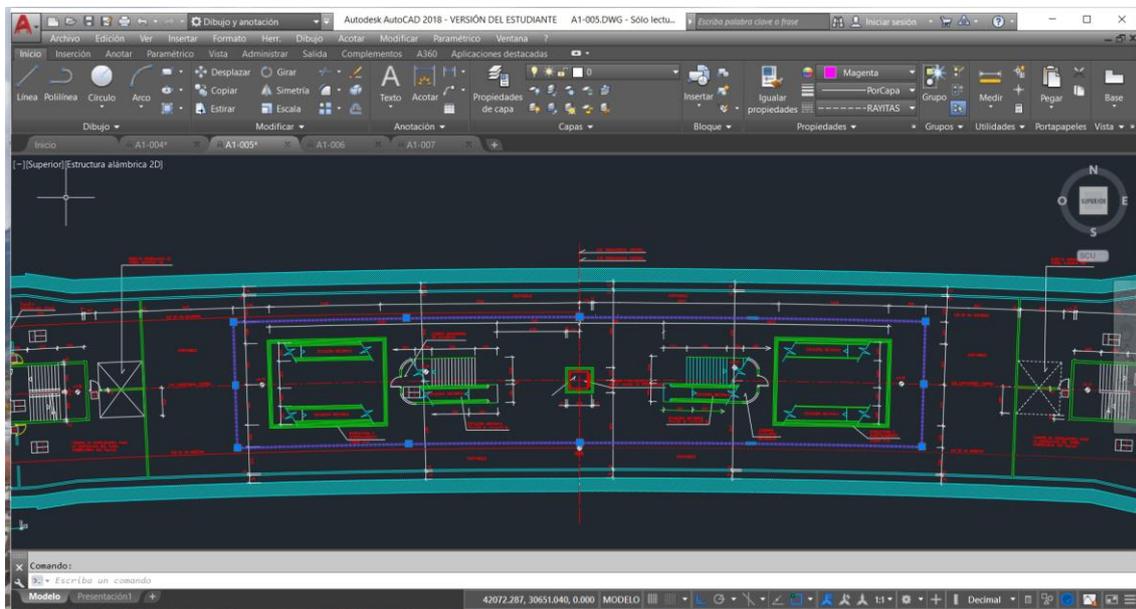


Figura 29: Delimitación locales comerciales planta comercial estación de Colón.

En la *figura 29* se observan los límites disponibles de las plantas comerciales de la planta comercial de la estación de Colón. La selección de las líneas en los planos de AutoCAD representa en un tono azulado la distribución del área de los locales comerciales. Como se puede ver en la figura anterior, en un tono verdoso se representan los huecos del ascensor y las escaleras mecánicas procedentes de la planta andén que conectan con el vestíbulo de la estación.

Sin embargo, la realidad de la distribución de los locales comerciales no corresponde con el diseño proyectado en los planos iniciales de la estación de Colón. En la actualidad, la línea que delimita el ancho de los locales comerciales linda con el hueco de las escaleras mecánicas.

Por tanto, se ha optado por realizar la modelización de los locales comerciales en Revit siguiendo el modelo actual. De este modo, los huecos del ascensor y las escaleras mecánicas serán pasantes entre

andén y planta comercial y, se delimitará un espacio libre alrededor del ascensor para el tránsito de usuarios tanto del ascensor como para el acceso al vestíbulo por las escaleras fijas de ambos lados que comunican con el vestíbulo de la estación.

En la actualidad, existen dos espacios comerciales que se encuentran ocupados por la propia empresa FGV. Uno de ellos es el “Espai del Client” que ofrece servicios dirigidos al usuario como información de horarios, tarifas e itinerarios. El otro local es “Lametro”, una sala de exposiciones de Metrovalencia. El resto de los locales se encuentran cerrados y actualmente solo sirven de espacio para el almacenamiento de objetos de y equipos de Metrovalencia.

Los espacios comerciales actualmente ocupados son los que se encuentran en el lado de Xàtiva, y los cerrados son los situados en el lado de Alameda.

Una vez definidos los parámetros de diseño de los locales comerciales, el siguiente paso será la modelización de los muros que delimitan los locales en el modelo de Revit. Todos los muros que sirven de separación entre los locales comerciales y el vestíbulo de la planta comercial de la estación de metro de Colón se ejecutarán mediante la herramienta “Muro” dentro de la pestaña “Arquitectura” en Revit.

Todos los muros de los locales comerciales tendrán su base en la planta comercial y su restricción superior en la planta vestíbulo. En la *figura 54* se puede observar la distribución de los muros de los locales comerciales mencionados anteriormente modelizados en el archivo de Revit.

Una vez se hayan modelizado las paredes de los locales comerciales que separan estos del vestíbulo de la planta comercial, el siguiente paso será la construcción del suelo restante de la planta comercial (el suelo de las salas auxiliares de este nivel ya se realizó anteriormente).

Además del suelo, también se tienen que realizar los agujeros verticales pasantes correspondientes a los huecos por donde cortan ambos lados de las escaleras mecánicas con la planta comercial de la estación de metro de Colón. Todo lo correspondiente al ámbito del mobiliario ya sean mesas, sillas o mostradores se detallará más adelante en el punto 3.7.3 *MOBILIARIO* del documento.

3.5.3 ESCALERAS DE ACCESO NIVEL COMERCIAL ESTACIÓN DE COLÓN

Como se ha mencionado en apartados anteriores, existen tramos de escaleras fijas y mecánicas a ambos lados longitudinales de la estación de metro de Colón en el nivel comercial para el acceso desde este a la planta comercial y viceversa. Cada lado de la estación estará compuesto por un tramo de escaleras fijas, y junto a este, un tramo de escaleras mecánicas. En total habrá dos unidades de escaleras mecánicas y dos tramos de escaleras fijas en el nivel de ventilación.

De este modo, se podrá acceder por cualquiera de los lados longitudinales de la estación a la planta comercial. Este acceso será libre para cualquier usuario, es decir, el acceso a la planta comercial se producirá sin la necesidad de utilizar las canceladoras que dan acceso al andén de metro.

Sin embargo, existirá una restricción de acceso para personas con movilidad reducida (PMR) que quieran acceder a la planta comercial. En este caso, se solicitará al agente de estación correspondiente la apertura de la canceladora que conecta con el ascensor y así permitir el acceso con la planta comercial.

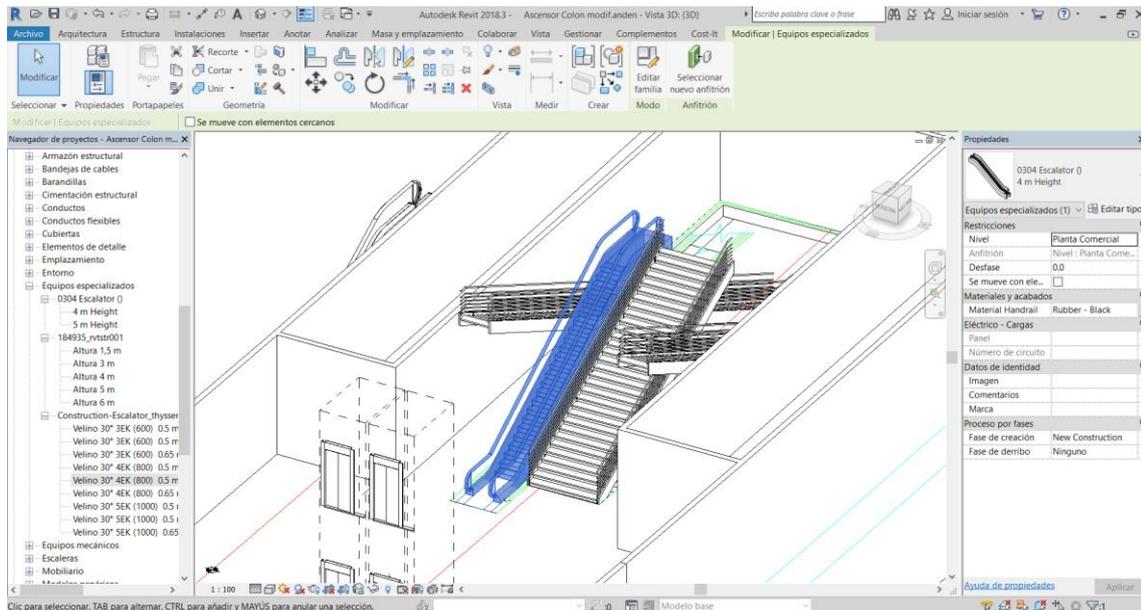


Figura 30: Escaleras de acceso a planta comercial.

En la *figura 30* se observa el tramo de escaleras que conecta la planta comercial con la planta vestíbulo. Este tramo de escaleras está dividido en dos partes conjuntas, una de escalera fija y otra mecánica. En la figura anterior, la escalera representada de color azul será la de tipo eléctrica y junto a ella la fija.

El tramo de escalera fija servirá tanto de circulación de usuarios ascendente como descendente, mientras que el tramo de escalera mecánica será únicamente de circulación ascendente. En cuanto a su diseño en el programa de Revit, se han configurado tanto las escaleras fijas como las mecánicas con base en la planta comercial y su restricción superior en el nivel de vestíbulo. El ancho de estas será el que venga por defecto en los planos de planta del nivel comercial (*véase plano 5*).

En el lado longitudinalmente opuesto de la estación, estos dos tipos de escaleras se modelizarán del mismo modo que lo detallado en párrafos anteriores. Por ello, se utilizará la herramienta “Simetría” y se seleccionará el eje transversal que corta el centro de la estación para el asignar ambos componentes en el lado opuesto de la estación. El ancho de estas será el que venga por defecto en los planos de planta del nivel comercial (*véase plano 6*).

3.6 MODELIZACIÓN DEL NIVEL VESTÍBULO DE LA ESTACIÓN DE METRO DE COLÓN

En este apartado del documento se realizará la explicación del diseño de los elementos arquitectónicos que se han utilizado para la construcción de la planta vestíbulo de la estación de metro de Colón.

En los puntos anteriores se han detallado los diseños que se ha seguido para la construcción del nivel de andén, del nivel de ventilación y planta comercial de la estación. A partir de este punto, se seguirá

el mismo procedimiento, pero dirigido al nivel vestíbulo de la estación. Siguiendo este criterio, en los puntos siguientes del documento se detallarán los pasos a seguir para la modelización de los elementos arquitectónicos necesarios para el diseño de la planta de vestíbulo de la estación de metro de Colón.

3.6.1 SALAS AUXILIARES Y LOCALES COMERCIALES NIVEL VESTÍBULO

Las salas auxiliares se sitúan a ambos extremos longitudinales de la estación a nivel de andén, ventilación y comercial, y además, también las encontraremos en la planta vestíbulo. Las salas auxiliares están situadas a ambos lados de la estación de metro de Colón, igual que en los niveles inferiores. Aunque la mayoría de las salas auxiliares en este nivel no se presenta la misma distribución respecto a los niveles inferiores, en el caso de las salas derivadas a huecos de ventilación estos sí coincidirán ya que comunican verticalmente los distintos niveles de la estación entre sí.

Sin embargo, aunque el área ocupada para las salas auxiliares del nivel de andén y nivel de ventilación coinciden, no será el mismo caso ni en las salas auxiliares para la planta comercial ni para las del nivel vestíbulo. Si se superponen verticalmente los planos en planta de los niveles comercial y vestíbulo, se comprueba que el área de las salas auxiliares de la planta comercial presenta una mayor longitud que en el resto de los casos.

Por lo tanto, las salas auxiliares de los lados de Alameda y Xàtiva del nivel vestíbulo presentan una distribución distinta del nivel inferior. Incluso los huecos de ventilación que comunican distintos niveles de la estación no son verticales en la totalidad de su recorrido. Sin embargo, el único espacio que se mantendrá invariable serán las salidas de emergencia a ambos lados de la estación. Esto es debido a que las escaleras de emergencia conectan verticalmente el nivel de andén con la planta vestíbulo (*véanse planos 7 y 8*).

El *Plano 7* muestra la vista en planta del nivel vestíbulo de la estación de Colón por el lado de Alameda. En este plano, se observa la distribución mencionada anteriormente de las salas auxiliares en planta comercial de la estación de metro de Colón.

Tal y como se representa en el *Plano 7*, las salas auxiliares corresponderán con la distribución de las galerías de reposición, escaleras de emergencia y salas donde están conectadas los huecos de extracción de la estación. Las salas restantes del nivel de vestíbulo representadas en el *Plano 7*, serán las correspondientes a locales comerciales. Como se puede observar en lado de Alameda, únicamente se asignará una sala auxiliar como comercial, y esta será la que se encuentre más próxima al punto medio de la estación de metro de Colón.

El *Plano 8* muestra la vista en planta del nivel vestíbulo de la estación de Colón por el lado de Xàtiva. En este plano, se observan únicamente dos tipos de salas auxiliares, las escaleras de emergencia y la sala destinada a la ventilación de la estación procedente de los niveles inferiores.

Tal y como se observa en el *Plano 8*, estas dos salas auxiliares serán las salas que estén más próximas al lado de Xàtiva. El único local comercial de este lado del vestíbulo se ubica entre las escaleras de acceso a la planta comercial y las salas del lado de Xàtiva a nivel vestíbulo. Por tanto, en el nivel

vestíbulo, solamente habrán dos locales comerciales, uno a cada lado de la estación y ambos locales serán los que se sitúen más cerca del centro de la estación.

Los huecos de ventilación del túnel están representados en el dibujo mediante un rectángulo y una cruz blanca en el interior de este. Habrá dos tipos de huecos en este nivel de la estación, ya que unos conectan la ventilación del andén con el vestíbulo y el otro tramo será del vestíbulo a nivel de calle.

El primer tipo de huecos tienen su base en el nivel andén y su restricción superior en el nivel vestíbulo. Los huecos con estas características serán los siguientes:

- Ventilación túnel
- Huecos de extracción bajo andén
- Huecos instalaciones eléctricas

El segundo tipo de huecos serán los que tengan su base en la planta vestíbulo y como restricción superior el nivel de calle. Los huecos con estas características serán las rejillas de ventilación del túnel en superficie.

Debido a que los huecos de ventilación del túnel tienen como restricción superior la planta vestíbulo de la estación, se añadirán barandillas en el modelo de Revit para evitar accidentes. Aunque en las especificaciones de diseño de los planos iniciales de la estación de metro no se haya definido, se añadirán barandillas de 900mm para evitar el riesgo de caídas de personas a distinto nivel.

Para su diseño el modelo, se hará uso de la herramienta barandilla y se realizará el contorno del tramo del hueco que se desea cubrir. De este modo, se asignarán dos tramos de barandillas, uno para el hueco de ventilación del túnel en el lado de Alameda y otro para el lado de Xàtiva.

Para su modelización en Revit, se procederá del mismo modo que en el punto 3.5.1 *SALAS AUXILIARES NIVEL COMERCIAL ESTACIÓN DE COLÓN* del documento.

Para las salas auxiliares del nivel de ventilación del lado longitudinalmente opuesto de la estación (lado Xàtiva), las salas se modelizarán siguiendo los mismos pasos detallados que en los párrafos anteriores. Además de los huecos de ventilación del túnel, en esta sala también se asignarán las rejillas de ventilación en superficie. Los huecos de ventilación del túnel tendrán su restricción superior en el nivel de vestíbulo, mientras que las rejillas de ventilación comunicará el nivel vestíbulo con el nivel de calle.

En el caso de las conducciones eléctricas, tendrán su base en el suelo de la planta comercial y su restricción superior en el nivel de vestíbulo. Esta sala tiene la función de comunicar verticalmente los distintos niveles de la estación desde la cota más baja hasta el nivel deseado.

Otra de las salas auxiliares presentes en este nivel serán las escaleras de emergencia, que como se ha mencionado ocasiones anteriores, tiene su base en el andén de la estación y su restricción superior en el nivel de vestíbulo. Sin embargo, existe una salida en un nivel intermedio en caso de que sea necesaria la evacuación de usuarios desde la planta comercial.

El resto de salas auxiliares en este nivel corresponderán a cuartos de limpieza y galerías para la reposición de servicios. Tal y como se muestra en los planos en planta del nivel vestíbulo, se modelizarán en el programa dos galerías que abarcarán longitudinalmente la estación y se situarán adjuntos al muro pantalla más cercano a la vía con dirección a Alameda. Además de esas dos galerías,

también se representará otra extra junto a la sala de limpieza del lado de Alameda tal y como se observa en el *Plano 7*.

Una vez definidas las funciones de las salas auxiliares de la planta vestíbulo del lado de Alameda, se podrán modelizar estas en el modelo de Revit. En la figura siguiente se muestra la distribución de las salas auxiliares siguiendo las directrices mencionadas anteriormente.

Tras modelizarse las salas auxiliares del lado de Alameda, se procederá del mismo modo que anteriormente pero para el lado de Xàtiva (*véase plano 8*). En este caso, el esquema de distribución de las salas auxiliares del nivel vestíbulo del lado de Xàtiva no es simétrico al del lado de Alameda, por lo que se modelizarán todos los muros manualmente.

Una vez se hayan construido todos los muros del modelo, el siguiente paso será la delimitación del contorno del suelo del nivel ventilación para su posterior construcción en Revit. A diferencia de los niveles inferiores, el suelo del nivel vestíbulo se realizará en un solo tramo conjunto con vestíbulo y ambas salas auxiliares correspondientes a este nivel.

La construcción del suelo se realizará del mismo modo que en los puntos anteriores del documento. Su modelización será igual a la realizada en el punto 3.3.5 *SUELO ANDÉN DE LA ESTACIÓN* del documento.

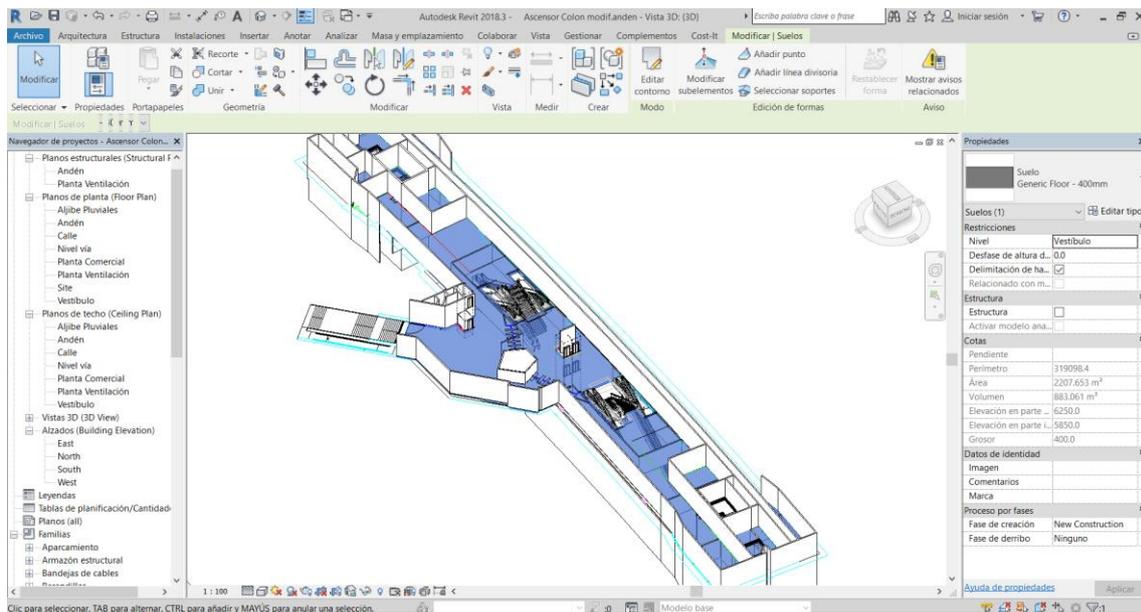


Figura 31: Modelización del suelo del nivel vestíbulo en Revit.

La *figura 31* muestra en un tono azulado el suelo del nivel vestíbulo de la estación de metro de Colón. A diferencia de los suelos construidos en niveles inferiores, el suelo de la planta de vestíbulo se ha diseñado en un único tramo. Es decir, el suelo de las salas auxiliares, locales comerciales y resto de áera disponible de la planta se ha diseñado conjuntamente en el modelo de Revit.

3.6.2 ASCENSOR CALLE - VESTÍBULO

Una vez se ha modelizado la planta vestíbulo (a falta de incluir los componentes), se diseñará el ascensor que conecta la superficie con la estación. El ascensor al que nos referimos será el de calle-vestíbulo. Este ascensor tendrá dos paradas, la parada inferior en el nivel de vestíbulo y la parada superior en el nivel de calle.

La modelización de este ascensor se realizará siguiendo los mismos pasos que en el punto 3.3.4 *ASCENSOR VESTÍBULO – ANDÉN* del documento. Sin embargo, a la hora de configurar este ascensor habrán algunas propiedades que variarán si se comparan con las del ascensor vestíbulo–andén. Las propiedades que se modificarán respecto a las del ascensor vestíbulo–andén serán las siguientes:

- **Número de paradas**
El número de paradas respecto al ascensor vestíbulo–andén pasa de tres a dos paradas.
- **Número de cabinas**
En este caso la configuración será de una única cabina y no de dos cabinas en paralelo como el ascensor de vestíbulo–andén.
- **Niveles de las paradas**
Habrá dos paradas, una en la planta a nivel vestíbulo (6250mm) y la otra a nivel calle (11151mm). El recorrido total del ascensor calle-vestíbulo será de 4900mm.
- **Ubicación del edificio**
La ubicación del nuevo ascensor se sitúa junto al muro que delimita el cuarto de bombeo de residuales del nivel de ventilación (*figura 32*).

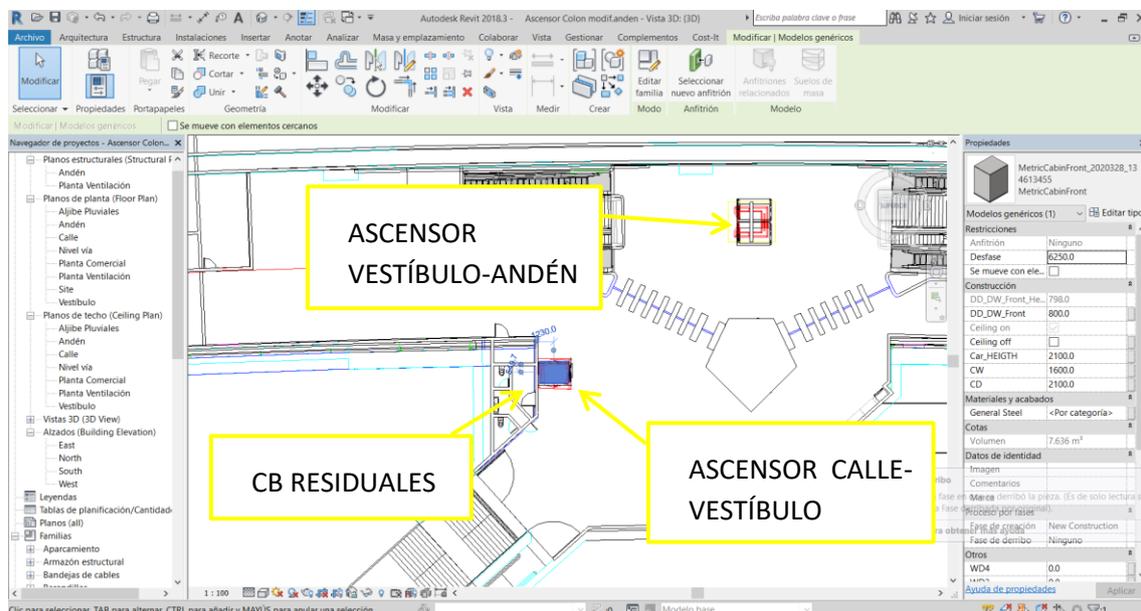


Figura 32: Ubicación del ascensor calle-vestíbulo

En la *figura 32* se observa el ascensor calle–vestíbulo visto en planta en el nivel vestíbulo en el modelo de Revit. Se ha seleccionado el ascensor anterior con un sombreado azulado en el dibujo, y se puede

ver que este se encuentra junto al cuarto de residuales de la planta vestíbulo de la estación (véase Plano 7).

El aspecto donde el ascensor no presentará variación respecto al del vestíbulo-andén, será en el modelo comercial de este. En este caso del ascensor calle-vestíbulo también se utilizará un modelo Synergy 200 proporcionado por Thyssenkrupp con las características comerciales correspondientes.

Una vez se han modelizado todos los componentes arquitectónicos del nivel vestíbulo, se dará por finalizado el diseño arquitectónico de la estación. El último paso para la finalización del modelo será la asignación de familias de componentes necesarios para completar los detalles arquitectónicos restantes del modelo. Estos componentes serán puertas, ventanas, barandillas, botoneras, máquinas de autoventa de billetes, canceladoras, personas, etc.

3.7 COMPONENTES AUXILIARES DE LA ESTACIÓN

En este apartado se enumeran los distintos tipos de familias de componentes que pertenecen a los equipamientos auxiliares de la estación de Colón.

Los componentes auxiliares que se utilizarán serán, por ejemplo, los que pertenezcan a familias tales como: conductos, fontanería, iluminación, protección contra incendios, mobiliario, etc.

Para la implementación de los componentes en modelo de Revit, estas familias se importarán desde la biblioteca del programa. En el caso de que no se encuentre disponible alguna familia deseada, se diseñará desde un nuevo archivo de familia de Revit para su posterior carga en el proyecto (como es el caso de la vía férrea).

Dado que en una estación de metro existe un gran número de componentes auxiliares de distintas familias, el caso de la estación de metro de Colón no será menos. Desde este momento se clasificarán todos los componentes auxiliares que se insertarán en el modelo de la estación de metro de Colón.

Sin embargo, no se citarán todos los componentes que existen en una estación de metro, ya que la función en esta parte del proyecto no será ni el cálculo estructural ni el cálculo económico. El objetivo de este documento será la modelización del entorno donde se ubicará el ascensor que se va a sustituir, en este caso la estación de metro de Colón. Por ello elementos tales como canalizaciones eléctricas o tuberías no se representarán y, por tanto, tampoco sus componentes auxiliares.

En los párrafos siguientes se numerarán los distintos componentes auxiliares que se han añadido al modelo de la estación de Colón en Revit. Como se ha mencionado anteriormente estos componentes tendrán una función visual a nivel de modelo de Revit. Por ello los componentes que se importen en el modelo serán los correspondientes a los observados en el entorno de la estación desde una vista a nivel usuario de metro.

Estos componentes que se van a añadir al modelo serán los que un usuario pueda visualizar en cualquiera de las 3 plantas por las que puede circular libremente como es el caso de las plantas andén, comercial o vestíbulo. De este modo, cualquier componente que no se encuentre a la vista del usuario de metro no se implantará en el modelo de Revit.

3.7.1 LÍNEA AMARILLA DE SEGURIDAD ANDÉN

La línea amarilla de seguridad delimita la separación existente entre la zona de espera en la estación y el borde del andén por donde los convoyes de metro realizan las paradas programadas. Esta línea de color amarilla tiene como función principal el salvaguardar a los usuarios de metro de alcances o arrollamientos que puedan producirse por una unidad de metro.

Esta línea se encuentra situada a una distancia determinada del borde de la estación para que los usuarios solamente puedan rebasarla cuando el convoy se encuentre parado en el andén. Dado que no existe obstáculo ninguno entre este componente y el borde del andén, es obligatorio en todas las estaciones de la red de metro de FGV.

En cuanto al diseño de la banda amarilla, esta será de un ancho determinado y con una tonalidad amarilla en contraste con el grisáceo suelo del andén. La línea amarilla se situará a ambos lados del andén dado que existe circulación ferroviaria en ambas direcciones en la estación. Además, esta línea no ocupará longitudinalmente todo el andén hasta sus extremos, ya que la longitud máxima que puedan tener las unidades de metro no superará la longitud del andén.

En cuanto al diseño en Revit, la modelización de la línea amarilla se realizará desde un nuevo archivo de familia que posteriormente se importará al modelo de la estación de Colón. Estas líneas serán bandas rectangulares formadas por 8 botones en relieve por cada banda. Todo ello, de un color amarillo intenso para que contraste con el color del suelo del andén.

El motivo por el cual este componente se haya diseñado en relieve y con un contraste acusado, será para que los usuarios con deficiencias visuales puedan diferenciar la zona de espera de la estación del borde del andén. De este modo se garantiza el cumplimiento de la normativa establecida en el *Plan de accesibilidad de FGV*.

Dado que ya se ha realizado anteriormente las líneas de contorno del suelo del andén, el siguiente paso será la implantación de la línea de seguridad que discurre longitudinalmente a una distancia de seguridad determinada del borde del andén de la estación de metro de Colón.

El siguiente paso en el desarrollo del documento será la importación de la familia de línea amarilla de seguridad diseñada y retomar el modelo sobre el que se estaba trabajando anteriormente. Para ello se seleccionará la opción "Cargar familia" desde la pestaña "Insertar" en Revit y se importará el modelo en el dibujo. Desde esta herramienta se podrán cargar archivos de familias desde una biblioteca local, sin embargo, dado que este componente se ha realizado de forma manual, se importará desde una biblioteca externa a la de Autodesk.

Como se ha mencionado en párrafos anteriores, se importará en primer lugar la familia creada de línea amarilla de seguridad, sin embargo, en el modelo de la estación, este componente se verá modificado. La estación de metro no es completamente recta y, por tanto, el andén de la estación presenta una morfología curvada si esta se observa desde una vista en planta (*véanse planos 1 y 2*).

Debido a las pequeñas dimensiones de la banda de botones amarilla diseñada en el archivo de familia, cuando este se importe en el dibujo, el propio componente será copiado tantas veces como sea necesario hasta ocupar longitudinalmente el tramo de andén delimitado para ello.

Por tanto, la línea de seguridad de cada lado de la estación de metro estará formada por decenas de tramos de archivos de familia superpuestos hasta conseguir la longitud y curvatura necesaria. Para mayor comodidad, se realizará un primer tramo de 6 complementos de botoneras unidos en un grupo. Estos grupos se unirán después hasta conseguir la extensión y radio de giro deseado (*véanse planos 1 y 2*).

Para el diseño de la línea amarilla de seguridad del lado longitudinalmente opuesto del andén, es decir, en circulación ferroviaria opuesta de unidades de metro, se seleccionará todo el tramo de la línea amarilla de seguridad ya implantado y se copiará simétricamente sobre el tramo opuesto.

3.7.2 BARANDILLAS

En el diseño de la estación de metro de Colón existen tres tipos de barandillas, las de las escaleras mecánicas, las escaleras de emergencia y las que cubren los huecos de ventilación de las salas auxiliares.

En el caso de las barandillas de las escaleras mecánicas, estas serán conjuntas a las propias escaleras y, por tanto, no serán necesario diseñarlas dado que están incluidas en la propia familia. No será el mismo caso para las barandillas de las escaleras de emergencia.

Las barandillas de las escaleras de emergencia de ambos lados de la estación tendrán su base en el andén de la estación y su restricción superior en la planta vestíbulo. Por tanto, estas barandillas seguirán el mismo recorrido que el de las escaleras de emergencia previamente diseñadas. Se distinguen dos tipos de tramos de barandillas para el recorrido de la escalera de emergencia:

- Barandilla de hueco interior
- Barandilla exterior adjunta a pared

Dado que el segundo tipo está sujeta a las paredes del recorrido de la escalera de emergencia, únicamente se diseñará la barandilla que protege el hueco interior.

La modificación de los balustres de las barandillas sirven para editar el modelo asimilándolo a los modelos instalados en la propia estación de metro de Colón. Las barandillas están formadas por 6 raíles horizontales, pero dependiendo del tramo en el que se encuentre se instalarán balustres o no. En los apartados anteriores se han diseñado las barandillas de tal forma que los balustres sirvan de sujeción para todos los raíles horizontales en todos los tramos con curva y al inicio y final de cada tramo de escaleras.

Tal y como se muestra en la *figura 33*, se modelizará el modelo de la barandilla de las escaleras de emergencia modificando las siguientes propiedades de diseño:

- Patrón principal de familia de balustres: Ninguno
Al desactivar esta opción se eliminan los balustres principales que tienen su base en la cota de inicio de la escalera.
- Start post: Base en rail 6 y parte superior en rail 1
- Corner post: Base en rail 6 y parte superior en rail 1
- End post: Base en rail 6 y parte superior en rail 1

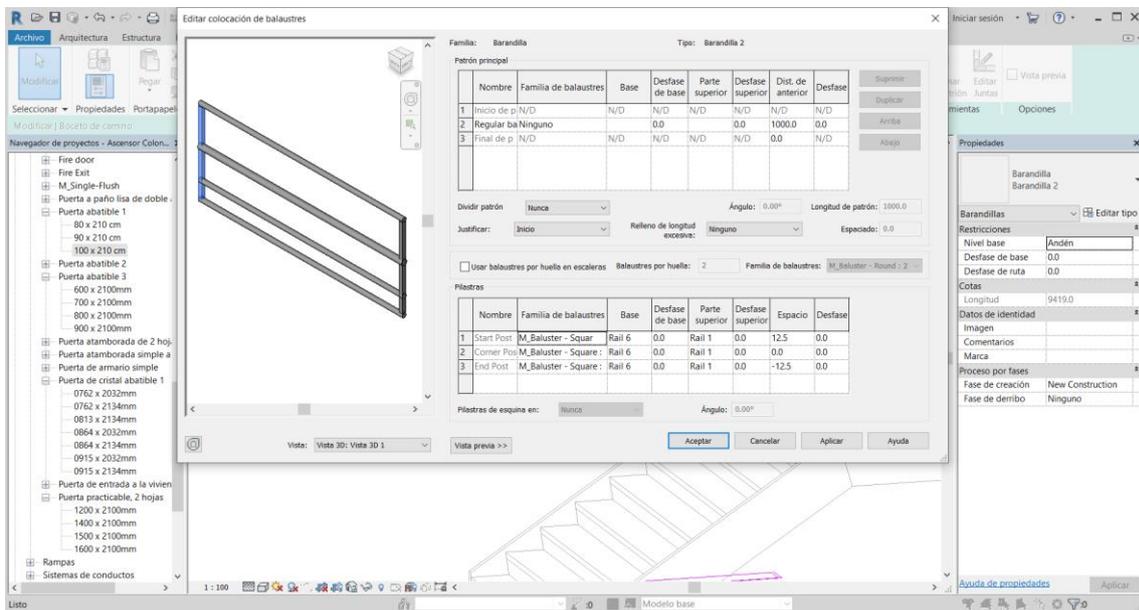


Figura 33: Cuadro de edición de las barandillas.

En la *figura 33* se muestra el cuadro de propiedades de edición de un tipo de barandilla en el programa de Revit. Se observa la modificación de los parámetros mencionados en el párrafo anterior para el correcto diseño de las barandillas.

Una vez se ha finalizado con el diseño de las barandillas, el siguiente paso es la asignación de estas a las escaleras de emergencia de la estación de metro de Colón. Se asignarán dos tramos de barandillas, uno para las escaleras de emergencia correspondientes al lado de Alameda, y otro tramo para el lado de Xàtiva.

3.7.3 MOBILIARIO

En este punto del documento se especifican los componentes de la familia de mobiliario que se han insertado en el modelo de Revit. A continuación, se van a numerar todos los tipos de componentes utilizados de esta familia y se detallará la ubicación de cada uno de ellos. Se recuerda que en el modelo de la estación de metro existen 4 niveles diferenciados: Vestíbulo, Comercial, Ventilación y Andén.

- Mesas, sillas, mostradores y ordenadores completos

Este tipo de componentes estarán presentes en dos de los cuatro niveles de la estación. Dado que existe una cabina de control en la planta vestíbulo para controlar el acceso de usuarios al andén de metro, en ese espacio se instalarán 3 escritorios con 3 mesas y 3 sillas. Además de estos componentes, en cada una de las mesas instaladas se asignará un ordenador completo.

En la planta comercial, existe una zona disponible para los locales comerciales. Por tanto, en este espacio se instalarán mesas y sillas para que los trabajadores de este espacio realicen los trabajos de oficina correspondientes. Habrán casos donde existan únicamente mesas vacías y otras por el contrario, con ordenadores completos. Otro caso distinto serán los mostradores situados a las entradas de las oficinas, los cuales se les asignarán una mesa de un modelo distinto al convencional y un ordenador de apoyo.

Los componentes insertados en el modelo pertenecen a las familias de sillas, mesas, ordenadores y mostradores. Solamente se ha representado el local comercial situado en el lado de Xàtiva ya que a día de hoy es el único que se encuentra actualmente en servicio. Los locales comerciales del lado de Alameda sirven actualmente de almacenes, por lo que no se añadirán estos elementos en el modelo de Revit. El mismo caso será para la asignación de los muros de cristal de las oficinas del lado de Xàtiva, donde en el caso del lado de Alameda se mantendrán los acabados genéricos.

3.7.4 CUARTOS HÚMEDOS

En este punto del documento se especifican los componentes que se han instalado en el modelo para la creación de cuartos húmedos. En la estación de metro de Colón únicamente existe un cuarto húmedo y este es accesible para personal autorizado por FGV. Este cuarto húmedo está situado en el nivel de vestíbulo junto a el cuarto de bombeo de residuales (*véase plano 7*). El cuarto húmedo estará dividido en 3 zonas:

- Zona común: En esta área hay únicamente instalada una pila doble. Esta zona será común, es decir, será de uso compartido entre personal masculino y femenino.
- Zona inodoro masculino
- Zona inodoro femenino

Estas tres áreas formarán un cuarto húmedo, y este será el único que se encuentre en la estación de Colón. Este cuarto húmedo será usado mayormente por los agentes de estaciones que se encuentran en la cabina de control de la planta vestíbulo de la estación. Sin embargo, habrá un cuarto de limpieza en el lado de Alameda a nivel ventilación donde habrá instalado un lavadero. Esta sala no se considera cuarto húmedo, sino cuarto de limpieza.

3.7.5 UNIDAD DE METRO

En este punto del documento se realizará una explicación de cómo se han insertado las familias de vagones de metro. Estas familias se han descargado previamente desde una página web (*RevitCity (2019), Objects*) para que luego pueda incluirse en el modelo de Revit.

Dado que no se han encontrado modelos de unidades de metro europeas se ha optado por seleccionar una unidad americana entre esta y una asiática. Aunque no será exactamente el modelo de metro correspondiente con el que circula por la línea de Metrovalencia, se utilizará este a modo de referencia para representar la circulación del convoy.

Se ha descartado la versión asiática dado que esta unidad circulaba sobre una losa magnética, es decir, circulaba sobre un rail magnético y no una sobre una vía convencional.

A la hora de importar el componente sobre el modelo, el primer paso será cargar la familia de metro en el modelo de Revit. Una vez ha sido cargado en el modelo, este componente se ubicará sobre las vías diseñadas en el punto 3.3.6.5 *DISEÑO E INSTALACIÓN DE LA VÍA* del documento.

Se instalarán 2 unidades de metro en el lado de la vía en dirección Xàtiva situándose al final del tramo de la estación. Para el lado de la vía con dirección Alameda se insertará únicamente una unidad, pero también ubicada al final del tramo del andén. En la figura siguiente se muestra en el modelo de Revit la colocación de las unidades de metro del lado del andén con dirección Xàtiva.

Tanto estas dos unidades, como la unidad que circula en dirección Alameda, tendrán su base en nivel de vía. La base de este componente estará en las ruedas de la unidad y su restricción superior corresponderá a la altura del propio convoy. Esta restricción superior estará por debajo de la catenaria instalada en la estación de metro de Colón en ambas direcciones de circulación.

3.7.6 COMPONENTES VARIOS

En este punto del documento se especifican los componentes de las distintas familias restantes que se han insertado en el modelo de Revit. Estos componentes corresponden con familias del tipo semáforos, puertas, bancos, papeleras, canceladoras, máquinas de venta de billetes y personas.

A continuación, se van a numerar todos los tipos de componentes utilizados de las distintas familias y se realizará una descripción de ellas. Se recuerda que en el modelo existen 4 niveles (Vestíbulo, Comercial, Ventilación y Andén) y estas familias mencionadas anteriormente estarán repartidas a lo largo de estos niveles:

- Semáforos

Existen dos semáforos para cada dirección de circulación del convoy. Se insertará uno a la entrada y otro a la salida del andén, de este modo habrá un total de cuatro semáforos en todo el complejo de la estación de Colón.

Los semáforos no estarán situados a cota de nivel de vía, sino que se instalarán a nivel de andén y dos de ellos ubicados en las esquinas del suelo del andén más cercanas al lado de Alameda. Los otros dos estarán ubicados al final de ambas líneas de seguridad del andén, pero en el lado de Xàtiva.

Dado que en una vista en perfil desde el lado de Alameda, el semáforo situado en la vía con dirección a la estación de Xàtiva tiene los focos puestos en la dirección del observador. El caso contrario ocurre con el semáforo instalado en la vía con dirección a Alameda.

- Puertas

Existen un total de 51 puertas en el completo modelo de la estación. El número de puertas por cada nivel serán los siguientes: Andén (7), Ventilación (17), Comercial (13) y Vestíbulo (14). Las puertas estarán colocadas en los muros de separación entre las distintas salas. Dependiendo de la sala donde se sitúe la puerta, esta será de un modelo simple o doble. Además, también se representará el lado

donde esta realizará su apertura. Existirán un total de 4 modelos distintos de puertas en el modelo de Revit de la estación de metro de colón en todos sus niveles.

Se instalará el tipo de puerta abatible 1 de 100x210cm desde la biblioteca de Revit para las puertas que sean de acceso a usuarios de metro, es decir, zonas comunes. Sin embargo, para las puertas de acceso a salas auxiliares únicamente accesibles a personal autorizado se instalarán puertas abatibles tipo 3 de 90x210cm desde la biblioteca de Revit.

Sin embargo, habrá dos tipos de puertas más en el modelo de Revit de la estación. El primer tipo de puertas son las que se instalarán en las entradas y salidas de las escaleras de emergencia. Este tipo de puertas serán puertas practicables de 2 hojas de 120x210cm y serán cargadas desde la biblioteca de Revit. Estas puertas estarán instaladas a ambos lados de la estación en los niveles de andén, comercial y ventilación.

El último modelo de puertas que se cargarán en el modelo, serán las correspondientes a las entradas de los locales comerciales situados en la planta comercial y la puerta de la cabina de control de la planta vestíbulo. Estas puertas serán importadas desde una página web (*BimObject(2020),products*) para simular la morfología y composición de las puertas instaladas actualmente en la planta comercial del modelo de Revit.

- Bancos

Se han colocado un total de 4 bancos a lo largo del andén de la estación. Sin embargo, en el modelo, se visualizarán únicamente dos de ellos ya que cada uno de estos se formará a partir de la unión de dos de ellos. La función de los bancos instalados en la estación es la mejorar la posición de espera de los usuarios cuando se encuentren en la estación.

Del mismo modo que para las puertas de cristal del punto anterior, los bancos instalados en la estación se han importado desde la página web *BimObject*. Esto es debido a que no se han encontrado en la biblioteca de Revit bancos con propiedades similares a los instalados en la actualidad. De este modo, se ha importado en el dibujo un modelo de banco de piedra sin respaldo de 60x240cm. Dado que se han unido en el modelo dos bancos seguidos, las dimensiones totales del banco serán de 60x480cm.

Los bancos se situarán en el nivel de andén sobre el eje longitudinal de la estación, y se colocarán a ambos lados del ascensor andén-vestíbulo, entre las bases de las escaleras mecánicas que conectan el nivel de andén con el descansillo del nivel ventilación (*véase figura 58*).

- Papeleras

Se han colocado un total de 2 papeleras a lo largo del andén de la estación. La función de estos componentes es la recogida de papeles usados y otros desperdicios que se encuentren presentes en una estación.

Del mismo modo que para los bancos del punto anterior, las papeleras instaladas en la estación se han importado desde la página web *BimObject*. Esto es debido a que no se han encontrado en la biblioteca de Revit papeleras con propiedades similares a los instalados en la actualidad. De este modo, se ha importado un modelo de papelera común de metal similar al instalado actualmente.

Las papeleras se situarán en el nivel de andén entre los bancos de piedra y el ascensor andén-vestíbulo a ambos lados de la estación de metro de Colón.

- Canceladoras

Se han colocado un total de 15 canceladoras en la planta vestíbulo de la estación de metro de Colón. Sin embargo, en el modelo, habrá dos canceladoras con unas dimensiones especiales destinadas al acceso de personas con movilidad reducida (PMR). Estas dos canceladoras estarán situadas en los puntos más cercanos a ambos lados de la cabina de control. La disposición de las canceladoras estará repartida en línea recta hasta las barandillas que protegen el hueco de las escaleras de acceso a la planta comercial a ambos lados de la estación (véanse planos 7 y 8).

La función de las canceladoras instaladas en el modelo será permitir o restringir el acceso a la estación de los usuarios desde el exterior. Las canceladoras permitirán el acceso de usuarios cuando estos hayan adquirido un título de transporte válido.

Del mismo modo que para las papeleras del punto anterior, las canceladoras instaladas en la estación también se han importado desde una página web, pero en este caso desde *RevitCity*. Esto es debido a que no se han encontrado en la biblioteca de Revit torniquetes de acceso de ningún tipo o similares.

Las dimensiones de estas canceladoras serán las de los estándares cumpliendo juntamente con el *Plan de accesibilidad de FGV*, tanto las canceladoras de acceso individual, como las de acceso de PMR.

- Máquinas de Venta de billetes

Se han colocado un total de 4 máquinas en la planta vestíbulo de la estación de metro de Colón. Sin embargo, aunque no se hayan encontrado máquinas específicas para este caso, se han instalado máquinas para validar tickets de garajes ya que la función será la misma. La disposición de las máquinas de venta de billetes estará repartida en línea sobre un lado del muro pantalla de acceso a la estación de Colón desde la entrada por la Plaza de Pinazos a nivel vestíbulo (véanse planos 7 y 8). Estas máquinas se encuentran perpendicularmente de la línea imaginaria que forman las canceladoras y la cabina de control.

El objetivo de estas máquinas es comprar y recargar títulos de transporte más rápido y fácilmente optimizando los tiempos de espera medios de la compra de billetes en ventanillas. Del mismo modo que para las canceladoras del punto anterior, las máquinas de venta de billetes instaladas en la estación de Colón se han importado desde una página web, pero en este caso desde *BimObject*. Esto es debido a que no se han encontrado en la biblioteca de Revit componentes con características y morfología similares.

Las dimensiones de estas máquinas de venta de billetes serán las establecidas en el *Plan de accesibilidad de FGV*, estas máquinas tendrán que ser accesibles a todo tipo de usuarios, incluidos los PMR.

- Personas

En este punto se especifican los grupos de familias de personas que se han cargado en el modelo de Revit. Estas familias corresponden con hombres y mujeres con diferentes vestimentas en distintas posiciones corporales. Este grupo de familia estará repartido por todas las áreas por donde un usuario de metro pueda transitar en la estación de metro de Colón. Es decir, se asignarán



componentes en forma de personas en todos los niveles de la estación excepto en zonas auxiliares, ya que estas áreas estarán transitadas únicamente por personal autorizado por FGV.

La familia de personas cargada dispone de 4 tipos de familia de hombre y 6 tipos de familia de mujer.

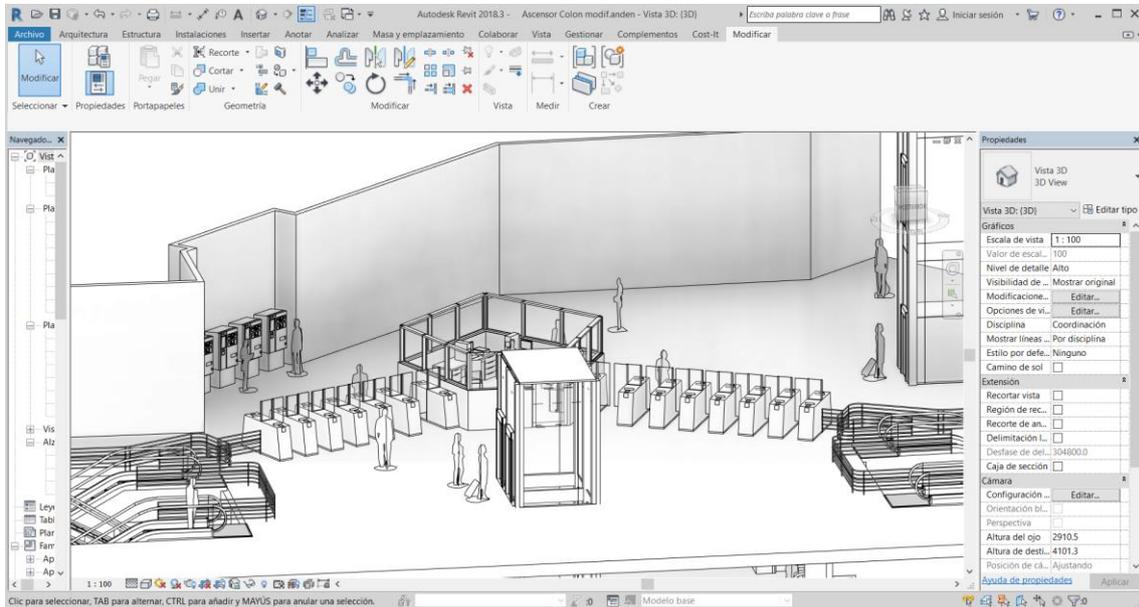


Figura 34: Personas situadas en el vestíbulo del nivel vestíbulo de la estación de Colón.

En la *figura 34* se observa el centro del vestíbulo de la estación de metro de la calle Colón. En ella se muestran los dos grupos de canceladoras conectados con la cabina de control y al fondo de la imagen el grupo de máquinas de venta de billetes del nivel vestíbulo. Al fondo-derecha de la imagen, junto al ascensor vestíbulo-calle, se ubicará la entrada a la estación por la Plaza de Pinazos de Valencia. Por último, repartido a lo largo del vestíbulo, se observan las distintas familias de personas circulando por el vestíbulo del nivel vestíbulo de la estación.

3.8 RESULTADO DE LA MODELIZACIÓN DE LA ESTACIÓN DE METRO DE COLÓN EN REVIT

Este punto será el último del documento referido a la modelización de la estación de metro de Colón. En los siguientes apartados se mostrarán diferentes vistas en 3D y en secciones de diferentes partes de la estación una vez se ha finalizado con la modelización del modelo. Además, el último punto de este apartado se realizará una presentación de los resultados a través de un visor denominado *BIM360* donde se podrá visualizar el interior de la estación desde cualquier punto que se desee.

La primera figura corresponderá con la representación de la planta inferior de la estación. Esta planta será la correspondiente al nivel de andén de la estación de metro de Colón.



Figura 35: Representación en 3D del nivel andén en Revit.

En la *figura 35* se observa, con un estilo visual de trazado de rayos, la planta inferior de la estación de metro de Colón. En esta figura se representa el resultado de la modelización arquitectónica de todos los elementos y componentes mencionados en los puntos anteriores del documento.

La siguiente figura corresponderá con la planta comercial de la estación de metro de Colón. Para su completa visualización, se ha utilizado la herramienta “Caja de sección” para situar la base en la planta comercial y la restricción superior en la planta vestíbulo.

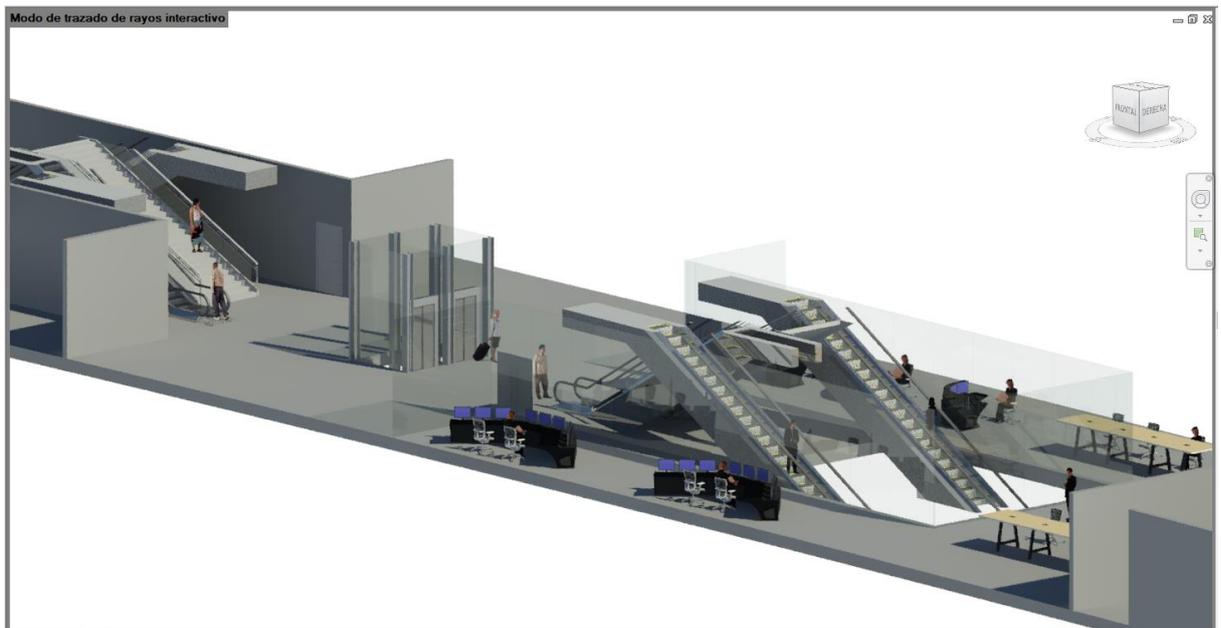


Figura 36: Representación en 3D del nivel comercial en Revit.

En la *figura 36* se observa, con un estilo visual de trazado de rayos, la planta comercial de la estación de metro de Colón. En esta figura se representa el resultado de la modelización arquitectónica de todos los elementos y componentes mencionados en los apartados previos del documento.

La siguiente figura corresponderá con la última planta de la estación de metro de Colón. Esta planta será la equivalente al nivel vestíbulo de la estación de metro de Colón. En este caso no se utilizará la caja de sección, sino que se mantendrá activa la vista de la planta de ventilación.



Figura 37: Representación en 3D del nivel ventilación en Revit.

En la *figura 37* se observa, con un estilo visual de trazado de rayos, la planta vestíbulo de la estación de metro de Colón. En esta figura se representa el resultado de la modelización arquitectónica de todos los elementos y componentes mencionados en los puntos anteriores del documento. Se ha mantenido activa la vista de la planta comercial para visualizar la conexión de las escaleras de los distintos niveles con la planta de vestíbulo.

No se ha hecho hincapié en las salas auxiliares de ninguno de los niveles de la estación, dado que son habitaciones cerradas y por tanto no presentan interés alguno. Estas salas se representarán únicamente en la sección transversal y longitudinal de la estación (*figuras 38 y 39*).

Por otro lado, tampoco se ha representado el nivel de ventilación ya que prácticamente en la totalidad de la planta están asignadas salas auxiliares. Los descansillos de las escaleras mecánicas en este nivel serán los únicos casos exentos, sin embargo, estos se verán representados en vistas posteriores.

La siguiente figura corresponderá con la representación de la sección transversal de la estación de metro de Colón. Esta sección corta por el ascensor andén-vestíbulo ubicado en el centro del andén de la estación. Para su representación se ha utilizado la herramienta "Caja de sección".



Figura 38: Sección transversal por ascensor andén vestíbulo de la estación de metro de Colón.

En la *figura 38* se diferencian, con un estilo visual de trazado de rayos, cada una de las plantas que componen la estación de metro de Colón. Desde esta vista en perfil se representa el resultado de la modelización arquitectónica de todos los elementos y componentes mencionados en los puntos anteriores del documento.

Se observan las distintas salas descritas en puntos anteriores como las galerías de ventilación, salas auxiliares, aljibe de pluviales, conducciones eléctricas, etc... y la visualización de todos los niveles que componen la estructura de la estación.

La siguiente figura corresponderá con la representación de la sección longitudinal de la estación de metro de Colón. La sección corta por eje longitudinal situado en el centro del andén de la estación por el ascensor andén-vestíbulo. Para su representación se ha utilizado la herramienta "Caja de sección".

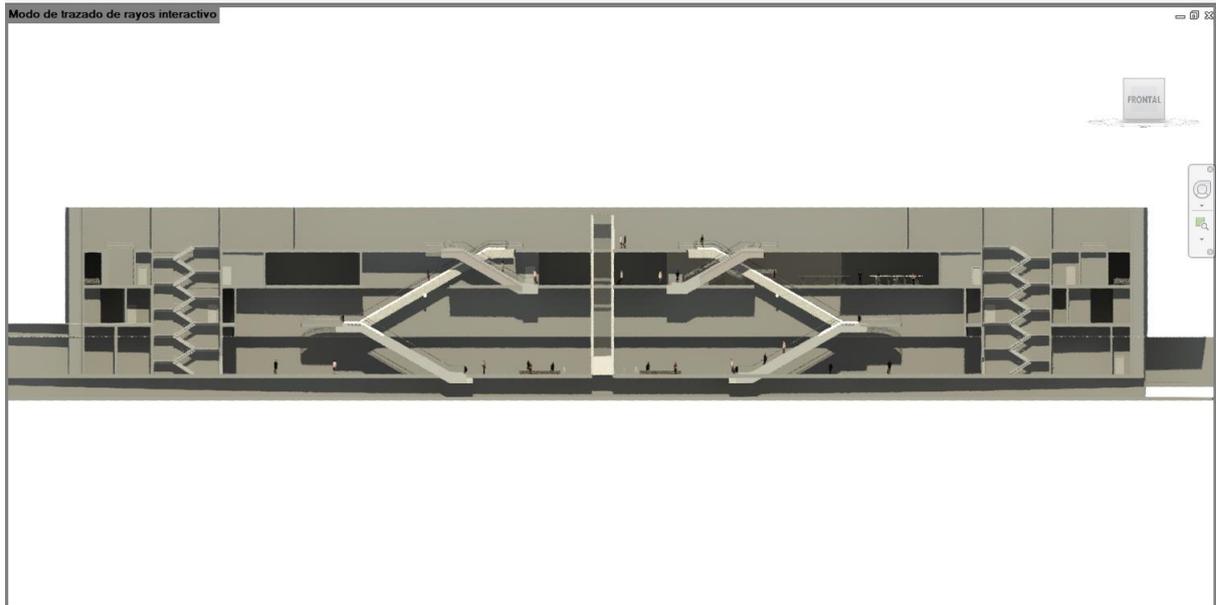


Figura 39: Sección longitudinal por ascensor andén-vestíbulo estación de metro de Colón.

En la *figura 39* se diferencian, con un estilo visual de trazado de rayos, cada una de las plantas que componen la estación de metro de Colón. Desde esta vista en alzado se representa el resultado de la modelización arquitectónica de todos los elementos y componentes mencionados en los puntos anteriores del documento.

Para una mejor visualización de los resultados en Revit, se ha optado por ocultar todas las familias de muros del modelo. De este modo se podrán observar el resto de las familias del diseño arquitectónico de una forma más realista. Esta vista muestra la sección longitudinal por el ascensor andén-vestíbulo de la estación de metro de Colón.

A diferencia de las figuras anteriores, en este caso si se han representado las salas auxiliares de los lados de Alameda y Xàtiva de los distintos niveles de la estación de metro de Colón.

La *figura 64* también muestra con claridad los tramos de escaleras mecánicas que conectan la planta andén y la planta comercial con el nivel vestíbulo. En esta vista si se observa el descansillo situado en la planta de ventilación de la estación de metro.

Por último, se puede observar la disposición del ascensor andén-vestíbulo que conecta los niveles andén, comercial y vestíbulo, situado en el centro de la sección longitudinal de la estación de metro de Colón.

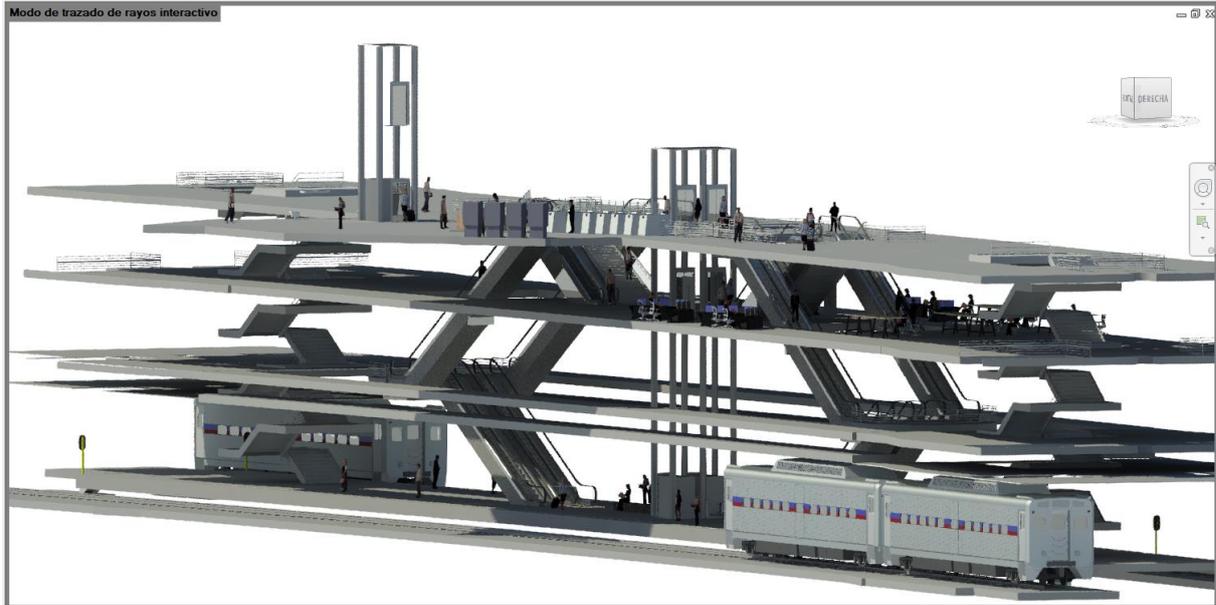


Figura 40: Representación en 3D de los niveles que componen la estación de metro de Colón.

En la *figura 40* se diferencian, con un estilo visual de trazado de rayos, cada una de las plantas que componen la estación de metro de Colón. A diferencia de la *figura 39*, esta vista no será en alzado, sino en 3D con un acabado realista de todos los elementos y componentes instalados en el modelo de Revit.

En esta vista se pueden observar las conexiones entre andén y vestíbulo de las escaleras mecánicas y del ascensor andén-vestíbulo. Además, tanto en la *figura 39* como en la *figura 40* se pueden visualizar los tramos de escaleras de emergencia situados a ambos lados longitudinales de la estación y que conectan los niveles andén, ventilación, comercial y vestíbulo de la estación de metro de Colón.

En la última figura correspondiente a este documento, se representará el modelo realizado en Revit con el programa BIMvision. Este programa es un visualizador que permite circular libremente por cualquier espacio del modelo diseñado previamente en Revit. Para ello se deberá exportar el modelo de Revit desde un archivo desde una extensión .rvt a .ifc.

De este modo se podrá realizar un recorrido por todos los espacios que componen la estación de metro de Colón. Este recorrido se podrá visualizar en modo caminante o en modo vuelo dependiendo de por donde quiera moverse el usuario por la estación.



Figura 41: Visualización del andén de la estación de metro de Colón en BIMvision.

En la *figura 41* se representa el andén de la estación de metro en una vista 3D en el programa BIMvision. A diferencia de las vistas representadas en Revit, la visualización en este programa es más realista y por ello los elementos serán más oscuros.

Sin embargo, la ventaja principal de este programa es la posibilidad de visualizar cualquier espacio diseñado de la estación de metro de Colón como si de un usuario de metro se tratase. Se podrá circular libremente tanto por zonas accesibles a usuarios de metro como para áreas restringidas a personal autorizado por FGV.

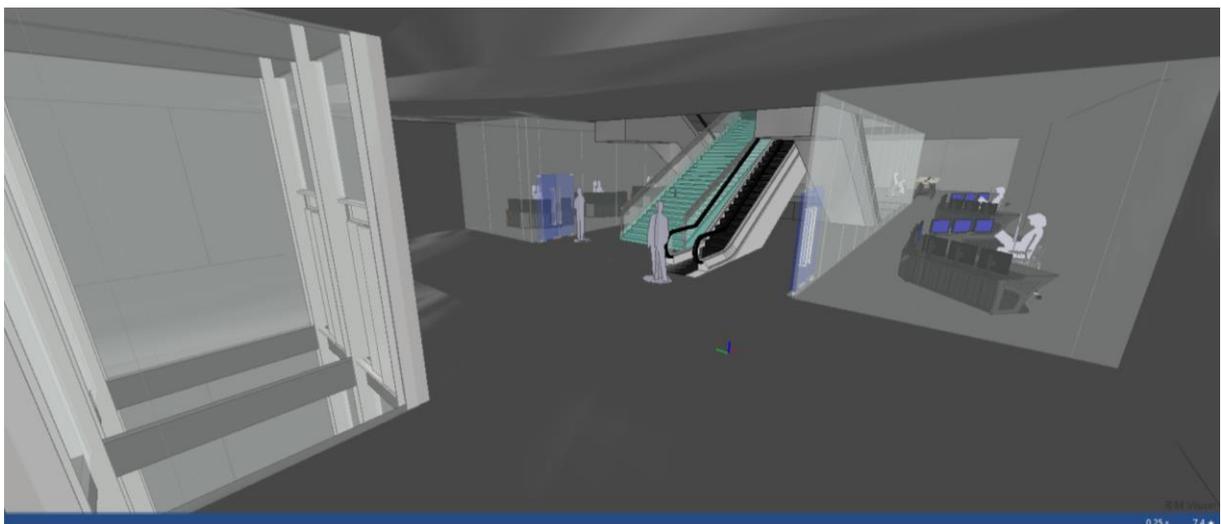


Figura 19: Visualización del vestíbulo de la planta comercial de la estación de metro de Colón en BIMvision.

En la *figura 42* se puede observar, desde una perspectiva realista, el resultado de la modelización del vestíbulo de la planta comercial de la estación de metro de Colón.

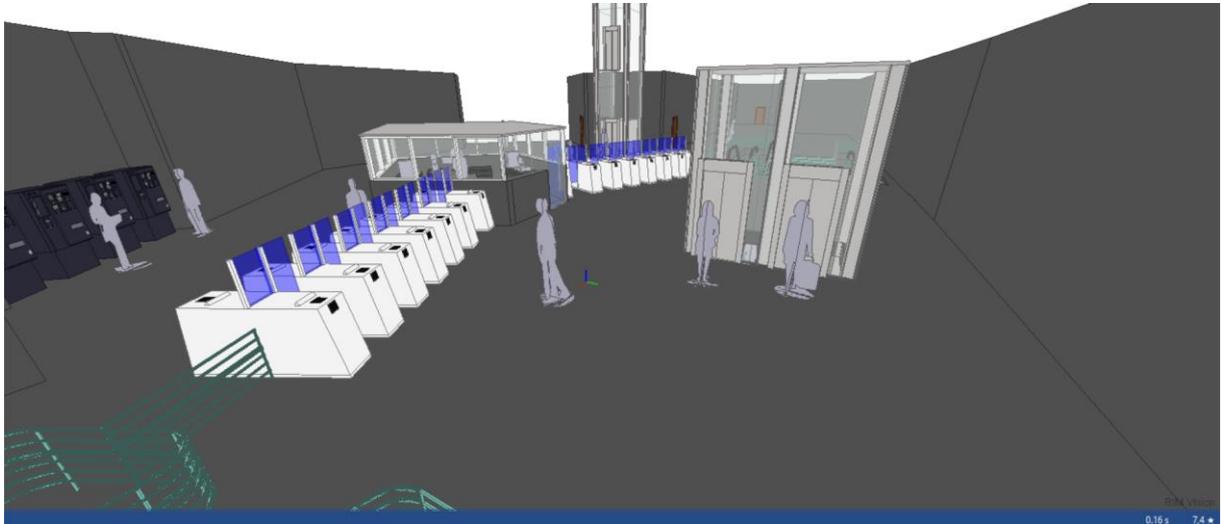


Figura 42: Visualización del vestíbulo del nivel vestíbulo de la estación de metro de Colón en BIMvision.

En la *figura 42* se puede observar, desde una perspectiva de color del objeto, el resultado de la modelización del vestíbulo del nivel vestíbulo de la estación de metro de Colón. Por último, en la *figura 43*, se representará el modelo con una transparencia parcial en 3D para visualizar todos los elementos que componen la estación de metro de Colón.

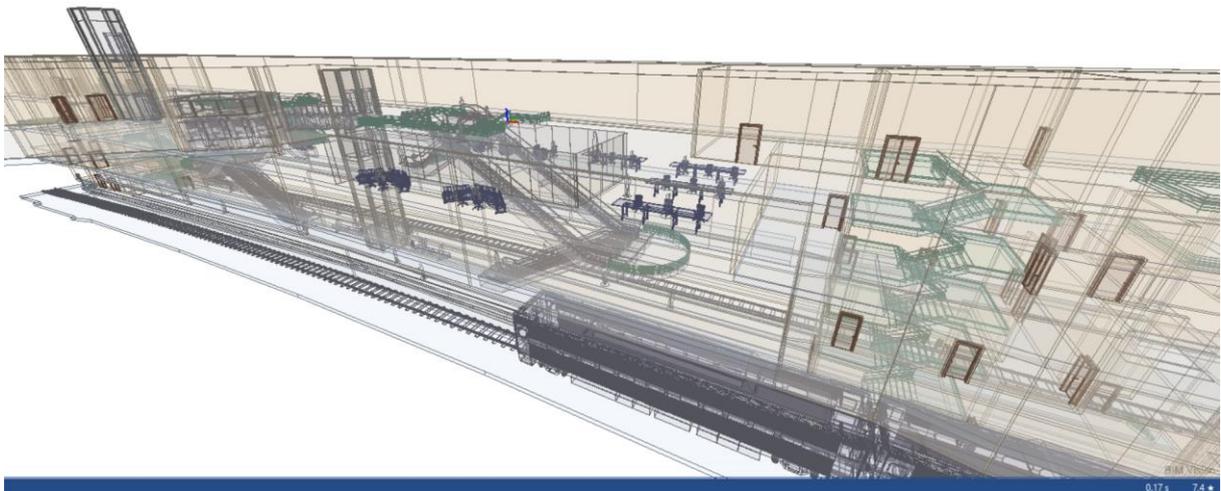


Figura 43: Visualización en transparencia parcial de la estación de metro de Colón en BIMvision.

La *figura 44* representará la estación de metro de Colón con una transparencia parcial pero desde una vista superior del modelo.

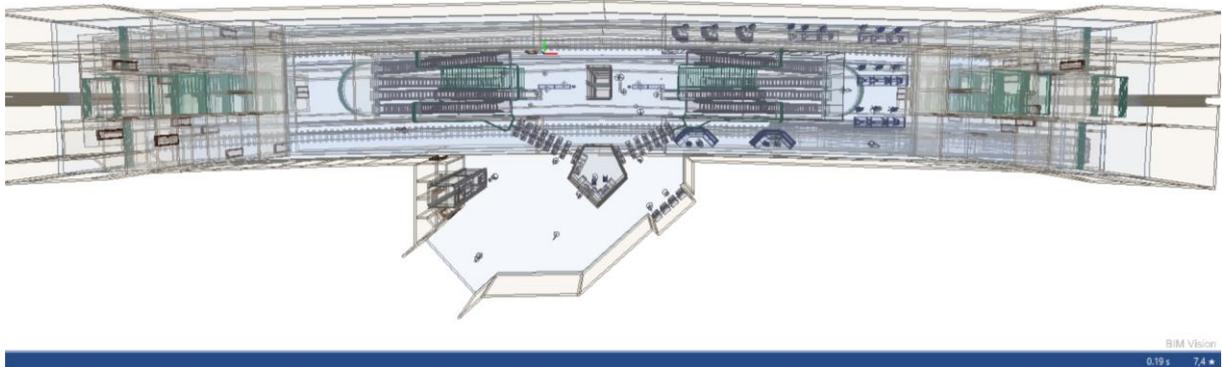


Figura 44: Visualización en transparencia parcial desde vista en planta de la estación de metro de Colón en BIMvision.

Las figuras 44 y 45 representan la estación de metro de Colón en 3D con una transparencia parcial del modelo desde una vista en planta y en alzado respectivamente. Al activar la opción de transparencia parcial en BIMvision, se observan todos los componentes insertados a lo largo del documento en el modelo de Revit. En la figura 45 se diferencian los distintos colores correspondientes a los componentes de muros, puertas, escaleras, mobiliario y otros elementos de familias presentes en el modelo.

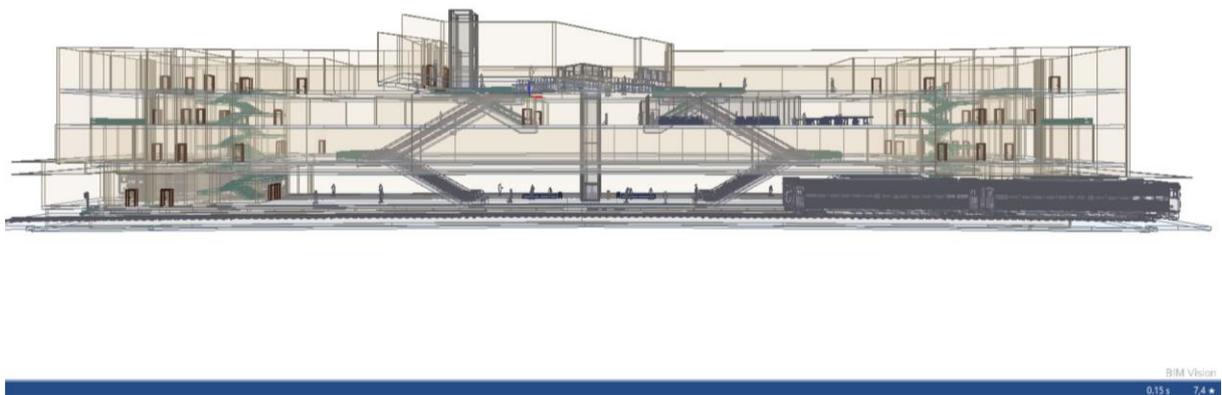


Figura 45: Visualización en transparencia parcial desde vista en alzado de la estación de metro de Colón en BIMvision.

4. ESTUDIO DE SUSTITUCIÓN DEL ASCENSOR DE LA ESTACIÓN DE COLÓN ENTRE LOS NIVELES ANDÉN Y VESTÍBULO DE METROVALENCIA

4.1 ANTECEDENTES

Como se ha hecho mención en el apartado 1.2 *TRAMO EN ESTUDIO. BREVE RESEÑA HISTÓRICA* del documento, en septiembre de 1998 se prolongó la Línea 3 de Metrovalencia desde la estación de Alameda hasta la de Av. del Cid. Esta línea contaría con las estaciones intermedias de Colón, Xàtiva y À. Guimerà a la vez que se puso en servicio el ramal entre las estaciones de Colón y Jesús.

Esta actuación constituyó un hito clave en la evolución de Metrovalencia que conectaría los lugares de mayor demanda potencial como son la Plaza del Ayuntamiento y la Calle Colón. Además, esta conexión permitiría el trasbordo en À. Guimerà de la Línea 3 con las Líneas 1 y 2 de metro (*Figura 2*).

Un año después, en 1999 se inauguró el tramo de 2,4 km entre Av. Del Cid y Mislata-Almassil, conectando los núcleos urbanos del oeste de la ciudad de Valencia con mayor densidad de población como es el de Mislata.

El siguiente gráfico muestra la variación en número de viajeros (en millones) por año transportados por Metrovalencia desde la inauguración del primer tramo de túnel hasta la actualidad.

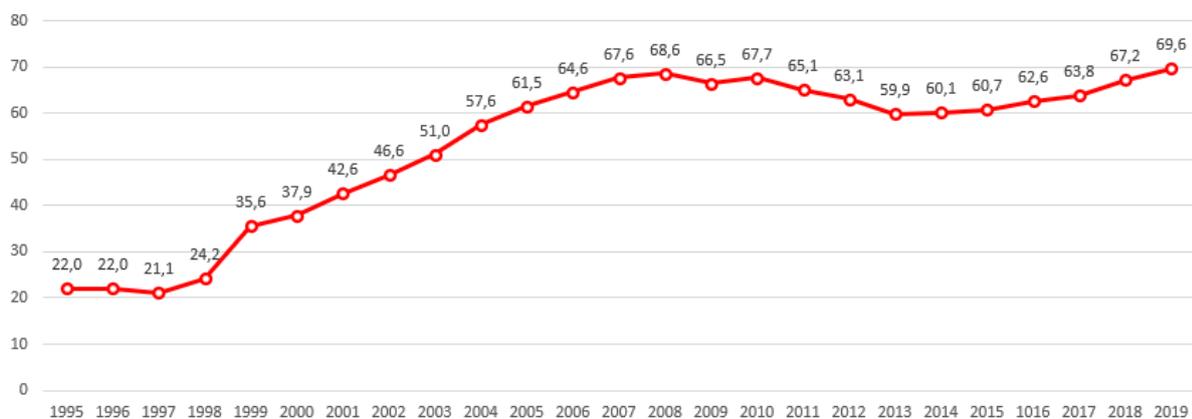


Gráfico 1: Millones de pasajeros transportados por Metrovalencia. Fuente: Elaboración propia.

En el *gráfico 1* se muestra cómo ha ido evolucionando los pasajeros en millones de personas conforme los años. Como se puede apreciar, debido a inauguración del túnel que conectaría las estaciones de Alameda y Av. Del Cid, se produce un aumento significativo en el aumento del número de usuarios de metro. Es por este motivo que en el año 1999 se observe un aumento del 47,1% en el cómputo total de personas transportadas por Metrovalencia.

A día de hoy, la estación de metro de Colón es la segunda estación con mayor volumen de viajeros por año de la red de Metrovalencia (4.520.931), por detrás de Xàtiva (5.459.784). Estos datos son el resultado de la conexión directa con los lugares de mayor demanda de la ciudad de Valencia como la Plaza del Ayuntamiento y la Calle de Colón.

En la actualidad, la estación de metro de Colón de la red de Metrovalencia, tiene asignadas 4 líneas de metro que conectan los núcleos metropolitanos con el centro de la ciudad de Valencia. Estas líneas serán: Rafaelbunyol-Aeroport (3), Marítim-Serrería-Aeroport (5), Marítim-Serrería-Torrent Avinguda (7) y Alboraya-Peris Aragó-Ribarroja del Túria (9) de la red de Metrovalencia.

4.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como se ha mencionado en el punto anterior, la estación de metro de Colón fue inaugurada en el año 1998. Por lo tanto, todos los equipamientos e instalaciones relativos a esta estación también lo serán, entre ellos el ascensor que conecta el andén con el vestíbulo de la estación.

Con el paso de los años, Metrovalencia ha experimentado un aumento del número de usuarios en sus instalaciones, y a día de hoy, la estación de metro de Colón es la segunda con mayor volumen de viajeros. Tras 22 años desde su apertura, algunos equipamientos de la estación de Colón se han quedado obsoletos, y precisan de mejoras para adaptarse a las necesidades actuales.

Cuando se instaló en 1998 el ascensor que conectaría el andén con el vestíbulo de la estación de Colón, era un modelo fiable, de calidad e innovador en el transporte vertical. A día de hoy, ese modelo de ascensor se encuentra obsoleto si se compara con las necesidades actuales de transporte de personas integrado en el sector ferroviario. Debido al gran volumen de usuarios de metro que circulan por la propia estación, el ascensor instalado en la estación de Colón entre los niveles de andén y vestíbulo no cumple con las capacidades demandadas de transporte vertical de usuarios a ciertas horas del día.

La propuesta de solución que se presenta a este problema, es la sustitución de este ascensor obsoleto por 1, 2 e incluso 4 ascensores que funcionen de forma simultánea entre los niveles de andén y vestíbulo en la estación de metro de Colón. De este modo, en los siguientes apartados del documento se elaborará un estudio de sustitución donde se detallarán los motivos por los cuales se ha elegido o descartado cada una de las soluciones propuestas inicialmente.

En la primera parte del documento se realizará una toma de datos para conocer el volumen y el tipo de usuarios de metro que utilizan el ascensor andén-vestíbulo para cada día de la semana en una semana del año usual. Posteriormente se compararán las características de diseño de los nuevos modelos de ascensores propuestos con el instalado actualmente. Por último, se adjuntará al final del documento un presupuesto donde se desglosará el coste del equipamiento necesario y de la obra civil que se deba realizar para la solución de sustitución propuesta.

4.3 ZONA DE ACTUACIÓN

En este apartado del documento se determinará la ubicación del ascensor que conecta los niveles de andén y vestíbulo de la estación de metro de Colón. Para ello, se accederá al proyecto original proporcionado por el archivo de FGV *“Liquidación provisional de las obras de arquitectura y equipamiento de las estaciones e instalaciones mecánicas y eléctricas de la línea 5 del metro de Valencia, tramo Alameda-Avinguda”*. En este archivo se localizan los planos que posicionan geográficamente la estación de metro de Colón en la ciudad de Valencia (véase Plano 15).

En el *Plano 15* se representa en un tono azulado oscuro el hueco destinado al volumen ocupado por la construcción de la estación de metro de Colón. La estación se ubica longitudinalmente en la propia calle Colón de Valencia, a la altura de la Plaza los Pinazos. Se observa en el archivo adjunto que la estación de metro de Colón tiene dos salidas a nivel de calle, una en la propia calle Colón y la otra sobre la Plaza de los Pinazos esquina con la calle de Don Juan de Austria.

Una vez se ha determinado la localización exacta de la estación de metro de Colón, el siguiente paso será establecer la ubicación del ascensor que conectará los niveles andén y vestíbulo sobre el plano de situación de dicha estación (*véase Plano 16*).

El *Plano 16* muestra la planta general del nivel vestíbulo de la estación de metro (elevación +6.25m) ubicado sobre la Calle de Colón de la ciudad de Valencia (elevación +11.15m). Desde una vista más en detalle, se observan en un tono azul claro las líneas de contorno que delimitan el perímetro del nivel vestíbulo de dicha estación ubicada bajo la Calle de Colón. Como se puede observar en este plano, la estación de metro ocupa prácticamente la totalidad del ancho de la calzada de la Calle de Colón. Debido a la longitud de la propia estación, si el contorno de la estación se proyectara sobre el nivel de calle, esta cortaría con las calles Don Juan de Austria, Pérez Bayer, Isabel la Católica y Sorni de la ciudad de Valencia (*véase Plano 16*).

En ese mismo plano, se ha resaltado desde una vista en planta en el plano general de la estación de metro, la ubicación del ascensor andén-vestíbulo en un tono azul oscuro y el ascensor vestíbulo-calle en un tono rojo. A efectos de diseño, en este proyecto únicamente se estudiará el caso del ascensor que conecta los niveles de vestíbulo y andén de la estación de metro, ya que el estudio de sustitución del ascensor vestíbulo-calle se ejecutará en otro documento ajeno a este proyecto.

Como se puede observar en el *Plano 16*, el ascensor andén-vestíbulo está situado en el punto medio de la estación de metro de Colón. Se comprueba esta afirmación dado que los ejes longitudinales y transversales centrales de la estación cortan por el centro del hueco de dicho ascensor. Una vez se ha determinado la localización exacta del ascensor andén-vestíbulo, se puede comenzar con el siguiente paso, el estudio de sustitución de dicho ascensor.

4.4 ESTUDIO DE SUSTITUCIÓN

En este apartado del documento se realizará un estudio para sustituir el ascensor instalado en la estación de metro de Colón entre los niveles andén y vestíbulo. Para el correcto desarrollo de dicho estudio, éste se desglosará sobre los siguientes puntos:

- Análisis del entorno y toma de datos
- Situación actual del ascensor andén-vestíbulo
- Propuestas de Solución

En el primer punto se realizará un estudio previo del número de usuarios de metro que utilizan el ascensor. Se diferenciará el tipo de usuario que utiliza el ascensor así como la hora del día a la que lo usa. Por último se realizará una media aritmética de todos los días que se han realizado las tomas de datos de los usuarios a distintas horas y obtener así un resultado estimado del total de viajeros que usan este transporte vertical al día y posteriormente extrapolarlo al mes.

En el segundo punto, se detallarán en primer lugar las características de diseño del ascensor que conecta las plantas andén y vestíbulo de la estación de metro de Colón. Posteriormente se compararán los resultados de la

toma de datos del punto anterior con los valores de capacidades de transporte disponibles por dicho ascensor. Y por último, se enumerarán los motivos por los que dicho ascensor se encuentra en fase de estudio de sustitución.

En el tercer punto se propondrán una serie de posibles soluciones de sustitución al obsoleto ascensor instalado actualmente. En este apartado se detallarán las 3 posibles soluciones de sustitución posibles enumerando las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. También se tendrán en cuenta las normativas europeas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores, en particular para los ascensores de pasajeros.

4.4.1. ANÁLISIS DEL ENTORNO, TOMA DE DATOS Y SITUACIÓN ACTUAL DEL ASCENSOR ANDÉN-VESTÍBULO

El ascensor a estudiar conecta los niveles andén y vestíbulo de la estación de metro de Colón. Este ascensor se ubica en el punto medio de la estación, es decir, su centro corta con los ejes longitudinales y transversales centrales de dicha estación (véase *Plano 16*).

A día de hoy, la estación de metro de Colón tiene un volumen anual de 4.520.931 usuarios. Sin embargo, no todos esos viajeros tomarán el ascensor como medio de transporte vertical para ascender o descender entre los niveles andén, comercial o vestíbulo. Si se quisiera obtener el promedio diario de viajeros que utilizan el ascensor de Colón, se consultarán los archivos de viajeros de FGV. Dado que cada mes del año el número de usuarios será distinto, se realizará un promedio para todos los meses del año 2019. Una vez obtenido el promedio mensual, se realizará la misma operación para la obtención del valor promedio diario de usuarios de metro en la estación de Colón.

El número de pasajeros promedio diario que circulan por la estación de Colón es de 12.386 en un día usual. Obviamente habrán días donde los valores reales de tráfico de usuarios de metro se alejará del promedio diario establecido. Estos días a los que se hace referencia pueden ser tanto laborables, fines de semana o incluso festivos.

Actualmente no existen bases de datos previas donde se especifiquen las cifras exactas del número de viajeros que utilizan el ascensor como medio de transporte vertical. Del mismo modo, tampoco se conocerán datos acerca del tipo de usuario ni de la franja horaria que lo utiliza.

Por ello, se elaborará una base de datos donde se representará el número total de usuarios que utilizan el ascensor para un día de la semana específico. Además, en dicho estudio se clasificará el tipo de viajero y la franja horaria sobre la que el usuario viaje con el ascensor de la estación de metro de Colón. Todo este proceso de toma de datos se realizará manualmente con la ayuda de una hoja Excel y de los videos de las cámaras de seguridad situadas en el nivel vestíbulo de la estación.

Esta hoja Excel servirá de contador de viajeros, el objetivo de esta toma de datos será la obtención del número de pasajeros que hacen uso de dicho ascensor a día de hoy. Para el recuento del número de viajeros, se ha escogido una semana típica del año, sin festivos, vacaciones o eventos especiales, esta semana será la del 30 de septiembre de 2019.

En dicha semana se han escogido 3 días naturales y un fin de semana completo para el recuento de los usuarios. Los días de la semana escogidos para la realización del estudio serán lunes, miércoles, viernes, sábado y domingo. Dado que los valores variarán dependiendo del día de la semana escogido, se elaborará otra hoja donde se representarán los valores promedios de la suma de los viajeros de ascensor de todos los días de la semana.

A la hora de realizar el estudio previo del número de viajeros que utilizaron el ascensor durante la semana del 30 de septiembre, únicamente se tomará como referencia los pasajeros que se representen en la pestaña promedio del archivo Excel. Esto es debido a que en dicha pestaña de Excel ya se recogen los datos de todos los días de la semana mencionados en el párrafo anterior.

Debido a la amplia magnitud de la toma de datos realizada, en este punto del documento se mostrarán únicamente los resultados promedios. El resto de valores obtenidos a partir de los distintos días de la semana estudiados se adjuntarán en el *ANEXO B* del documento para su comprobación en caso de que fuera necesario.

Además de las tablas de datos donde se clasificarán en número y tipo de usuarios que hacen uso del ascensor, en el *ANEXO B* también se adjuntarán con dichas tablas los correspondientes gráficos elaborados para la lectura de los resultados para los días estudiados. Estos gráficos corresponderán con el porcentaje del tipo de usuarios que hacen uso del ascensor, el número total de usuarios (por franjas horarias) que hacen uso del ascensor y los desplazamientos que realiza el ascensor dependiendo de la franja horaria del día de estudio.

Para la representación de los resultados nos centraremos en los valores promedio, sin embargo, en casos como la búsqueda del valor máximo de usuarios por hora, este valor se localizará en las tablas de los días estudiados y no en la tabla promedio. A continuación, se muestra la *Tabla 1* donde se representan los valores promedio de los usuarios que hacen uso del ascensor andén-vestíbulo de la estación de metro de Colón.

ASCENSOR COLON												
PROMEDIO SEMANA												
USUARIO	Nº VIAJES	3-5am	5-7am	7-9am	9-11am	11-13pm	13-15pm	15-17pm	17-19pm	19-21pm	21-23pm	23-1am
PMR	86,4	0	0,4	3,6	8,2	16,8	12,8	10,6	15,6	13,6	4,2	0,6
Usuarios de edad avanzada	38,6	0	0,4	2,2	3,2	7,8	6,4	3,4	8,4	5,8	0,8	0,2
Minusválidos	37,8	0	0	1,4	4,4	6,6	4,4	5,6	6,2	5,6	3,2	0,4
PMR clase 1	16,2	0	0	0,2	2,8	3,4	1,6	1,8	2,8	2,4	0,8	0,4
PMR clase 2	21,6	0	0	1,2	1,6	3,2	2,8	3,8	3,4	3,2	2,4	0
*Lisiados	10	0	0	0	0,6	2,4	2	1,6	1	2,2	0,2	0
Carrito Bebé	172,2	0	0	1,8	13,8	30,4	24,6	25	35,6	31	9,4	0,6
Niños	35	0	0	0,4	1,4	2,8	4,4	6,6	10	6,4	3	0
Maletas	20,6	0	1,8	1,6	1,8	3,4	3,6	2,2	1,8	1,6	1,8	1
Servicio de Limpieza	6	0	0	2,4	0,2	1,6	0,2	0	1,6	0	0	0
Bicicletas	4	0	0	0,6	1	0,6	1	0,2	0,4	0,2	0	0
Patinete Eléctrico	2,8	0	0	0,2	1	0,2	0,6	0,4	0,2	0	0,2	0
Usuarios sin Discapacidad	178,6	0	1,2	3,8	15,4	25,2	26,6	25,2	32,8	34,2	13,4	0,8
*Otros	12,8	0	0	0,2	2	3,6	1,8	1,6	1	1,4	0,4	0,8
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL Usuarios	518,4	0	3,4	14,6	44,8	84,6	75,6	71,8	99	88,4	32,4	3,8
Desplazamiento SIN usuarios	142,2	0	2,2	8,4	14,8	23	18,6	17,8	22,6	21	11,8	2
TOTAL	660,6	0	5,6	23	59,6	107,6	94,2	89,6	121,6	109,4	44,2	5,8
Usuarios compartidos	239	0	1	3,2	17	34,2	34,8	32,6	50,6	46,8	16,8	2
TOTAL Desplazamientos Ascensor	421,6	0	4,6	19,8	42,6	73,4	59,4	57	71	62,6	27,4	3,8

Tabla 1: Valores promedios de usuarios del ascensor andén-vestíbulo por día.

La *Tabla 1* muestra el número de viajeros promedio por día del ascensor andén-vestíbulo de la estación de metro de Colón. Como se puede observar, se ha diferenciado en la tabla el tipo de usuario y la franja horaria donde se contabilizan los viajeros que hacen uso de dicho ascensor. A continuación se realizará una explicación del significado respecto a los valores que se representan en la *Tabla 1*.

En la columna de la izquierda se enumerarán el tipo de usuarios que hacen uso de dicho ascensor. Estos posibles usuarios serán: usuarios de edad avanzada, minusválidos (PMR Clase 1 y PMR clase 2), lisiados, usuarios con

carritos de bebé, niños, usuarios con maletas, servicio de limpieza, bicicletas, patinetes eléctricos, usuarios sin discapacidad y otros.

El grupo de PMR (Personas con Movilidad Reducida) agrupa a los usuarios de edad avanzada, minusválidos y lisiados. Del mismo modo, en el grupo de minusválidos se agrupan los usuarios de PMR de clase I y PMR de clase II. La diferencia entre la clase I y II viene dada en función de la longitud total de la silla de rueda motorizada. En base a lo estipulado en el *Plan de Accesibilidad de FGV*, las sillas de ruedas motorizadas de clase I hacen referencia a las sillas eléctricas de dimensiones estándar, mientras que las de clase II hacen referencia a las de tipo "Scooters".

Se debe mencionar que en el grupo "Otros" se han contabilizado usuarios de FGV, seguridad, paquetería, snacks, y compras (supermercados y grandes almacenes). Por otro lado, dentro de la familia "Lisiados" se agrupan los usuarios con muletas, andadores, cojos, discapacitados visuales y auditivos.

En la segunda columna si se comienza por la izquierda, se contabilizarán el número total de viajes realizados por los usuarios de metro a lo largo del día. Estos valores corresponderán al sumatorio del número de viajeros que utilizan dicho ascensor en las franjas horarias repartidas a lo largo del día. Las franjas horarias sobre las que se ha realizado el estudio corresponden con intervalos de 2 horas con inicio a las 3am y con final a la 1am del día siguiente. Estos valores vienen representados en el resto de las columnas de la *Tabla 1*.

En las filas inferiores de la *Tabla 1* se distinguen 3 zonas, dichas zonas están sombreadas en tonalidad roja, gris y verdosa respectivamente. Cada fila sombreada de la tabla representará un dato específico del ascensor en estudio, a continuación se detallará el significado de los valores correspondientes a dichos sombreados:

- En el sombreado de tonalidad roja, se muestra la suma correspondiente al número total de usuarios (independientemente del tipo) para cada una de las franjas horarias de estudio. Además, en la columna del número de viajes, se representa el total de usuarios que hacen uso del ascensor independientemente del tipo de usuario o de franjas horarias.

Este valor corresponde con el número de usuarios que utilizan el ascensor como medio de transporte vertical para acceder a los niveles de andén, comercial o vestíbulo de la estación de metro de Colón por día. El número de pasajeros promedio que transporta el ascensor por cada día será de 518 usuarios.
- En el sombreado de tonalidad gris, se muestra la suma correspondiente al número de desplazamientos del ascensor cuando este no transporta ningún usuario. Es decir, se contabilizan el número de viajes que ha realizado el ascensor cuando este circula vacío. De este modo, en la fila "Desplazamiento sin usuarios" se representa el número de viajes realizados en vacío por el ascensor dependiendo de la franja horaria del día.

En la fila "Total" se han sumado los valores de las filas correspondientes al número total de usuarios del ascensor y los desplazamientos de este en vacío. En la columna donde se contabiliza el número promedio de viajes por día, este valor corresponderá con la suma de todos los viajes realizados por el ascensor en las distintas franjas horarias del día. Por ello, el valor medio de desplazamientos que realiza el ascensor andén-vestíbulo por día será de 660 recorridos. Sin embargo, este valor no será el real, ya que en ocasiones el ascensor es compartido por varios usuarios.
- En el sombreado de tonalidad verde, se representa el número de usuarios que han compartido el ascensor en un mismo desplazamiento para distintas franjas horarias del día. Es decir, en un mismo desplazamiento

puede darse el caso de que el ascensor aumente su capacidad, hasta un máximo de 8 usuarios simultáneamente. Por ello, en la fila “Usuarios compartidos” se muestra el valor total del número de usuarios que han compartido un desplazamiento del ascensor a lo largo de las distintas franjas horarias del día.

El valor 239 equivale al número total de usuarios que comparten el ascensor por día, y este dato se obtendrá a partir de la suma de usuarios que han compartido el ascensor para todas las franjas horarias del día.

La fila “Total desplazamientos ascensor” corresponderá con la diferencia entre el total de desplazamientos del ascensor que se muestra en el punto anterior y el número de usuarios que han compartido el uso del ascensor andén-vestíbulo. De este modo se obtendrá el valor real de desplazamientos que realizará el ascensor en un día. Se ha contabilizado un valor promedio de 422 desplazamientos por día para dicho ascensor.

Como se puede observar en la *Tabla 1*, el total de usuarios que hacen uso del ascensor es mayor al total de los desplazamientos del ascensor. Esta diferencia en número de viajes se debe a que en ocasiones el ascensor es compartido por distintos usuarios. Actualmente, el ascensor instalado dispone de una capacidad máxima de 8 personas o 600 kg, pero en ocasiones, dicho ascensor es compartido por varios usuarios simultáneamente. Por ejemplo, carros de bebés con familias completas, o incluso acompañantes de usuarios de PMR.

Así pues, a día de hoy, el promedio de usuarios que hacen uso del ascensor para desplazarse entre los distintos niveles de la estación asciende a 518 pasajeros por día. Sin embargo, el promedio de desplazamientos que realiza dicho ascensor es de 422 por día.

A partir de los datos representados en la *Tabla 1*, se han elaborado una serie de gráficos para facilitar la comprensión de los valores mencionados anteriormente. Estos gráficos representarán tanto los valores promedio de los desplazamientos del ascensor como el total y tipo de usuarios que hacen uso del ascensor dependiendo de la franja horaria del día a estudiar.

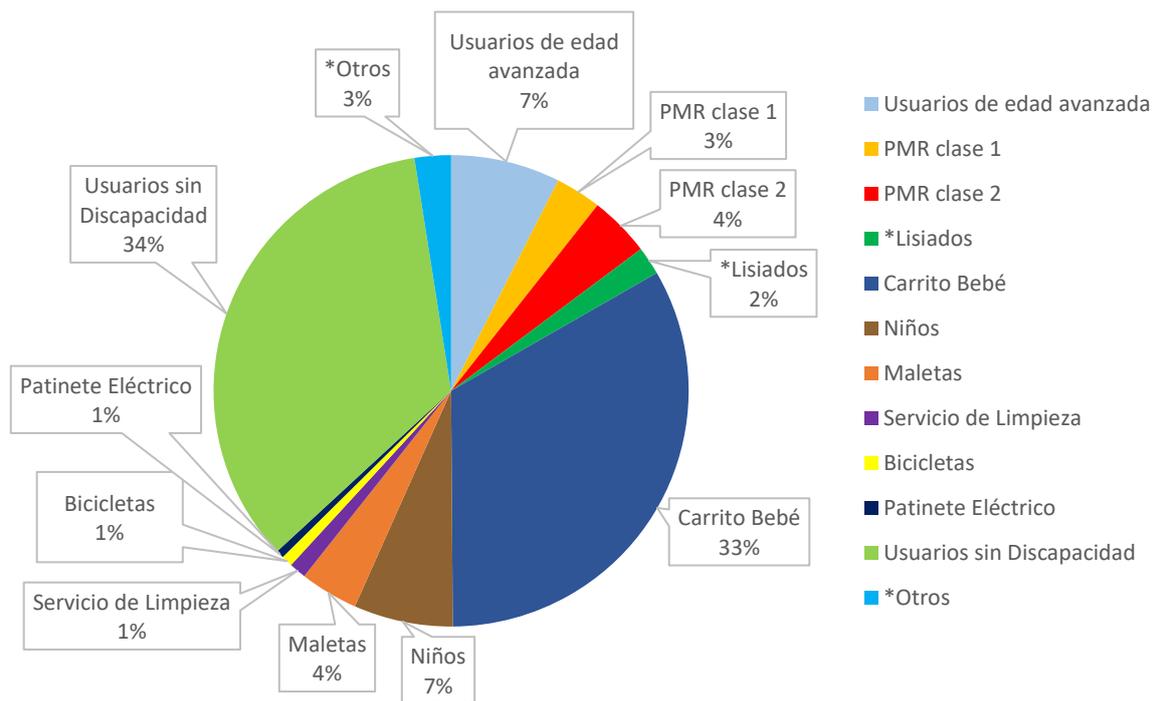


Gráfico 2: Porcentaje del tipo de usuarios que hacen uso del ascensor andén vestíbulo por día.

En el *gráfico 2* se han representado los porcentajes del tipo de viajeros que hacen uso del ascensor andén-vestíbulo. Estos ratios se han obtenido a partir de los valores promedios de desplazamientos de cada usuario que hace uso de dicho ascensor.

Como se puede observar, existen dos series que concentran la mayoría de los usuarios del ascensor, los usuarios sin discapacidades y los que circulan con carritos de bebé. Estas dos series corresponden con el 34% y 33% del total de usuarios del ascensor respectivamente.

Sin embargo, aunque el porcentaje de usuarios sin discapacidad sea alto, esto puede deberse a que en esta serie se han contabilizado la mayoría de los acompañantes de los propios viajeros como por ejemplo:

- **Familias:** En muchas ocasiones el uso del ascensor lo realizan familias completas, esto incluye acompañantes como padres, madres o abuelos. Por ejemplo, si se toma una familia común formada por un padre, una madre, un niño y un bebé, en el estudio estos usuarios se habrán contabilizado como usuarios sin discapacidad, carrito de bebé y niños respectivamente. En la serie de carritos de bebé, solamente se contabilizará a la persona portadora del carrito, y no como si de dos usuarios distintos se tratase (usuario sin discapacidad y carrito de bebé).
- **PMR:** En ocasiones, los usuarios PMR ya sean usuarios de edad avanzada, como lisiados o minusválidos (independientemente de su clase), hacen uso del ascensor con uno o más acompañantes. Estos acompañantes, ya sean familiares, amigos o ayudantes, se contabilizarán en la categoría de usuarios sin discapacidad, excepto en los casos que estos se puedan incluir en alguna de las series descritas anteriormente.

Podría entenderse que la mayoría de los usuarios que utilizan el ascensor, son aquellos que no tienen dificultades para moverse entre los distintos niveles de la estación de metro de Colón. Sin embargo, tras la aclaración anterior respecto al alto número de viajeros presentes en la serie “Usuarios sin discapacidad”, se puede decir que el grupo de usuarios que exige una mayor demanda del uso del ascensor será el de los pasajeros utilitarios de carritos de bebé.

Aunque en *gráfico 2* el porcentaje de usuarios PMR sea muy reducido en comparación con la serie que presenta el porcentaje más elevado, no por ello los usuarios PMR serán menos importantes. Uno de los objetivos principales de Metrovalencia es que todas las estaciones de la red de metro sean accesibles para usuarios PMR. Esta visión exigirá que todas las estaciones de la red de Metrovalencia tengan accesos con rampas, o en su defecto, ascensores para la circulación de pasajeros entre andenes o entre niveles estación y calle. Este objetivo se cumple en toda la red de metro excepto en la estación de València Sud, donde actualmente existe un procedimiento para que esta también se considere accesible a todo tipo de usuarios.

El *Plan de Accesibilidad de FGV* tiene como objetivo garantizar el uso y disfrute en garantías de igualdad, dignidad, autonomía, comodidad y seguridad a todos sus clientes presentes y futuros. Por este motivo, la estación de metro de Colón es accesible auditiva, visual y físicamente gracias a elementos como el ascensor que conecta el andén con el vestíbulo de la estación.

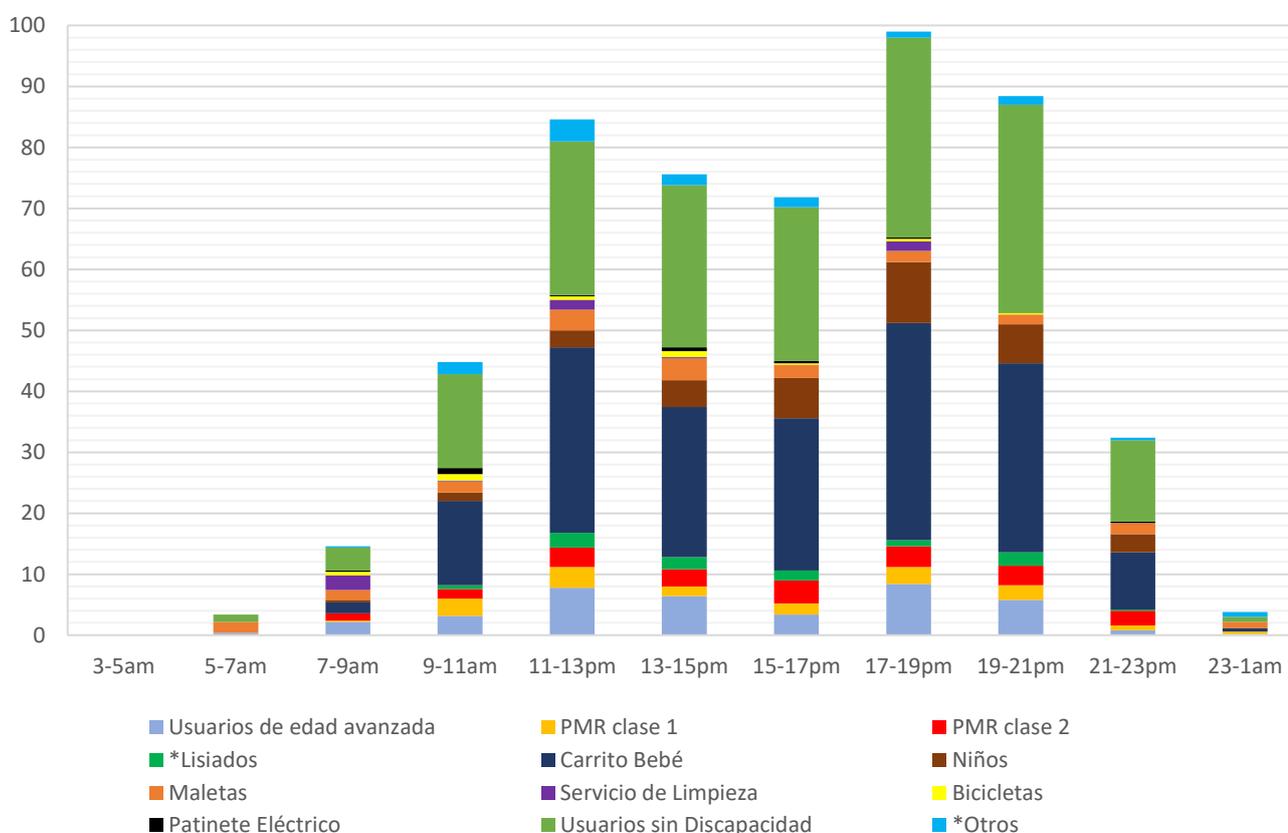


Gráfico 3: Número de usuarios por franjas horarias estación metro Colón.

El *gráfico 3* muestra una comparativa del número de viajeros que hacen uso del ascensor dependiendo del tipo de usuario y de la franja horaria del día. A diferencia del *gráfico 2*, la disposición de este gráfico permitirá realizar un estudio de las horas donde se concentra el mayor número de usuarios que acceden al ascensor andén-vestíbulo.

Como se puede apreciar en el *gráfico 3*, el punto donde se concentran el mayor número de usuarios que hacen uso del ascensor se localiza en la franja horaria entre las 17h y las 19h. Este pico de usuarios equivale a un promedio de 99 viajeros durante esa franja de dos horas. Tal y como se ha podido observar durante la reproducción de las grabaciones de seguridad, dichas horas corresponderán a franjas de alta ocupación, durante las cuales el ascensor experimenta acumulaciones de viajeros que esperan la disponibilidad de este.

Esta acumulación de viajeros viene dada mayormente por dos factores. El primer problema es número elevado de usuarios que hacen uso del ascensor en un rango de tiempo muy pequeño (2 horas). El segundo problema será el tiempo necesario para que el ascensor realice un recorrido completo entre los distintos niveles de la estación. Un recorrido completo equivale a dos desplazamientos, ambos entre los niveles de andén y vestíbulo en ambas direcciones.

Actualmente un recorrido completo del ascensor tiene una duración de 2 minutos y 30 segundos, algo inadmisibles para la segunda estación con más tráfico de usuarios de Metrovalencia.

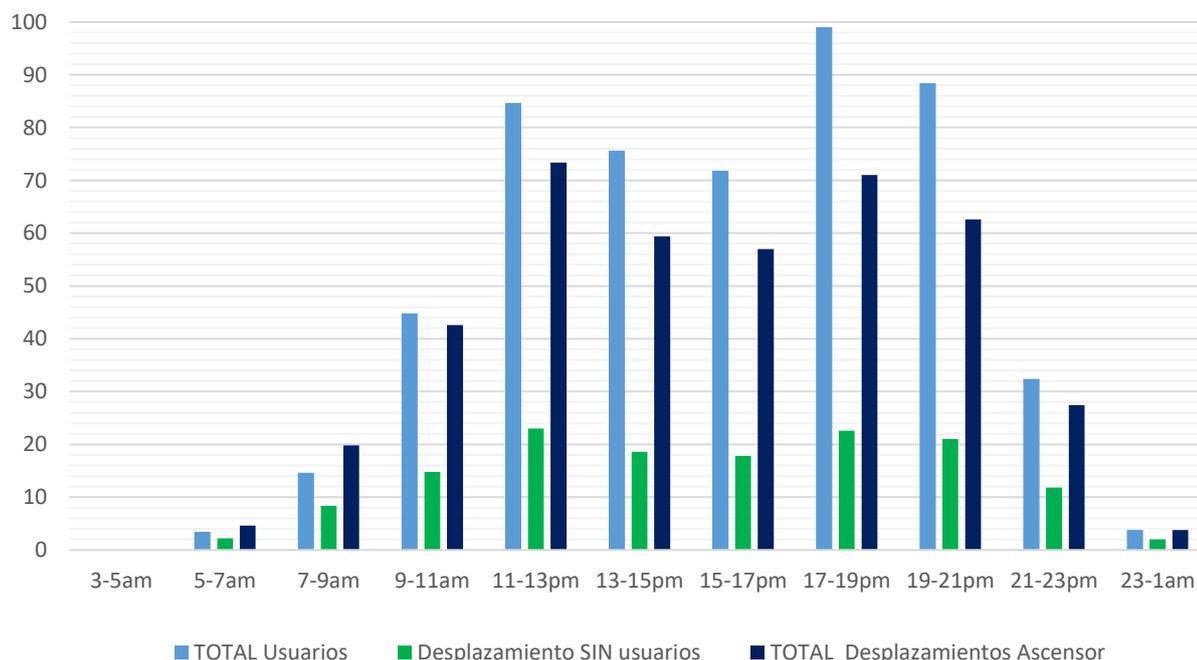


Gráfico 4: Desplazamientos ascensor por franjas de horas del día.

En el *gráfico 4* se han distribuido en grupos de 3 columnas para cada franja horaria del día, el total de usuarios que hacen uso del ascensor, los desplazamientos sin usuarios de este y el total de desplazamientos de dicho ascensor.

A diferencia del *gráfico 3*, donde se habían desglosado a lo largo del día el tipo de usuarios que hacen uso del ascensor, en el *gráfico 4* se realiza una comparativa a lo largo del día del total de usuarios y del total de desplazamientos del ascensor. Todo estos valores corresponderán con los mostrados anteriormente en la *Tabla 1*.

Las barras de color azul claro corresponderán con el número de usuarios que hagan uso del ascensor-andén vestíbulo para cada una de las franjas horarias del día. Todos estos valores de cada una de las franjas horarias coincidirán con los mostrados en el *gráfico 3*.

Las barras de color verde representan el número de desplazamientos que realiza el ascensor en las distintas franjas horarias del día. A diferencia de las otras columnas del gráfico, esta mantiene su tendencia casi lineal a lo largo del día. Los únicos desplazamientos que realiza el ascensor sin pasajeros es cuando éste recibe una llamada desde una planta distinta a donde esté situada la cabina o bien, tras un periodo de inactividad la cabina ha descendido automáticamente al nivel andén.

Las barras de color azul oscuro corresponderán al total de desplazamientos que realiza el ascensor a lo largo del día en las distintas franjas horarias. Estos valores coincidirán con los representados anteriormente en la *Tabla 1*. A diferencia de las barras de color verde, estas barras presentan una tendencia exponencial en algunos tramos, se observan picos con máximos en horas punta como son las 12am y las 18pm. Se observan Máximos en las horas centrales del día y mínimos en las horas de apertura y cierre de la estación.

Si se realiza un análisis de los datos obtenidos en el *gráfico 3*, se puede afirmar que el número de desplazamientos de la cabina del ascensor cuando esta se mueve sin pasajeros son prácticamente idénticas entre las 9am y las 11pm. Además, la mayoría de los desplazamientos en vacío del ascensor se concentran durante esta franja horaria, considerando un valor promedio de 18 desplazamientos cada dos horas.

Del mismo modo, también se observa que para las horas de mediodía y final de la tarde, el ascensor experimenta el mayor volumen de viajeros de todo el día. Se han contabilizado un total de 99 usuarios del ascensor en la franja horaria entre las 17h y las 19h del día y 85 usuarios entre las 11h y las 13h.

Todo estos valores que se han mencionado en apartados anteriores, se extraerán de la *Tabla 1*. En esta tabla se representarán los valores promedio de los datos obtenidos a lo largo de la semana estudiada. Como se ha mencionado anteriormente en este documento, la semana de estudio corresponderá a los días lunes, miércoles, viernes, sábado y domingo. De este modo, en el *ANEXO B* se adjuntarán las tablas correspondientes a los datos del número y tipo de usuarios del ascensor andén-vestíbulo para los días de la semana estudiados. Además de las tablas, en el *ANEXO B* también se añadirán, para cada día de estudio, los gráficos del porcentaje de usuarios, del desglose de los usuarios del ascensor y de los desplazamientos del ascensor (igual que en el caso promedio).

Una vez se ha finalizado con la toma de datos, el siguiente paso será la elaboración de un estudio donde se determine si el ascensor cumple con los requisitos de capacidad demandados por la sociedad actual. Para ello se tomará como punto de partida el valor máximo promedio del total de usuarios que hacen uso del ascensor independientemente de la franja horaria, este valor será 99 usuarios.

Sin embargo, este valor promedio se ha obtenido a partir de la media realizada de todos los días de la semana estudiados. Tal y como se muestra en el *ANEXO B* del documento, en la franja horaria del sábado entre las 19-21h del archivo *Promedio*, existe un pico en el número de usuarios de 136 personas.

Si se realiza una comparativa entre la capacidad de transporte del ascensor y la demanda máxima, se podrá comprobar si el actual ascensor cumple con los requisitos actuales de la sociedad en términos de capacidad. A día

de hoy, el ascensor realiza un recorrido completo en 2 minutos y 30 segundos, dicho de otro modo, la capacidad del ascensor será de 24 desplazamientos por hora.

Por otro lado la demanda promedio máxima de usuarios que hacen uso del ascensor será de 50 usuarios por hora, mientras que la demanda máxima que se da (independientemente del día) será de 68 usuarios/hora. Existe una diferencia de un 36% entre el total de usuarios representados en la tabla promedio y los de la tabla del sábado.

Para el estudio de capacidad, se compararán los valores obtenidos de capacidad del ascensor y los calculados del total de usuarios. Se calculará la capacidad del ascensor por cada viaje para los casos promedio y los máximos (sábado). En el caso promedio, se obtiene una capacidad de 2 usuarios por desplazamientos, mientras que en el caso máximo será de 2,8 usuarios/desplazamiento.

A modo resumen, en la siguiente tabla se representarán los resultados expuestos anteriormente:

CAPACIDAD ASCENSOR	Promedio	Máximo (sábado)
<i>Desplazamientos/hora</i>	24	24
<i>Usuarios/hora</i>	50	68
<i>Usuarios/desplazamiento</i>	2,08	2,83

Tabla 2: Valores capacidades ascensor.

Como se ha mencionado anteriormente, entre los valores promedio y máximo hay una diferencia de un 36%. El número de usuarios que puede hacer uso del ascensor simultáneamente pasa de 2 a casi 3 usuarios. Estos valores están dentro del rango de capacidad máxima del ascensor (6 personas). Aunque la capacidad del ascensor sea de 6 personas, esto no es motivo para que en ocasiones donde existe un alto volumen de usuarios, haya riesgo de acumulación de viajeros que esperan al ascensor.

Como se ha podido observar las grabaciones de seguridad, los problemas más comunes de capacidad se deben a la acumulación de usuarios de carritos de bebé. El motivo principal es que los sábados por la tarde, familias completas se trasladan a zonas de ocio como centros comerciales y tiendas situadas en la superficie de los alrededores de la estación de metro de Colón. Así pues, la capacidad máxima del ascensor ya no será de 6 personas, sino de 2 usuarios de carritos de bebés. El mismo caso ocurre con los usuarios PMR, debido a las dimensiones de las sillas eléctricas, la capacidad del ascensor se reducirá también a 2 usuarios PMR (si es de clase II la capacidad será de 1 usuario).

De este modo, si la capacidad máxima del ascensor se ha reducido hasta un valor inferior al de la demanda de viajeros, a partir de este momento el ascensor andén-vestíbulo tendrá más usuarios en espera de los que este pueda desplazar, y por tanto, se acumularán viajeros en sus accesos. Este problema será uno de los principales motivos por los que se ha proyectado un estudio para la sustitución del ascensor de la estación de metro de Colón.

A día de hoy, del promedio de 12.386 usuarios que circulan diariamente por la estación de metro de Colón, solamente una media de 518 pasajeros por día tomarán el ascensor como medio de transporte vertical entre las plantas andén, comercial y vestíbulo. Este valor promedio representará que el 4,2% del total de usuarios que circulan por la estación de metro de Colón harán uso del ascensor.

Otro problema que se presenta en la actualidad es la tendencia al alza del número de usuarios que utilizan el metro como forma de transporte cada año. Como se puede observar en el *gráfico 1*, en el año 2019 se contabilizó el máximo histórico del número de usuarios transportados por Metrovalencia con un total de 69,4 millones de viajeros al año. Para este año en curso, se proyecta que se superen la barrera de los 70 millones de usuarios. Sin embargo, en el caso del año 2021 las expectativas serán mayores, ya que la apertura de la nueva línea 10 (L10) de tranvía que conectará los barrios de Nazaret y la Ciudad de las Artes y las Ciencias con el centro de la ciudad de Valencia supondrá un incremento exponencial en el número de usuarios anuales de Metrovalencia.

El final de línea de la L10 (estación de Alacant) estará conectada mediante un túnel peatonal con la estación de Xàtiva (L3), y ésta a su vez, estará conectada directamente con la estación de metro de Colón. Por este motivo, el problema expuesto anteriormente de acumulación de usuarios que hacen uso del ascensor de la estación de metro de Colón se verá incrementado seriamente.

Se proyecta que en esos casos, el ratio de usuarios en horas punta sea de 3,5 por desplazamiento en algunos casos concretos (fines de semana y días festivos por las tardes). Este ratio podría tener una incidencia más desfavorable si se elaborara un estudio desglosado mensualmente donde hay mayor tráfico de usuarios de metro, como es el caso de los meses de junio y julio donde este ratio podría llegar a los 4 usuarios/desplazamiento del ascensor.

4.4.2. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

Tal y como se ha detallado en los puntos anteriores, a día de hoy, el ascensor que conecta los niveles andén, comercial y vestíbulo de la estación de metro de Colón se encuentra obsoleto. Este ascensor no cumple con la demanda de viajeros que se requiere en ciertas franjas horarias a lo largo de la semana. Estas horas corresponderán a los sábados de cada mes entre las 19-21h que será cuando al ascensor experimente el volumen máximo de transporte de viajeros.

Este problema se debe mayormente a la capacidad máxima de cabina y a la velocidad con la que dicho elevador realiza los desplazamientos. Se ha probado que para la realización de un recorrido completo (andén-vestíbulo-andén o vestíbulo-andén-vestíbulo) la duración del actual ascensor es de 2 minutos y 30 segundos. Debido a la tardanza producida por el recorrido del ascensor, este fenómeno provocará acumulaciones de usuarios tanto en el nivel vestíbulo como en el nivel andén en ciertas horas del día. Estos valores no pueden ser aceptados para la segunda estación con más tránsito de usuarios de la red de Metrovalencia.

De este modo, se elaborará una serie de propuestas para conseguir solucionar el problema de capacidad presente en el ascensor de la estación de metro de Colón. En todas las soluciones, se realizará un análisis técnico y de diseño donde se detallarán las ventajas y desventajas de cada una de ellas respecto al modelo obsoleto instalado. A continuación se expondrán las 3 soluciones al problema de capacidad mencionado, y para cada una de ellas se elaborará una breve descripción de cada actuación a realizar:

- INSTALACIÓN DE UN ÚNICO ASCENSOR

En este punto se detallarán dos posibles soluciones para la sustitución del ascensor instalado actualmente en la estación. Los dos modelos que se analizarán serán el Evolution y el Synergy de la compañía Thyssenkrupp. El objetivo será reemplazar el elevador instalado y así aprovechar su hueco para el nuevo modelo.

- INSTALACIÓN DE DOS ASCENSORES EN PARALELO

En este punto se realizará un estudio para la instalación de 2 ascensores modelo Synergy de Thyssenkrupp. Estos dos ascensores se instalarán de forma que ambas estructuras estén en paralelo para que dichas cabinas sean independientes y puedan trabajar simultáneamente. El objetivo de este estudio es que ambas cabinas puedan ocupar el hueco existente por el ascensor instalado actualmente en la estación.

- INSTALACIÓN DE CUATRO ASCENSORES

En este punto se realizará un estudio para la implantación de 4 ascensores modelo Synergy proporcionados por Thyssenkrupp. El objetivo del estudio es la instalación de 4 cabinas de ascensor que sean independientes y puedan trabajar de forma simultánea entre los niveles andén, comercial y vestíbulo de la estación de metro de Colón. Las 4 cabinas estarán distribuidas dentro de un rectángulo cuyo centro coincidirá con el del hueco del ascensor instalado actualmente en la estación. Cada uno de los ascensores estarán distribuidos de tal forma que cada ascensor ocupe una esquina del propio rectángulo.

Para todas las propuestas de solución que se presentan anteriormente, existen una serie de restricciones físicas en la estación de metro de Colón. Estas restricciones limitarán las opciones de montaje de los nuevos modelos y estos se adaptarán a las nuevas características de diseño. Es decir, para los nuevos modelos expuestos anteriormente, se les exigirá que sus características de diseño se sitúen dentro del rango de limitaciones expuesto. Las limitaciones para la sustitución del nuevo ascensor serán las siguientes:

- CONFIGURACIÓN DE DOBLE EMBARQUE

Como se puede apreciar en el *Plano 2* del documento, se ha representado la sección longitudinal de la estación de metro de Colón. Junto a la estructura del ascensor situada sobre el eje transversal central de la estación, se representa en dirección Xàtiva una boca de incendio equipada. Esta BIE situada a nivel de andén impedirá el acceso a la cabina del ascensor por este lado, y por lo tanto se mantendrán los accesos de entrada y salida al ascensor actual en el nivel de andén.

Sin embargo, tras visualizar distintas grabaciones de seguridad para el análisis de datos de los apartados anteriores del documento, se ha observado que en ocasiones los usuarios PMR tienen dificultades a la hora de entrar o salir de la cabina del ascensor. Por este motivo se ha tomado la decisión de exigir que el nuevo ascensor tenga una configuración de doble embarque para facilitar la carga y descarga de pasajeros. Esta configuración asignará que los accesos para los niveles comercial y andén se realicen por el lado de Alameda y que el nivel vestíbulo sea por el lado de Xàtiva.

- LIMITACIÓN DISTANCIA ENTRE VIGAS DE CARGA DE LA ESTACIÓN

Como se puede apreciar en el *Plano 14* del documento, se ha representado la sección longitudinal de la estación de metro de Colón. Desde esta vista se puede apreciar la distancia existente entre vigas de carga para cada uno de los niveles de la estación, en nuestro caso se hará hincapié entre vigas de carga cuya distancia sea la más restrictiva.

Como se puede observar en el *Plano 14*, la distancia entre vigas de carga será distinta para cada nivel de la estación. Por lo tanto, las vigas más restrictivas del modelo serán las situadas entre los niveles vestíbulo y comercial. Esta distancia tendrá un valor de 337 centímetros, o lo que es lo mismo 3,37 metros de separación.

En el caso de las vigas de carga entre los niveles calle y vestíbulo, estas serán las más restrictivas de toda la estación, sin embargo el recorrido del ascensor tendrá como restricción superior el nivel vestíbulo, por lo que no se contemplarán en las limitaciones de diseño.

- LIMITACIÓN DISTANCIA DEL ANCHO DEL ANDÉN DE LA ESTACIÓN

Como se puede apreciar tanto en el *Plano 1* como en el *Plano 2* del documento, se ha representado respectivamente la planta andén de los lados Alameda y Xàtiva de la estación de metro de Colón. Desde ambas vistas en los planos, se puede apreciar la distancia existente entre bordes del andén para ambos sentidos de circulación. Es decir, la distancia de ancho de andén.

Como se puede observar en los *Planos 1 y 2*, el ancho del andén será uniforme en todo su recorrido a lo largo del eje longitudinal de la estación. Por lo tanto, en este caso en particular, la distancia entre bordes del andén siguiendo el eje transversal central de la estación será de 9600 milímetros, o lo que es equivalente, 9,6 metros de separación.

Sin embargo, la limitación a la hora de realizar el diseño del nuevo modelo no la marcará el ancho del andén, sino el espacio libre que se debe dejar entre la estructura del nuevo ascensor a instalar y los bordes de andén situados a ambos lados transversales de la estación.

Tras proponer el estudio de sustitución del ascensor al departamento de accesibilidad de FGV, este recomendaba que el espacio libre entre el borde de andén y la estructura del nuevo ascensor fuera el máximo posible para facilitar el tránsito de viajeros entre los distintos puntos del andén de la estación. Sin embargo, este departamento también estableció restricciones de diseño derivados de la seguridad de los propios viajeros de metro. Así pues, el departamento de Accesibilidad exigía un espacio libre mínimo entre el borde del andén y la estructura del ascensor de 3 metros en ambos lados.

A día de hoy, existen dos paneles de información situados a ambos lados transversales de la estación junto a la estructura del ascensor (*véase Plano 17*). Estos paneles se encuentran separados transversalmente por cada lado a una distancia de 39 cm de la estructura del ascensor. Para el aprovechamiento de este espacio, en el nuevo diseño se ha optado por la retirada de ambos paneles y sustituirlos por vinilos. En total, se ganarán 540mm por cada lado transversal de la estación, 390 mm de la distancia entre panel y estructura del ascensor y 150 mm del ancho del panel. Actualmente, el espacio libre existente a ambos lados transversales de la estación entre el borde del andén y los paneles informativos es de 3,36 metros.

Esta modificación supondrá que exista un total de 2882 milímetros disponibles de ancho de hueco para la construcción del nuevo modelo de ascensor elegido (*véase Plano 17*).

Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, existe la posibilidad de ampliar el ancho del hueco del ascensor hasta dejar una distancia libre entre estructura y borde de andén de 3 metros en ambos lados transversales de la estación en caso de que fuera necesario. En este caso, el ancho de hueco disponible para el ascensor será de 3,6 metros.

A modo resumen, debido a las limitaciones de las vigas de carga y del espacio libre necesario entre la estructura del ascensor y el borde del andén, el hueco del ascensor dispondrá de unas dimensiones de 2880x3370 milímetros (véase Plano 17). Sin embargo, dado que el departamento de accesibilidad lo permite, en caso de que fuera necesario, el hueco del ascensor se podría aumentar hasta unas dimensiones de 3600x3370 milímetros (ancho x profundo).

A continuación se detallarán cada una de las soluciones propuestas para la sustitución del actual ascensor de la estación de metro de Colón. En ellas se determinarán las ventajas y desventajas por las que finalmente se aceptará o se descartará la propuesta seleccionada:

4.4.2.1 INSTALACIÓN DE UN ÚNICO ASCENSOR

Como se ha mencionado en el punto anterior, en este apartado del documento se detallarán dos posibles soluciones para la sustitución del ascensor instalado actualmente en la estación de metro de Colón entre los niveles andén y vestíbulo. Los dos modelos que se analizarán serán el Evolution y el Synergy de la compañía Thyssenkrupp. El objetivo será reemplazar el elevador instalado y así aprovechar su hueco para el nuevo modelo.

El modelo Synergy 200 de Thyssenkrupp, es un ascensor compacto el cual está diseñado con unos materiales resistentes que aumentan su eficiencia y alargan su vida útil. Este modelo cumple con las exigencias en términos de comodidad, flexibilidad y diseño para el sector ferroviario. El recorrido máximo es de 75 metros, la velocidad máxima es de 1,75m/s y la carga máxima es de 1000kg.

Además, gran parte de las dimensiones del hueco del ascensor actual se pueden aprovechar para la instalación del nuevo modelo Synergy 200. Es decir, se reemplazaría el actual modelo de ascensor por uno nuevo con mejores prestaciones. En este caso en concreto, se ha seleccionado un modelo de ascensor que se desplace a una velocidad de 1,6 m/s frente a los 0,8 m/s actuales. Esta mejora viene representada fundamentalmente por la sustitución de la configuración hidráulica del actual ascensor por uno eléctrico con mejor eficiencia.

Esta variación en la velocidad de diseño, supondrá una reducción a la mitad del tiempo necesario para que el ascensor realice un recorrido completo entre los niveles más desfavorables de la estación (vestíbulo-andén y viceversa). De este modo, se mejorará el tiempo necesario para la realización de un recorrido completo pasando de los actuales 2 minutos y 30 segundos a 1 minuto y 30 segundos. Así pues, se reducirá en un 83,3% el tiempo necesario para que el ascensor realice un recorrido completo.

Otro aspecto a tener en cuenta es, con instalación del nuevo modelo Synergy 200 se aumentaría la capacidad de la cabina en 370kg respecto al modelo hidráulico, o lo que es lo mismo, en 5 pasajeros. Estos valores representarán un aumento en la capacidad máxima de transporte de pasajeros en un 79,36%. Si se realiza un análisis de los datos de capacidad máxima y del tiempo destinado al recorrido completo del ascensor, se puede afirmar que con la instalación del nuevo modelo de ascensor, este modelo experimentará una mejora global de un 162,7% respecto al modelo hidráulico actual.

Por contra, hay que tener en cuenta que las dimensiones del modelo Synergy 200 son distintas respecto al modelo hidráulico instalado, y por tanto, habrá que proyectar una obra civil para la instalación del nuevo modelo de ascensor en la estación de metro de Colón. Sin embargo, únicamente habría que ampliar el hueco en la dirección del eje longitudinal de la estación, ya que la profundidad de la cabina del nuevo modelo será mayor que la del

ascensor hidráulico. Tal y como se muestra en la *Tabla 3*, el ancho del hueco del ascensor hidráulico puede ser usado para el modelo Synergy 200, ya que en este último caso, éste será menor al del hidráulico.

Sin embargo, no se dará el mismo caso para la profundidad del hueco, que se deberá aumentar como mínimo en 780mm (390mm por cada lado respecto al eje transversal central de la estación) hasta los 2530mm. Tal y como se ha mencionado en apartados anteriores, el departamento de accesibilidad de FGV recomendaba que no se redujera el espacio libre entre los bordes de ambos lados del andén y la estructura del ascensor. Para un único modelo de Synergy 200, el ancho del hueco respecto al del ascensor hidráulico no se verá modificado, y por tanto, la obra civil correspondiente a su instalación será destinada únicamente al aumento de la profundidad del hueco ya existente. El aumento será desde los 1,75 metros hasta los 2,53 metros, es decir 390 mm por cada lado longitudinal.

Si se realiza el mismo estudio con el modelo Evolution 200 de Thyssenkrupp, se puede mencionar que este modelo de ascensor también se adecúa a las necesidades establecidas para el caso Synergy 200. Así pues, el modelo Evolution 200 cumple con altas exigencias en cuanto a diseño y prestaciones en infraestructuras del transporte. El recorrido máximo de este modelo es de 100 metros, la velocidad máxima de 2,5m/s y la carga máxima de 2500kg.

Dado que actualmente ya existe un hueco de un ascensor hidráulico en la estación, dicho hueco se aprovechará para la instalación del modelo Evolution 200. En este caso en concreto, se ha configurado que el nuevo modelo de ascensor se desplace a una velocidad de 1,6 m/s frente a los 2,5 m/s disponibles debido a que la altura a cubrir es de 14,7 metros (muy por debajo del máximo). Aun así, se ha duplicado la velocidad de diseño del ascensor desde los 0,8 m/s del ascensor hidráulico. Esta mejora viene asignada fundamentalmente por la sustitución de la configuración hidráulica del actual ascensor por uno eléctrico con mejor eficiencia.

Del mismo modo que en el caso del modelo Synergy 200, se reducirá en un 83,3% el tiempo establecido para que el ascensor realice un recorrido completo. Sin embargo, a diferencia del modelo Synergy 200, el modelo Evolution 200 tiene una carga nominal de 2500kg, por lo que aumentaría su capacidad en 1870 kg respecto al modelo hidráulico, o lo que es lo mismo, en 24 personas.

Estos valores representarán un aumento en la capacidad máxima de transporte de pasajeros en un 198,9%. Si se realiza un análisis de los datos de capacidad máxima y del tiempo destinado al recorrido completo del ascensor, se puede afirmar que con la instalación del nuevo modelo de ascensor, este modelo experimentará una mejora global de un 282,2% respecto al modelo hidráulico actual.

Como se puede observar en las *Tablas 3 y 4*, las prestaciones en términos de capacidad del modelo Evolution 200 son mejores si se comparan con las del modelo Synergy 200. Sin embargo, el hueco necesario para la instalación del ascensor Evolution es mayor al del modelo Synergy 200, aunque ambos casos entrarían dentro de las limitaciones expuestas anteriormente por el departamento de accesibilidad de FGV. De este modo, se proyectaría una obra civil para la ampliación del hueco del ascensor donde se delimitarían 3,39 metros de espacio libre entre el borde del andén y la estructura del ascensor para ambos lados de circulación del convoy.

Actualmente existen unos paneles informativos entre el borde del andén y la estructura del ascensor, estos paneles están situados a 390mm de la estructura del ascensor sobre el eje transversal central del andén (*Ilustración 3*). Por este motivo, la ampliación del ancho del hueco del ascensor actual supondría que el espacio libre entre el borde del andén y la estructura del ascensor destinada a la circulación de usuarios se reduzca de 3,80 metros a 3,3 metros. Sin embargo, esta aplicación no reduciría el espacio libre de circulación de usuarios ya

que actualmente los paneles informativos situados entre el borde del andén y la estructura del ascensor dejan un espacio libre de 3,36 metros, y por tanto la modificación del hueco del ascensor no modificaría la distribución actual. La diferencia de distancia entre la estructura del ascensor y los paneles sería únicamente de 30mm, por lo que se optará por la retirada de estos y sustituirlos por vinilos adheribles a la estructura del propio ascensor. De este modo no solamente se habrá mejorado considerablemente la capacidad del ascensor, sino que también se habrá aumentado el espacio libre de circulación de usuarios en 30mm.

4.4.2.2 INSTALACIÓN DE DOS ASCENSORES EN PARALELO

En este apartado del documento se realizará un estudio de sustitución del actual ascensor hidráulico por dos ascensores eléctricos en paralelo. Los dos modelos de ascensor sobre los que se realizará el estudio serán los Synergy 200, ya que por las dimensiones del hueco necesarias, este será el único modelo que cumpliría con las limitaciones de ancho de andén impuestas por el departamento de accesibilidad de FGV. Es por este motivo, que dos ascensores modelo Evolution en paralelo quedan descartados. El objetivo será reemplazar el elevador instalado y así aprovechar la mayor área del hueco para el nuevo modelo.

En el apartado anterior del documento, ya se han mencionado las características de diseño del modelo Synergy 200 de Thyssenkrupp. Se recuerda que el recorrido máximo es de 75 metros, la velocidad máxima es de 1,75m/s y la carga máxima es de 1000kg. Del mismo modo que el caso anterior, se ha establecido también una velocidad nominal de 1,6 m/s frente a los 0,8 m/s del ascensor hidráulico.

Puesto que se ha reducido a la mitad la velocidad de diseño, el tiempo necesario para la realización de un recorrido completo también pasará de los actuales 2 minutos y 30 segundos a 1 minuto y 30 segundos. Así pues, se reducirá en un 83,3% el tiempo necesario para que cada uno de los ascensor es realice un recorrido completo. Como se desean instalar 2 cabinas independientes, la mejora del tiempo para un recorrido completo será de un 166,66% respecto al modelo hidráulico actual.

A diferencia del caso de sustitución de un único modelo Synergy, la capacidad máxima no sería de 1000kg, sino de 2000kg. Por tanto, se aumentaría la capacidad en las cabinas en 1370kg, o lo que es lo mismo, en 18 pasajeros. Estos valores representarán un aumento en la capacidad máxima de transporte de pasajeros en un 158,7%. Si se realiza un análisis de los datos de capacidad máxima y del tiempo destinado al recorrido completo del ascensor, se puede afirmar que con la instalación del nuevo modelo de ascensor, este modelo experimentará una mejora global de un 325,4% respecto al modelo hidráulico actual.

Por contra, debido a las dimensiones destinadas al hueco del nuevo ascensor (*véase Plano 18*), se proyectará una obra civil para la ampliación del hueco y así proceder a la instalación del nuevo modelo de ascensor en la estación de metro de Colón. A diferencia del caso anterior con un único modelo Synergy, para los dos modelos Synergy en paralelo se deberá proyectar la ampliación del hueco tanto en el eje longitudinal como en el transversal de la estación de metro de Colón.

Tal y como se muestra en la *Tabla 3*, las dimensiones del hueco destinado a la instalación de los dos modelos Synergy 200 en paralelo es de 3200x2530mm. Como se puede observar, la profundidad del hueco es la misma que para el caso de un único ascensor, ya que la disposición de los dos ascensores en paralelo se situará sobre el eje trasversal central de la estación.

En el caso de la ampliación de la profundidad del hueco del ascensor, este se deberá aumentar como mínimo en 780mm hasta los 2530mm. Este valor es menor a los 3370mm permitidos que corresponden con la distancia entre las vigas de carga más restrictivas de la estación (nivel comercial-vestíbulo). Por lo tanto, la obra civil correspondiente al aumento de la profundidad del nuevo hueco distará desde los 1,75 metros actuales hasta los 2,53 metros, es decir 390 mm por cada lado respecto al eje transversal central de la estación.

Sin embargo, el caso más crítico será la ampliación del ancho del hueco del ascensor. Tal y como se muestra en las *Tablas 3 y 4*, el ancho del hueco de dos ascensores Synergy en paralelo será de 3200mm. Igual que lo mencionado en apartados anteriores, el departamento de accesibilidad de FGV recomienda que no se reduzca el espacio libre actual situado entre el borde del andén y la estructura del ascensor para ambos lados transversales de la estación. Sin embargo, Metrovalencia considera que si se mejora considerablemente la capacidad de transporte del ascensor respecto al actual modelo, se podría reducir este espacio libre de los 3,26m actuales hasta los 3m.

Actualmente existen unos paneles informativos entre el borde del andén y la estructura del ascensor a cada lado transversal de la estación, estos paneles están situados a 390mm de la estructura del ascensor (*Ilustración 5*). A diferencia del caso de un único ascensor, para dos ascensores en paralelo el espacio libre entre el borde del andén y los paneles informativos para ambos lados de circulación si se verá modificado. A día de hoy, el espacio libre destinado a la circulación de usuarios entre ambos lados longitudinales de la estación en ambos lados transversales del andén es de 3,26metros. Tras la realización de los cálculos correspondientes, se ha determinado que el espacio libre restante una vez se instalen los dos modelos Synergy en paralelo propuestos sea de 3,19metros. Esta distancia se ha calculado del siguiente modo:

$$\text{Espacio libre: } 9600 - (1560 \times 2 + 80 + 10 \times 2) = 6380\text{mm} \rightarrow \frac{6380}{2} = 3190\text{mm} = 3,19\text{m}$$

Se ha restado al ancho del andén el sumatorio del ancho de los huecos de los dos ascensores, la separación mínima entre ambos y la estructura necesaria para ambos lados transversales del andén. Todo ello se dividirá entre dos para obtener la distancia entre el borde del andén y la estructura del ascensor a cada lado del andén (espacio libre). De este modo, la ampliación del ancho del hueco de los dos ascensores en paralelo supondrá que el espacio libre entre el borde del andén y la estructura del ascensor se reduzca de 3,80 metros a 3,19 metros. Es decir, se ampliará 610mm por cada lado transversal del andén.

Así pues, se aprovechará el espacio muerto actual entre la estructura del ascensor y el panel informativo (540mm) y, se ampliará 170 mm más (hasta los 710mm) reduciendo así parte del espacio libre a ambos lados del andén desde los 3,26m actuales a los 3,19m. Dado que los paneles publicitarios han sido eliminados, estos se reemplazarán por vinilos que se colocarán sobre la estructura del propio ascensor para que no ocupen espacio en el andén y se mantenga el espacio libre de circulación de usuarios de 3,19m.

4.4.2.3 INSTALACIÓN DE CUARTO ASCENSORES

En este apartado del documento se realizará un estudio de sustitución del actual ascensor hidráulico por cuatro ascensores eléctricos que sean independientes y se desplacen simultáneamente. Los cuatro modelos de ascensor sobre los que se realizará el estudio serán cuatro modelos Synergy 200 idénticos, ya que por las dimensiones del hueco necesarias, este será el único modelo que podría cumplir con las limitaciones de ancho de andén impuestas por el departamento de accesibilidad de FGV. Del mismo modo que en los casos anteriores, el objetivo será

reemplazar el elevador hidráulico instalado y así aprovechar la mayor área del hueco posible para el nuevo modelo.

En el apartado anterior del documento, ya se han mencionado las características de diseño del modelo Synergy 200 de Thyssenkrupp. Se recuerda que el recorrido máximo es de 75 metros, la velocidad máxima es de 1,75m/s y la carga máxima es de 1000kg. Del mismo modo que en los casos anteriores, se ha establecido también una velocidad nominal de 1,6 m/s frente a los 0,8 m/s del ascensor hidráulico.

Puesto que se ha reducido a la mitad la velocidad de diseño, el tiempo necesario para la realización de un recorrido completo también pasará de los actuales 2 minutos y 30 segundos a 1 minuto y 30 segundos. Así pues, se reducirá en un 83,3% el tiempo necesario para que cada uno de los ascensores realice un recorrido completo. Como se desean instalar 4 cabinas independientes, la mejora del tiempo para un recorrido completo será de un 333,32% respecto al modelo hidráulico actual.

A diferencia de los casos de sustitución de un único modelo Synergy o de los dos modelos Synergy en paralelo, la capacidad máxima para cuatro modelos Synergy será de 4000kg. Por tanto, se aumentaría la capacidad en las cabinas en 3370kg respecto al modelo hidráulico actual, o lo que es lo mismo, en 44 pasajeros. Estos valores representarán un aumento en la capacidad máxima de transporte de pasajeros en un 317,4%. Si se realiza un análisis de los datos de capacidad máxima y del tiempo destinado al recorrido completo del ascensor, se puede afirmar que con la instalación del nuevo modelo de ascensor, este modelo experimentará una mejora global de un 650,8% respecto al modelo hidráulico actual.

Por contra, debido a las dimensiones destinadas al hueco del nuevo modelo ascensor (*Tabla 3*), se proyectará una obra civil para la ampliación del hueco y así proceder a la instalación del nuevo modelo de ascensor en la estación de metro de Colón. En este caso, se deberá proyectar la ampliación del hueco tanto en el eje longitudinal central como en el transversal central de la estación.

Tal y como se muestra en las *Tablas 3 y 4*, las dimensiones del hueco destinado a la instalación de los cuatro modelos Synergy 200 es de 3200x3680mm. La disposición del hueco para la instalación de los cuatro ascensores tendrá forma rectangular y cuyo centro se situará en el corte de ambos ejes centrales de la estación. Así pues, cada ascensor Synergy 200 ocupará una esquina del hueco rectangular. Como se puede observar, el ancho del hueco coincide con el caso de los dos ascensores en paralelo.

La ampliación de la profundidad del hueco del ascensor respecto al modelo hidráulico, se deberá aumentar como mínimo en 1930mm hasta los 3680mm. Sin embargo, este valor será mayor a los 3370mm permitidos (*véase Plano 17*) que corresponderá con la distancia entre las vigas de carga más restrictivas de la estación (nivel comercial-vestíbulo). Por lo tanto, la obra civil necesaria se mucho más costosa que en los casos anteriores dado que habría que proyectar una modificación de las vigas que sustentan parte de la estructura de la estación de metro de Colón. Por ello, habría que ampliar el hueco actual en 965 mm por cada lado respecto al eje transversal central de la estación. Como se mencionará más adelante en el apartado 5. *ELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN ÓPTIMA* del documento, este será el principal motivo por el que se descartará la instalación de los cuatro ascensores.

La ampliación del ancho del hueco del actual ascensor sería el mismo caso que en el supuesto de la instalación de dos modelos Synergy 200 en paralelo. A día de hoy, el espacio libre destinado a la circulación de usuarios entre ambos lados longitudinales de la estación en ambos lados transversales del andén es de 3,26metros. Tras la realización de los cálculos correspondientes, se ha determinado que el espacio libre restante una vez se instalen los cuatro modelos Synergy en paralelo propuestos sea de 3,19metros.

De este modo, la ampliación del ancho del hueco de los dos ascensores en paralelo supondrá que el espacio libre entre el borde del andén y la estructura del ascensor se reduzca de 3,80 metros a 3,19 metros. Es decir, se ampliará 610mm por cada lado transversal del andén.

En las siguientes tablas se muestra una comparativa de las especificaciones de diseño de para cada uno de los modelos comerciales analizados. Así pues, se compararán las características de diseño tanto del ascensor instalado actualmente como de los estudiados para sustituirlo.

Comparativa modelos comerciales Thyssenkrupp	Dimensiones hueco	Dimensiones cabina	Capacidad	Capacidad	Aumento de capacidad máxima
Hidráulico Thyssenkrupp	1750x1750 mm	1100x1410 mm	630 kg	8 personas	-
Synergy 200	1560x2530 mm	1100x2100 mm	1000 kg	13 personas	79,36%
Evolution 200	2800x3200 mm	1800x2670 mm	2500 kg	32 personas	198,91%
2 uds. Synergy 200	3200x2530 mm	1100x2100 mm	2000 kg	26 personas	158,72%
4 uds. Synergy 200	3200x3680mm	1100x1400mm	2520 kg	32 personas	317,44%

Comparativa modelos comerciales Thyssenkrupp	Dimensiones hueco	Dimensiones cabina	Capacidad	Capacidad	Aumento de la capacidad máxima	Velocidad de la cabina	Tiempo necesario por recorrido	Reducción del tiempo para un recorrido completo	Mejora global ascensor
Hidráulico Thyssenkrupp	1750x1750 mm	1100x1410 mm	630 kg	8 personas	-	0,8 m/s	2' 30"	-	-
Synergy 200	1560x2530 mm	1100x2100 mm	1000 kg	13 personas	79,36%	1,6 m/s	1' 30"	83,33%	162,7%
Evolution 200	2800x3200 mm	1800x2670 mm	2500 kg	32 personas	198,91%	1,6 m/s	1' 30"	83,33%	282,2%
2 uds. Synergy 200	3200x2530 mm	1100x2100 mm	2000 kg	26 personas	158,72%	1,6 m/s	1' 30"	166,66%	325,4%
4 uds. Synergy 200	3200x3680mm	1100x1400mm	2520 kg	32 personas	317,44%	1,6 m/s	1' 30"	333,32%	650,8%

Tabla 3: Comparativa especificaciones modelos ascensores comerciales Thyssenkrupp.

Comparativa modelos comerciales Thyssenkrupp	Doble embarque	Eléctrico/hidráulico	Cabinas independientes	Obra civil	Profundidad de hueco disponible	Profundidad de hueco necesaria	Ampliación profundidad	Reducción espacio libre andén	Espacio libre	Distancia borde andén a estructura ascensor
Hidráulico Thyssenkrupp	-	HIDR.	-	-	1750mm	-	-	-	3360mm	3900mm
Synergy 200	SÍ	ELEC.	NO	SÍ	3370mm	2530mm	780mm	NO	3360mm	4010mm
Evolution 200	SÍ	ELEC.	NO	SÍ	3370mm	3200mm	1450mm	NO	3360mm	3390mm
2 uds. Synergy 200	SÍ	ELEC.	SÍ	SÍ	3370mm	2530mm	780mm	SÍ	3190mm	3190mm
4 uds. Synergy 200	NO	ELEC.	SÍ	SÍ	3370mm	3680mm	1930mm	SÍ	3190mm	3190mm

Tabla 4: Comparativa especificaciones modelos ascensores comerciales Thyssenkrupp.

A modo de resumen, se han elaborado las *Tablas 3 y 4* para la visualización y análisis de los aspectos más relevantes que compondría la instalación de cada uno de los modelos estudiados en comparación con el modelo hidráulico actualmente instalado. En estas tablas se representan aspectos relevantes a la hora de seleccionar la solución óptima como es el caso del espacio libre disponible entre la estructura del nuevo ascensor y el borde del andén.



Ilustración 3: Andén estación de Colón lado Alameda.

5. SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN ÓPTIMA

Una vez se han realizado los estudios correspondientes a las posibles soluciones de sustitución del actual ascensor, en este apartado se detallarán los motivos por los que se ha elegido la solución óptima y se han descartado el resto de opciones.

En el caso de los modelos Synergy 200 y Evolution 200 de una única cabina, estos se han descartado debido al coste derivado de la obra civil necesaria destinada a la ampliación del hueco del nuevo modelo de ascensor. Por otra parte, se ha comparado para cada uno de los modelos el aumento que representaría el número de viajeros respecto al coste total de la nueva instalación. Es decir, la empresa considera que la rentabilidad en términos de capacidad que se obtendría con los nuevos modelos de ascensores no justificarían el coste total del proyecto. Por ello, en caso de considerarse óptima cualquiera de estas soluciones, el proyecto de sustitución del ascensor de Colón no se ejecutaría.

En el caso de la instalación de cuatro unidades Synergy 200, estos se han descartado principalmente por el excesivo coste derivado de la obra civil necesaria destinada a la ampliación del hueco de los nuevos modelos de ascensores. Otro problema a añadir sería que no se podrían instalar los nuevos modelos de cabinas con una configuración de doble embarque. A diferencia de los casos anteriores, esta configuración es la que mayor rentabilidad presentaría ya que la capacidad máxima de transporte se vería incrementada en un 650% respecto al modelo actual. Además, las 4 cabinas funcionarían de forma independiente, por lo que se minimizarían los tiempos de espera de los usuarios eliminando así los problemas de acumulación de pasajeros en los accesos del ascensor.

Como se ha mencionado anteriormente, el problema principal de esta configuración será el coste del proyecto destinado de la ampliación del hueco del ascensor para la instalación de los nuevos modelos de ascensor. La parte más costosa del proyecto correspondería a la ampliación del hueco en el eje longitudinal central de la estación. Esto se deberá a la modificación de las vigas de carga del nivel vestíbulo que sustentan parte de la estación. El nuevo hueco eliminaría parte de estas vigas y por tanto había que realizar otro proyecto para determinar los refuerzos necesarios para que esta modificación no afectara a su función estructural. Es decir, la empresa considera que aunque la rentabilidad para esta configuración sea máxima, el coste total del proyecto sería demasiado elevado para un proyecto de sustitución de un ascensor en una estación de la red de Metrovalencia.

En el caso de la instalación de dos unidades Synergy 200 en paralelo, esta será la solución que finalmente se considerará óptima. Este sistema permite el funcionamiento independiente de dos cabinas de ascensor en un solo hueco con dos estructuras distintas, lo que le permite aprovechar más espacio y transportar un 325% más de pasajeros que el elevador hidráulico actualmente en uso. La innovación en el transporte de personas es esencial para maximizar el potencial de las ciudades. Esta configuración de dos ascensores en paralelo independientes ofrecen seguridad, confort y un desempeño optimizado de las funciones del ascensor, así como una mayor eficiencia energética.

Por lo tanto, debido a dicha configuración de dos ascensores en paralelo, ambas cabinas funcionarían de forma simultánea e independiente. De este modo, se minimizarían los tiempos de espera de los usuarios de metro, eliminando así los problemas de acumulación de pasajeros en los accesos al ascensor. A diferencia del caso de instalación de 4 ascensores en paralelo, para las dos unidades Synergy 200 en paralelo, si se permite la configuración de doble embarque. Esta configuración permitirá el acceso de pasajeros a la cabina en la dirección del eje longitudinal central de la estación, para ambos lados de la estación. Se ha descartado la posibilidad de

configurar los accesos a las cabinas del ascensor en la dirección del eje transversal central de la estación por el riesgo de caída de usuarios que existe hacia las vías, una vez estos accedan al nivel andén. De este modo, la configuración a 180º facilitará considerablemente el acceso y la salida de la cabina para usuarios PMR.

Del mismo modo que en los casos anteriores, el problema principal de esta configuración será el coste del proyecto destinado de la ampliación del hueco del ascensor para la instalación de los nuevos modelos de ascensor. Sin embargo, la parte más costosa del proyecto no corresponderá con la ampliación del hueco en el eje longitudinal central de la estación, ya que no se superará la distancia existente entre las vigas de carga. Es decir, la profundidad del hueco será menor al ancho existente entre las vigas de carga del nivel vestíbulo (las más restrictivas). Por lo tanto, el coste derivado de la obra civil necesaria para la ampliación del hueco del nuevo modelo se dará en el eje longitudinal y transversal centrales de la estación. Las actuaciones que se llevarán a cabo serán operaciones de eliminación de material para la ampliación del hueco en 3 niveles distintos de la estación, pero en ningún caso se realizarán modificaciones estructurales de la estación como en el caso anterior (lo más costoso).

Para la ampliación del ancho del hueco del andén, se han seguido las directrices establecidas en el departamento de accesibilidad de FGV. Estas limitaban las operaciones de ampliación del ancho del andén para asegurar que el espacio libre entre la estructura del ascensor y el borde del andén fuera mayor a 3000mm. Para esta configuración, se ha asegurado un espacio libre de 3190mm para ambos lados transversales de la estación.

De este modo, si se realiza una comparativa de todas las configuraciones posibles de sustitución mencionadas anteriormente, cada caso presenta puntos fuertes y débiles en distintos aspectos. Al presentar las distintas propuestas de solución a FGV, la empresa ha determinado que la solución óptima será la sustitución del actual ascensor hidráulico por dos ascensores en paralelo independientes. Esta decisión se ha tomado comparando el ratio del aumento de capacidad respecto al coste total del ascensor para las distintas configuraciones. Para el caso de los dos ascensores en paralelo, esta será la configuración que mejor ratio presenta de entre todas las soluciones propuestas.

6. PRESUPUESTO

ASCENSORES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA PARCIALES	CANTIDAD
ASC_01	ASCENSOR ELÉCTRICO SYNERGY 200. Suministro e instalación completa de ascensor eléctrico Synergy 200 de Thyssenkrupp + (sin cuarto de máquinas) a aprobar por D.O. Máquina compacta sin reductor de imanes permanentes de diseño radial. Con sistema de tracción eléctrica con frecuencia variable, tensión 3x400V+N, velocidad de 1,6 m/s. Capacidad para 13 personas, 1000 Kg., cabina de: 1.100 mm de ancho por 2.100 mm de fondo, 3 paradas con 3 accesos y embarques a 180º, recorrido de 15 m, cortina de luz. Gama CLEAN, cabina con decoración D04, techo blanco, iluminación eclipse, pasamanos enfrente de botonera, espejo en pared de fondo. Pulsadores en relieve y braille, pulsador de planta baja diferenciado, registro acústico y luminoso, indicador LCD (IP-7) con sintetizador de voz para la realización de las funciones de comunicación bidireccional. Puertas de pasillo telescópicas laterales de 2 hojas y paso de 900 mm acabadas en cristal con marco de acero inoxidable. Puertas de cabina telescópicas laterales de 2 hojas y paso de 900 mm con acabado en acero inoxidable. Incluso revestimientos interiores ascensor incluidos, mediante suelo compacto sinterizado Artic White y espejos en pared de fondo totalmente colocados. Maniobra colectiva en descenso, con apagado automático de iluminación y rescate con apertura de puertas automático. Hueco: 1.560 mm de ancho por 2.530 mm de fondo. Foso: 1.400 mm y recorrido libre de seguridad: 4.400 mm. Instalado con pruebas y ajustes según RD 203/2016, EN81-20, EN81-50 y EN 81-70. Homologación puertas según: E-120. Desmontaje del ascensor existente y traslado de la chatarra a punto de reciclaje autorizado. Pruebas funcionamiento incluidas totalmente terminado. Trabajos en horario nocturno incluidos y p.p. de útiles y medios auxiliares y costes indirectos.	2			2,00	2,00

PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR DE OBRA CIVIL

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA PARCIALES	CANTIDAD
OC_01	DEMOLICIÓN ASCENSOR INTERIOR Ud. Demolición de ascensor interior existente, incluso pp estructura., por medios manuales y sin aprovechamiento del material desmontado, Incluida limpieza, con segregación de residuos por tipologías y retirada de escombros a pie de carga o zona de acopio, sin transporte a vertedero. Totalmente terminado. Trabajos en horario nocturno incluidos y p.p. de útiles y medios auxiliares y costes indirectos.	1			1,00	1,00
OC_02	AMPLIACIÓN DEL HUECO EN FORJADO Ud. Ampliación de hueco en forjado Planta Andén, Planta Comercial y Planta vestíbulo, para instalación de dos ascensores Synergy 200 de Thyssenkrupp. Repicado del zuncho actual en todos los niveles mencionados. Incluso recrecido del zuncho de atado de las vigas del forjado, corte y demoliciones necesarias, refuerzo estructural, si procede. Incluida limpieza, con segregación de residuos por tipologías y retirada de escombros a pie de carga o zona de acopio, sin transporte a vertedero. Totalmente terminado. Trabajos en horario nocturno incluidos y p.p. de útiles y medios auxiliares y costes indirectos.	3			3,00	3,00

PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR DE ESTRUCTURA INTERIOR

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA PARCIALES	CANTIDAD
EI_01	<p>ESTRUCTURA EXTERIOR CIERRE ASCENSOR</p> <p>Suministro e instalación de una estructura portante interior a aprobar por D.O. para dos ascensores Synergy 200 de tres paradas y doble embarque a 180 grados. Iniciales en chapa y el resto en cristal transparente cumpliendo con las Normativas Europeas vigentes, incluida la Normativa UNE-EN 1090-1:2009 + A1:2011 (ESTRUCTURAS METÁLICAS DE ACERO) de obligado cumplimiento desde el 01/07/2014. Patentada, diseñada y fabricada con perfiles metálicos de acero galvanizado DX51D o de acero al carbono DD12 verticales de 1500 mm de altura (Pilares). La perfilera metálica horizontal se instala cada 1500 mm en altura (Traviesas). La unión entre estos 2 elementos constructivos se realiza mediante tornillería y se fija a la estructura del edificio o zunchos de escalera por medio de anclajes mecánicos resistentes y tornillería. La estructura presenta un acabado en chapa de acero de 5mm, formando así un hueco cerrado que cubre ambos laterales de la estructura de los ascensores. En el caso de los perfiles delanteros y traseros de la estructura, su acabado se unirá con las chapas de acero mediante cristales laminados 10 + 10. Se incluirá la condición de estanqueidad para el posterior montaje de dos ascensores con las características específicas definidas por el fabricante Thyssenkrupp. Cierre superior exterior en chapa del mismo color y forma que el resto de Estructura con pendiente única para evacuación del agua y ranuras específicas para la ventilación del hueco. Totalmente terminado. Trabajos en horario nocturno incluidos y p.p. de útiles y medios auxiliares y costes indirectos.</p>	1			1,00	1,00

VARIOS

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA PARCIALES	CANTIDAD
VAR_01	<p>SOFTWARE REVIT AUTODESK</p> <p>Licencias y software necesario de los equipos informáticos utilizados para la modelización de la estación de metro de Colón. Gestión y control del proyecto de construcción. Suscripción anual del software Autodesk Revit.</p>	1			1,00	1,00
VAR_02	<p>COSTE DE LOS RECURSOS HUMANOS</p> <p>Coste del trabajo realizado por un Ingeniero Júnior para el desarrollo del presente proyecto (30€/h). Dedicación completa, 8h/día durante un periodo de 6 meses. Entrega de documentación final de obra, que incluirá, por triplicado en papel y triplicado en digital, lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelo BIM de la obra ejecutada. - Planos finales de obra ("As Built") ejecutada en DWG. Los planos finales de obra serán el resultado del correspondiente levantamiento topográfico que se deberá realizar una vez concluidas las obras, no los utilizados en los replanteos de obra. los planos deberán exportarse desde el modelo BIM. 	1			30,00	30,00
VAR_03	<p>COSTE DE LOS RECURSOS HUMANOS</p> <p>Supervisión y control de los trabajos realizados por el Ingeniero Júnior. Coste del trabajo realizado por un Ingeniero Sénior para la supervisión del presente proyecto (75€/h). Dedicación parcial (10%), 17,6h/mes durante un periodo de 6 meses.</p>	1			75,00	

75,00

VAR_04

GASTOS GENERALES

Costes directos de las obras directamente relacionadas con la ejecución del proyecto. Estos gastos incluyen los desplazamientos, dietas y seguridad social asociada a los trabajadores. También se incluyen en este aspecto los gastos de obra tales como los costos de administración, equipos informáticos, alquiler del local, luz, agua, teléfono o internet.

1

1,00

1,00

CUADRO DE PRECIOS COMPLETO

CÓDIGO	UD RESUMEN	IMPORTE
ASC	ASCENSORES	
ASC_01	u ASCENSOR ELÉCTRICO SYNERGY 200	
	Nuevo ascensor Synergy 200 SCM 1000kg 13 personas. 64.722 €	
	Nuevo ascensor Synergy 200 SCM 1000kg 13 personas. 64.722 €	
	Suma la partida	129.444€
	IVA.....21,00%	
	27.183,24€	
	TOTAL PARTIDA	156.627,24€
OC	PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR DE OBRA CIVIL	
OC_01	u DEMOLICIÓN ASCENSOR INTERIOR	
OC_02	u AMPLIACIÓN DEL HUECO EN FORJADO	
	TOTAL PARTIDA	20.000€
EI	PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR DE ESTRUCTURA INTERIOR	
EI_01	u ESTRUCTURA EXTERIOR CIERRE ASCENSOR	
	TOTAL PARTIDA	50.000€

VAR	VARIOS	
VAR_01	u SOFTWARE REVIT AUTODESK	Licencia anual Revit Autodesk..... 3.195 €
VAR_02	h COSTE RECURSOS HUMANOS	Facturación Ingeniero Júnior 28.800 €
VAR_03	h COSTE RECURSOS HUMANOS	Facturación Ingeniero Sénior..... 8.000 €
VAR_04	u GASTOS GENERALES	5%..... 13.330 €
		TOTAL PARTIDA 53.325€
		<hr/>
		TOTAL279.953,00 €

7. CONCLUSIONES

Como se ha mencionado en apartados anteriores, se ha elaborado un estudio donde se han detallado distintas propuestas de sustitución para el ascensor instalado actualmente en la estación de metro de Colón. El principal motivo por el que se ha planteado este estudio es la problemática existente en términos de acumulación de pasajeros en los accesos del ascensor que conecta los niveles andén, comercial y vestíbulo de la estación de metro de Colón. Debido a la céntrica localización de la propia estación, las franjas horarias más críticas se sitúan entre las 17 y las 20 horas de cada día, las cuales coinciden con el horario óptimo para acudir a centros comerciales y a tiendas situadas en el nivel superficie de la calle Colón de Valencia. El alto tránsito de usuarios de metro se debe a que la estación de metro de Colón es la segunda estación de la red de Metrovalencia que más volumen de pasajeros transporta. Tras el análisis de los datos tomados, se ha determinado que los fines de semana en horario de tardes es cuando el ascensor presenta su mayor demanda de viajeros. Estos picos de demanda supondrán un valor de 68 pasajeros por hora, donde la mayoría de estas cifras corresponderán a usuarios con carritos de bebé. De este modo, se han presentado una serie de soluciones posibles para la sustitución del actual ascensor hidráulico: un único ascensor Synergy o Evolution, dos ascensores Synergy en paralelo o cuatro ascensores Synergy.

En la primera parte del proyecto se presentará la modelización de la estación de metro de Colón para analizar el entorno sobre el que se ubicará el nuevo modelo de ascensor. Por lo tanto, la modelización de la estación únicamente corresponderá con el diseño de elementos arquitectónicos y estructurales de todos los niveles que componen la misma. Sin embargo, no se asignarán elementos correspondientes a instalaciones o equipamientos en el modelo, ya que esta no será su función. Para su diseño, se utilizará el programa de diseño Revit de la plataforma Autodesk. De este modo se representará tridimensionalmente la estación de metro con el nuevo modelo de ascensor de dos cabinas en paralelo instalado (*véase figura 65*).

La segunda parte del proyecto corresponderá al estudio de sustitución del ascensor de la estación de metro de Colón entre los niveles andén y vestíbulo de Metrovalencia. Tras analizar cada una de las posibles soluciones en apartados anteriores, se ha considerado que la solución óptima al problema planteado será la instalación de una configuración de dos ascensores modelo Synergy 200 en paralelo. Este sistema permitirá el funcionamiento independiente de dos cabinas de ascensor en un solo hueco con dos estructuras distintas, lo que le permite aprovechar más espacio y transportar un 158,7% más de pasajeros que el elevador hidráulico actualmente en uso. La elección del diseño óptimo se ha obtenido comparando la rentabilidad que se obtendría con el nuevo modelo de ascensor en términos de capacidad respecto al coste total de realización del proyecto.

A día de hoy, la duración de un recorrido completo del ascensor es de 2 minutos y 30 segundos, algo inadmisibles para la segunda estación con más volumen de viajeros de la red de Metrovalencia. Con el nuevo modelo de ascensor, se reducirá ese tiempo hasta 1 minuto y 30 segundos, lo que supone una mejora del 83,3% para un recorrido completo para cada cabina instalada. La mayoría de los usuarios que hacen uso del ascensor andén-vestíbulo son padres o familias completas con carritos de bebé. Por este motivo, debido a las dimensiones actuales del ascensor hidráulico, la capacidad máxima de la cabina se limita a 2 carritos de bebé por cada trayecto, y a 4 por cada recorrido completo. Así pues, en ocasiones, se generarán acumulaciones de viajeros en diferentes franjas horarias del día en los distintos accesos al ascensor de la estación.

Con la implantación de la nueva configuración con dos ascensores que funcionan independientemente, se mejorará la capacidad máxima de la cabina respecto al ascensor hidráulico, y se duplicará el número de cabinas. De este modo se mejorará en un 158,7% la capacidad máxima de transporte de viajeros del ascensor. Por otra

parte, si se toman como referencia las mejoras de capacidades y de tiempo, se producirá una mejora global respecto al ascensor hidráulico de un 325,4%.

Hay que añadir que en los meses de mayor demanda de viajeros, la estación de metro de Colón presenta sus picos de máximo número de usuarios en las estaciones veraniegas. Por lo tanto, los meses de junio, julio y agosto el volumen de usuarios de metro se duplica, y la demanda de pasajeros que hacen uso del ascensor en horas de máxima afluencia se cuadruplica.

Otra característica a añadir respecto al modelo hidráulico actual, es que se ha propuesto una configuración de doble embarque a 180º para los nuevos modelos de cabinas del ascensor. El objetivo de esta configuración es facilitar el embarque y el desembarque de usuarios de metro con movilidad reducida (PMR). De este modo, las sillas de ruedas tanto de Clase I como de Clase II podrán embarcar y desembarcar del ascensor en una única dirección.

Por otro lado, en conjunto con el departamento de accesibilidad de FGV, se ha establecido que el espacio libre disponible entre la estructura del ascensor y el borde del andén sea como mínimo de 3000mm. Este espacio será el que se encuentra situado sobre el eje transversal central de la estación (a ambos lados) y permite la libre circulación de pasajeros conectando ambos los lados longitudinales de la estación (lado Xàtiva y lado Alameda). Dado que se ha modificado el ancho del hueco del ascensor actual, se ha aumentado el ancho del hueco respecto al ascensor hidráulico, y por tanto se reducirá el espacio libre de andén mencionado. Con la instalación de los dos ascensores en paralelo, el espacio libre será de 3190mm, por lo que únicamente se reducirá en 170mm respecto al espacio actual (distancia entre borde de andén y paneles informativos). Es decir, dado que actualmente existen unos paneles informativos a ambos lados transversales centrales de la estación, el espacio libre será de 3360mm entre dichos paneles y el borde del andén de la estación.

Para el caso de la modificación de la profundidad del hueco del ascensor, se ampliará desde los 1750mm actuales hasta los 2530mm. Este valor corresponderá con el fondo de hueco comercial de los modelos Synergy 200. Debido a que la distancia entre vigas de carga más restrictiva de la estación de Colón es de 3370mm, por lo tanto, esta modificación de la profundidad del hueco para el nuevo modelo no representará problemas en términos de accesibilidad sobre el andén de la estación de metro de Colón.

La innovación en el transporte de personas es esencial para maximizar el potencial de la estación. Esta configuración de dos ascensores en paralelo independientes ofrecen seguridad, confort y un desempeño optimizado de las funciones del ascensor, así como una mayor eficiencia energética. De este modo, se implantará una configuración de ascensor con unas cabinas que puedan operar de manera independiente y con mejor eficiencia que el modelo hidráulico de ascensor instalado actualmente.

8. BIBLIOGRAFÍA

- AENOR. (2004). *Norma UNE-EN 81-70*.
- Andén1. (2020). *Sistemas de puertas de andén*.
- Autodesk. (2018). *Revit*.
- Aznar, C. G. (2019). *Auscultación e interpretación de resultados del tramo de túnel de la línea 1 de Metrovalencia entre los PP.KK. 20+108 y 20+653 y comprobación de la estructura en P.K. 20+500*.
- Bimobject. (2020). *Products*.
- Comunidad Valenciana. Conselleria de Obras Públicas, U. y. (1999). *Línea 3 del metro de Valencia: Tramo: Av. del Cid - Mislata Almassil*.
- Digipara. (2019). *Digipara-Elevatorarchitect*.
- EP. (18 de 1 de 2020). Metrovalencia alcanza los 69,4 millones de viajeros en 2019, la cifra "más alta de su historia". *Valenciaplaza*.
- ETSII. (2020). *Estructura de los contenidos TFM*.
- FEMPA. (s.f.). *RD 203-2016*.
- FGV. (2020). *Datos de la red de Metrovalencia*.
- FGV. (2020). *Evolución histórica Metrovalencia*.
- FGV. (2020). *Plan de accesibilidad universal FGV*.
- Generalitat Valenciana: Conselleria d'obres públiques, u. i. (1998). *Liquidación provisional de las obras de arquitectura y equipamiento de estaciones e instalaciones mecánicas y eléctricas de la línea 5 del metro de Valencia, tramo Alameda-Avinguda*.
- González, R. A. (2000). El trenet de Valencia (1888-2000): la dimensión histórica y tecnológica de un transporte público.
- KONE. (2019). *Normas de ascensores EN-81-29 y EN-81-50*.
- Madrid, M. (2016). *Plan de accesibilidad e inclusión de Metro Madrid*.
- Metrovalencia. (2020). *Plano red Metrovalencia*.
- MiltonChanes. (2019). *BIM-Descargas*.
- Miravete, A., Larrodé, E., Castejón, L., & Cuartero, J. (2002). *Los transportes en la ingeniería industrial*. Reverte.
- RevitCity. (2019). *Objects*.
- Schindler. (2019). *Manual del transporte vertical*.
- Spanishrailway. (Mayo de 2012). *Metro de Valencia (FGV)*.
- Statista. (Marzo de 2020). *Evolución anual del número de viajeros del metro de la ciudad de Valencia entre 2012 y 2019*.

Tectónica. (2020). *Ascensores - Dos ascensores independientes por hueco*.

Thyssenkrupp. (2020). *Ascensor TWIN*.

Thyssenkrupp. (2020). *Productos-Ascensores*.

Tresingenieros. (2020). *Arquitectura, Ingeniería, Construcción*.

Valencia : Conselleria d'Obres Públiques, U. i. (1998). *Línea 3 del metro de Valencia : Tramos : Alameda - Av. del Cid - Alameda - Jesús*.

Valencia, U. P. (2020). *Com citar la bibliografia en els treballs acadèmics*.

Vialibre. (2020). *Validación de modelos de ventilación en metros y túneles ferroviarios*.

Wikipedia. (Marzo de 2020). *Metro (Sistema de transporte)*.

Youtube. (2019). *Animation in Revit (Walkthrough or Flyby)*.

Youtube. (2019). *Como se insertan familias RFA en un modelo de Revit*.

Youtube. (2019). *DigiPara Elevatorarchitect 2015 - Free elevator plug-in for Autodesk Revit*.

Youtube. (2020). *First 4D Animation using Navisworks*.

9.2 ANEJO B: CONDICIONES DE EVACUACIÓN ESTACIÓN DE COLÓN

INDICE ANEJO

1.	LEGISLACIÓN DE REFERENCIA.....	110
2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESTACIÓN.....	110
3.	EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	111
4.	PLAN DE AUTOPROTECCIÓN.....	112
5.	PROCEDIMIENTO DE EVACUACIÓN	112
8.	PLANOS EVACUACIÓN	113

1. LEGISLACIÓN DE REFERENCIA

- Real Decreto 393/2007 del 23 de marzo sobre la que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección.
- Decreto 83/2008 del 6 de junio sobre la obligatoriedad de registrar los Planes de Autoprotección de la Conselleria de Governació de la Generalitat Valenciana
- NFPA 130 referente a Estándares sobre Sistemas Ferroviarios para Transporte de Vehículos y Viajeros sobre Guías Fijas perteneciente - National Fire Protection Association, 2007.
- Real Decreto 1468/2008 del 5 de septiembre que modifica el Real Decreto 393/2007.
- Real Decreto 1544/2007 del 23 de noviembre sobre las condiciones de accesibilidad de personas con discapacidad.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESTACIÓN

La estación de metro de Colón se encuentra situada en la calle Colón entre las calles Jorge Juan e Isabel la Católica en la ciudad de Valencia. Debido a las dimensiones y el tipo de estación, la elaboración de un plan de autoprotección será necesario para garantizar la seguridad de los viajeros que circulen por ella. La estación dispone de los siguientes accesos:

- **(E1/S1)** Entrada/Salida Plaza Los Pinazos nº5, integrado dentro del conjunto arqueológico "Portal de los Judíos Bajo Medieval".
- **(E2/S2)** Entrada/Salida Calle Colón nº31

La estación está compuesta por cuatro niveles, aunque en términos de autoprotección se diferenciarán los siguientes:

- **Planta Vestíbulo**
El acceso desde el vestíbulo al andén central se realiza mediante escaleras mecánicas o por el ascensor central ubicado en el vestíbulo. El acceso desde el andén al vestíbulo se realiza mediante las escaleras mecánicas, con el ascensor o en caso de emergencia únicamente se permitirá el uso de las escaleras de emergencia para la evacuación de usuarios cuya entrada está situada en ambos extremos del andén central.
- **Planta Comercial**
El vestíbulo (Nivel -1) comunica con la planta comercial (Nivel -2) a través de escaleras de obra, escaleras mecánicas y un ascensor. Para realizar la parada del ascensor en la planta comercial desde el vestíbulo es necesario utilizar una llave de servicio ubicada en el despacho de venta de billetes de la estación.
- **Planta Andenes**
En este nivel se encuentra el andén central de vía 1 (trenes con dirección Maritim-Serreria / Rafelbunyol) y vía 2 (trenes con dirección a Aeroport / Torrent Avinguda).

En la siguiente figura se describen los distintos accesos y salidas correspondientes a la estación de metro de Colón. Para diferenciar las distintas salidas de evacuación de la estación, se han definido como S1 y S2 a las salidas hacia la vía pública, mientras que el tipo SE corresponderá con las escaleras de emergencia que conectan el nivel andén con el nivel vestíbulo a ambos lados longitudinales de la estación.

Accesos/Salidas de la estación		
Código / Tipo	Anchura (m)	Sistema de cierre / Dirección
E1/S1	6.50	Puerta metálica de dos hojas plegadas sobre sí misma y sistema de cierre de cerradura / Plaza de Los Pinazo nº 5 (Valencia)
E2/S2	2.50	Puerta metálica de una hoja y sistema de cierre de cerradura / Calle Colón nº 31 (Valencia)
SE	2.20 escalera	Dispone de dos salidas de emergencia situadas en los extremos de andén, sectorizadas y de recorrido desde la planta de andenes hasta la planta de vestíbulo. Una vez en el vestíbulo el personal se debe dirigir a las salidas E1/S1 o E2/S2 para salir al exterior de la estación.

Tabla 5: Accesos y Salidas de la estación de Colón.

Dado que únicamente se va a sustituir el ascensor que se encuentra instalado actualmente en la estación, el procedimiento de evacuación en este aspecto se mantendrá invariable. De este modo, el nuevo ascensor que se instale deberá adaptarse al plan de autoprotección de FGV. Este plan establece que en situaciones de evacuación, los ascensores no deben utilizarse.

Tras el análisis realizado a las zonas de Riesgo Espaciales, se ha determinado que el cuarto de maquinaria del ascensor se clasificará como Riesgo Bajo. Además, se ha concluido que la afección prevista por la sustitución del ascensor únicamente corresponderá al cuarto de Maquinaria de los Ascensores.

3. EVALUACIÓN DE RIESGOS

La sustitución del ascensor no supondrá una modificación en la matriz de riesgos presentes en una estación de metro subterránea genérica. Por lo tanto, la evaluación independiente de cada uno de los riesgos analizados se mantendrá invariable independientemente del cambio de ascensor. Los riesgos evaluados en una estación de metro subterránea serán los siguientes:

- Riesgos propios de la Actividad
 - Arrollamiento
 - Descarrilamiento
 - Alcance o choque
 - Enganchón catenaria
 - Manifestaciones corte de vía
 - Colapso/Derrumbe estructura
 - Avalanchas de personas (aglomeraciones y aplastamientos)
- Incendio
 - Incendio en estación
 - Incendio de unidad o tren
- Riesgos antisociales

- Acto terrorista
- Agresión física
- Desorden público
- Secuestro
- Sabotajes
- Riesgos naturales
 - Inundación
 - Seísmo
- Otros riesgos
 - Riesgos químicos
 - Fugas de gas natural
 - Actividades peligrosas

4. PLAN DE AUTOPROTECCIÓN

Se ha realizado una clasificación de los riesgos en función de severidad y la frecuencia de los mismos. Se ha determinado que los riesgos sustanciales serán agresión física y desorden público, mientras que el resto se considerarán asumibles. Para todos los casos, se ha elaborado un plan de autoprotección para la mitigación de los riesgos evaluados. Entre las medidas de protección asignadas para los distintos riesgos analizados, se ha instalado a lo largo de la estación extintores, sistemas automáticos de detección de incendios, alumbrados de emergencia, señalización con bandas luminiscentes y tomas de siamesas.

Para el dimensionado de los medios de evacuación de la estación se ha tomado como referencia la normativa NFPA 130. Este dimensionado se ha realizado teniendo en cuenta la densidad de ocupación de personas por cada metro cuadrado y la ocupación máxima de viajeros para cada uno de los niveles de la estación.

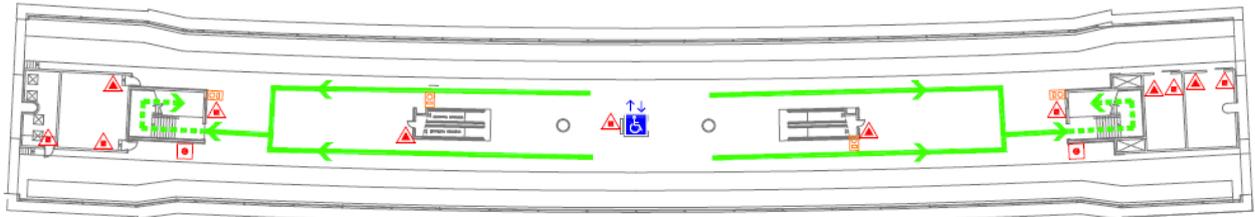
Como resultado del análisis realizado, se ha concluido que el aforo máximo de viajeros en andén para una segura y controlada evacuación sea de 2308 usuarios. Mientras que el aforo máximo de viajeros en la estación sea de 2490 usuarios. Del mismo modo, se ha determinado que el recorrido más desfavorable en términos de tiempos totales de evacuación, haciendo uso de las escaleras de emergencia, sea desde el nivel andén (-4) hasta el nivel calle (+0). Este tiempo de evacuación crítico tendrá un valor de 6,94 minutos.

5. PROCEDIMIENTO DE EVACUACIÓN

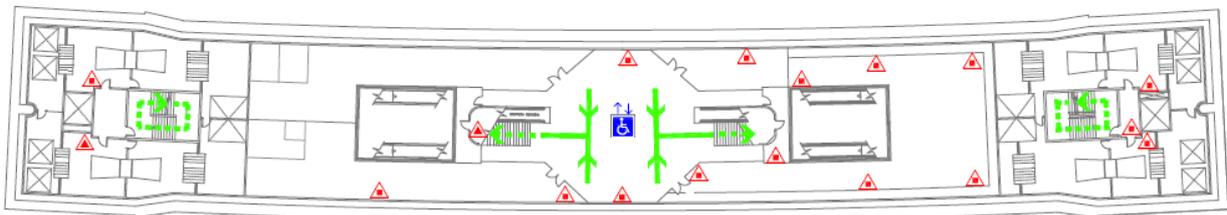
1. Siga las instrucciones del personal de FGV
2. Abandone la estación manteniendo la calma
3. No utilice los ascensores
4. Siga las vías de evacuación indicadas en el plano y en la señalización de emergencia de la propia estación.
5. En presencia de humo tápese nariz y boca con un pañuelo. Camine agachado
6. No obstaculice las vías de acceso
7. No regrese a la estación hasta que le comuniquen el fin de la emergencia.

6. PLANOS EVACUACIÓN

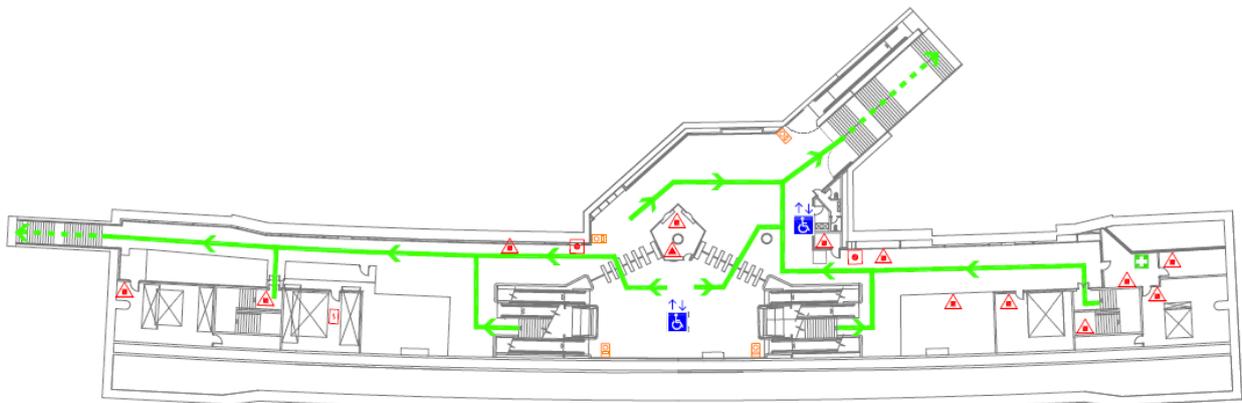
PLANTA ANDENES



PLANTA COMERCIAL



PLANTA VESTÍBULO



9.3 ANEJO C: CONDICIONES CONSTRUCTIVAS Y CUMPLIMIENTO DEL CTE

ÍNDICE ANEJO

1.	CUMPLIMIENTO DEL CTE.....	115
2.	CUMPLIMIENTO DE OTRAS NORMATIVAS ESPECÍFICAS	115
3.	DESCRIPCIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL EDIFICIO	115
4.	ESTUDIO DE VIABILIDAD	116

1. CUMPLIMIENTO DEL CTE

En este anejo se describirán las prestaciones del edificio por requisitos básicos y en relación con las exigencias básicas del CTE:

Son requisitos básicos, conforme a la Ley de Ordenación de la Edificación, los relativos a la funcionalidad, seguridad y habitabilidad. Se establecen estos requisitos con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente, debiendo los edificios proyectarse, construirse, mantenerse y conservarse de tal forma que se satisfagan estos requisitos básicos.

Dado que la actuación prevista no altera las condiciones actuales relativas a la funcionalidad del edificio, no es alcance del presente documento la justificación del cumplimiento, o no, de dichas condiciones. A continuación se justifica el cumplimiento de los requisitos básicos relativos a la seguridad:

- **Seguridad Estructural:** La estructura que se altera son 5m² del forjado de las plantas comercial y vestíbulo de la estación, de tal forma que, únicamente se modificará la estabilidad de los forjados de dichos niveles. En ningún caso estas modificaciones afectarán al resto de componentes del edificio, o partes de este, como daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio. En total se procederá a la demolición de 10m².
Los aspectos básicos que se han tenido en cuenta a la hora de adoptar y diseñar el sistema estructural para la edificación son principalmente: resistencia mecánica y estabilidad, seguridad, durabilidad, economía, facilidad constructiva y modulación.
- **Seguridad en Caso de Incendio:** Todos los elementos estructurales, al igual que las puertas telescópicas del ascensor proyectado, son resistentes al fuego durante el tiempo exigido.
- **Seguridad de Utilización:** El ascensor propuesto de proyecta de tal forma que su uso no supone riesgo de accidente para los usuarios.

2. CUMPLIMIENTO DE OTRAS NORMATIVAS ESPECÍFICAS

Además de las exigencias básicas del CTE, son de aplicación la siguiente normativa:

- **EHE-08:** Se cumple con las prescripciones de la Instrucción de hormigón estructural, y que se justifican en dicho anejo de cumplimiento del CTE junto al resto de exigencias básicas de Seguridad Estructural.
- **NCSE-02:** Se cumple con los parámetros exigidos por la Norma de construcción sismorresistente, siguiendo las exigencias básicas de la normativa vigente.
- **REBT:** Se cumple con las prescripciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC (R.D. 842/2002).

3. DESCRIPCIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL EDIFICIO

- **Descripción del edificio:** El edificio en el que se instala el ascensor tiene planta irregular, tal y como se detalla en el punto 10. Planos del proyecto. Está situado dentro en el interior de las instalaciones de la estación de metro de Colón de la red de Metrovalencia. Dispone de una planta baja (Andén) destinada a la carga y descarga de pasajeros procedentes de las unidades de metro. Existen dos plantas por encima de esta (Comercial y Vestíbulo) destinadas a servicios y zonas de paso de entrada a la estación.

- **Accesos evacuación:** Se ha detallado previamente en el *Anejo B. Condiciones de evacuación estación de Colón*.

El edificio dispone de un hueco ya existente dado que ya hay instalado un ascensor el cual se pretende sustituir. Puesto que el propósito del estudio es la ampliación de la capacidad de dicho ascensor, la instalación del nuevo ascensor sí alterará la superficie construida actual del edificio.

4. ESTUDIO DE VIABILIDAD

En este apartado del proyecto se realizará un estudio básico de las condiciones constructivas necesarias para la ejecución del ascensor. En primer lugar se realizará una ampliación del hueco necesario sobre los forjados afectados, posteriormente se tomarán las medidas correspondientes para el refuerzo de los forjados afectados, y por último se realizará el montaje de la estructura del ascensor.

Se realizará una demolición parcial de los forjados de andén, comercial y vestíbulo existentes elemento a elemento, de forma parcial o completa, con medios manuales, previo apeo suficiente del resto de forjados. La demolición se hará al mismo nivel, en orden inverso a la construcción, se descenderá planta a planta de forma simétrica, eliminando la carga que gravita en los elementos antes de demolerlos, contrarrestando o anulando las componentes horizontales de arcos y bóvedas, apuntalando elementos en voladizo, demoliendo estructuras hiperestáticas en el orden que implique menores flechas, giros y desplazamientos, y manteniendo o introduciendo los arriostramientos necesarios.

Dado que el hueco del nuevo ascensor requerirá la ampliación del hueco en ambas direcciones (longitudinal y transversalmente), los forjados verán modificadas su área útil y, por lo tanto, sus condiciones estructurales. Por este motivo se reforzarán los forjados de cada una de las plantas afectadas con los siguientes elementos:

- **Forjados unidireccionales de vigas planas**
Se ampliará el hueco existente realizando una demolición de las bovedillas de hormigón y las viguetas autoresistentes del forjado hasta conseguir las dimensiones deseadas. Debido a que las dimensiones de hueco que se desea ampliar son reducidas, en ningún caso las condiciones estructurales de las vigas de carga se verán modificadas. Es más, tal y como se estableció en el estudio, esta limitación era motivo diferenciador a la hora de escoger la solución óptima. Por lo tanto, se ejecutará un nuevo forjado con bovedillas y viguetas acordes al nuevo ancho tanto longitudinal como transversalmente (*ver figura 2.*)
- **Perfiles IPE**
Se colocarán dos perfiles IPE para garantizar la estabilidad estructural de los forjados próximos al hueco del ascensor. Estos perfiles se instalarán transversalmente sobre las vigas de carga de la estación colocándose entre sí a una distancia igual a la profundidad del hueco del ascensor (*ver figura 2*). Dado que se ha presupuestado una partida alzada justificar para la estructura del ascensor, las designación del perfil de refuerzo de los forjados también la determinará el calculista designado para ello.
- **Zunchos de borde**
Del mismo modo que en el caso de los perfiles IPE, se debe garantizar la estabilidad estructural pero esta vez en el eje longitudinal de la estación. Por ello, se colocarán longitudinalmente dos zunchos de borde a cada lado del hueco del ascensor para conectar las bovedillas y viguetas con las vigas de carga

del forjado. Ambos zunchos de borde se apoyarán directamente sobre los perfiles IPE detallados anteriormente. Estos zunchos de borde tendrán una longitud igual a la distancia entre perfiles IPE, y se dispondrán de tal forma que la distancia entre zunchos coincida con el ancho del hueco del ascensor (ver figura 2).

Se ha propuesto anteriormente una solución viable al problema presentado, sin embargo se permite el estudio y análisis de otras soluciones que sean óptimas tanto del punto de vista económico como estructurales. En este caso podría haberse considerado la solución de colocar tanto longitudinal como transversalmente perfiles IPE para el refuerzo estructural del hueco del ascensor.

En las siguiente figuras se han representado las distribuciones estructurales actuales y proyectadas de los forjados anexos al nuevo hueco del ascensor de la estación de Colón. Ambos detalles representativos de la distribución de los forjados de la estación se han realizado desde una vista en planta.

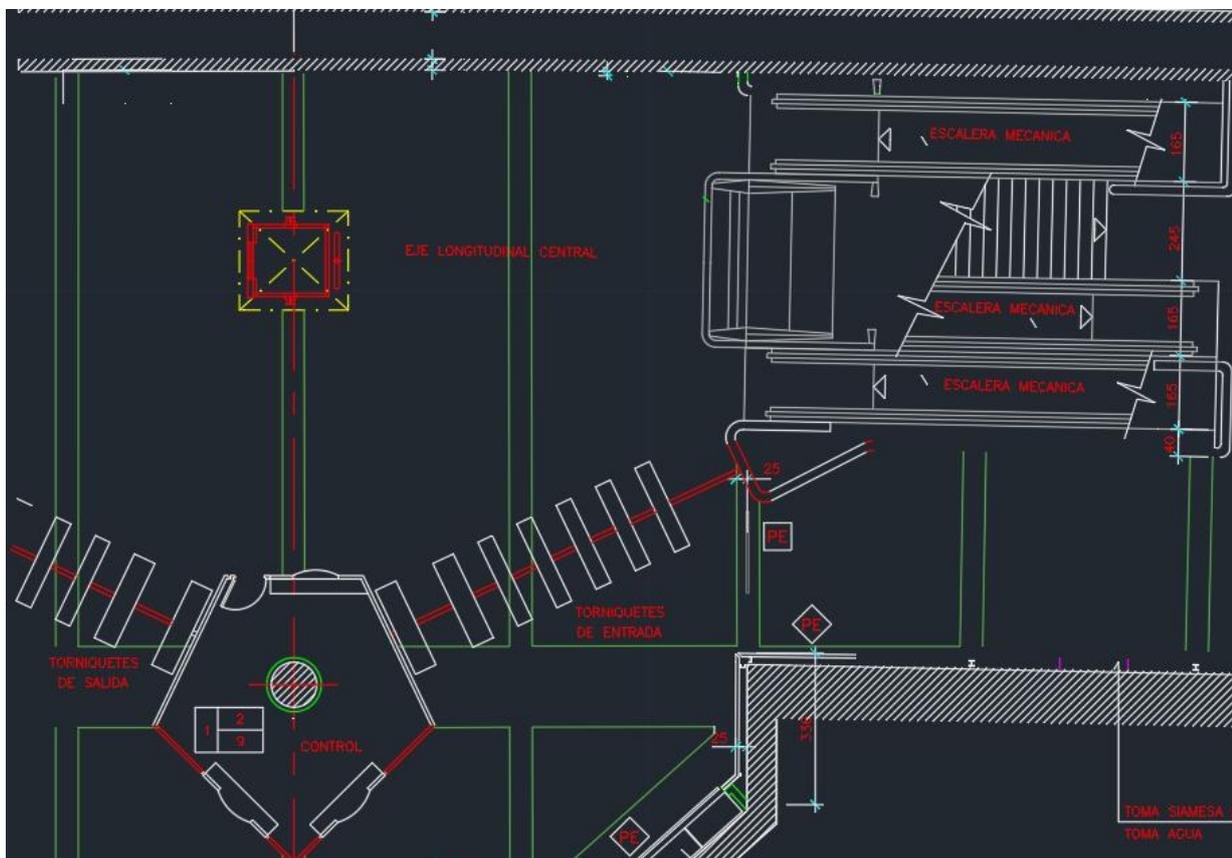


Figura 20: Hueco del ascensor y distribución del forjado actual.

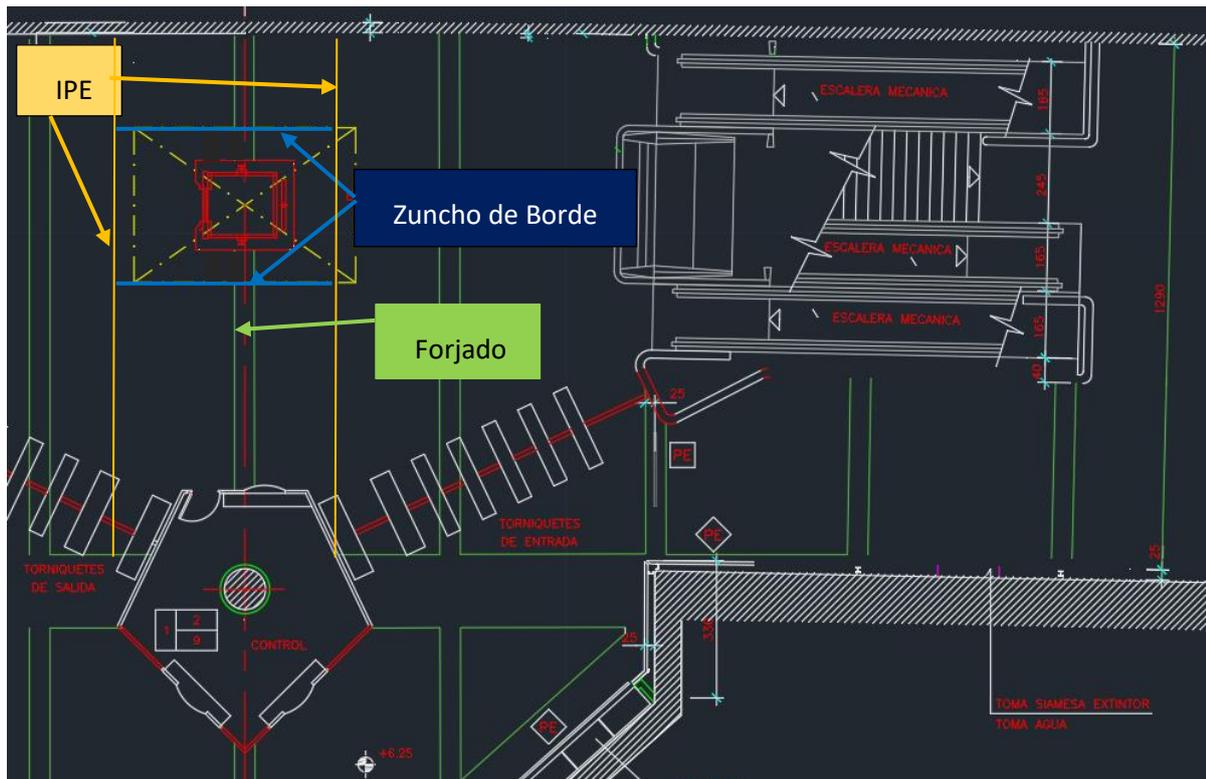
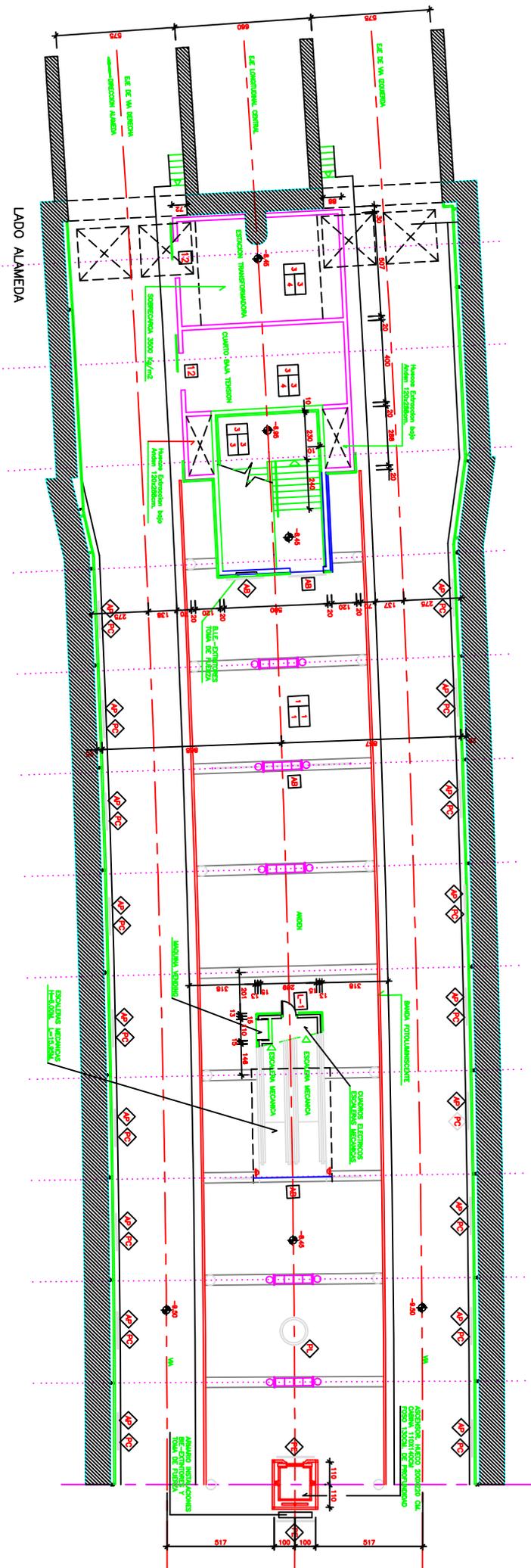


Figura 21: Hueco del ascensor y distribución del forjado proyectado.

En la *figura 2* se ha detallado la distribución final una vez se haya realizado la ampliación del hueco del ascensor para la instalación de dos ascensores modelo Synergy 200 de ThyssenKrupp. Las líneas amarillas verticales representan los perfiles IPE apoyados en las vigas de carga sobre el eje transversal de la estación. Las líneas azuladas muestran los zunchos de borde que aseguran la resistencia estructural necesaria del nuevo hueco sobre el eje longitudinal de la estación. Por último, en verde se ha representado la distribución de las placas alveolares que conforman el forjado de la planta vestibulo de la estación de metro de Colón. Los forjados del resto de plantas tendrán la misma distribución, y por lo tanto se seguirá la misma actuación en el resto de niveles.

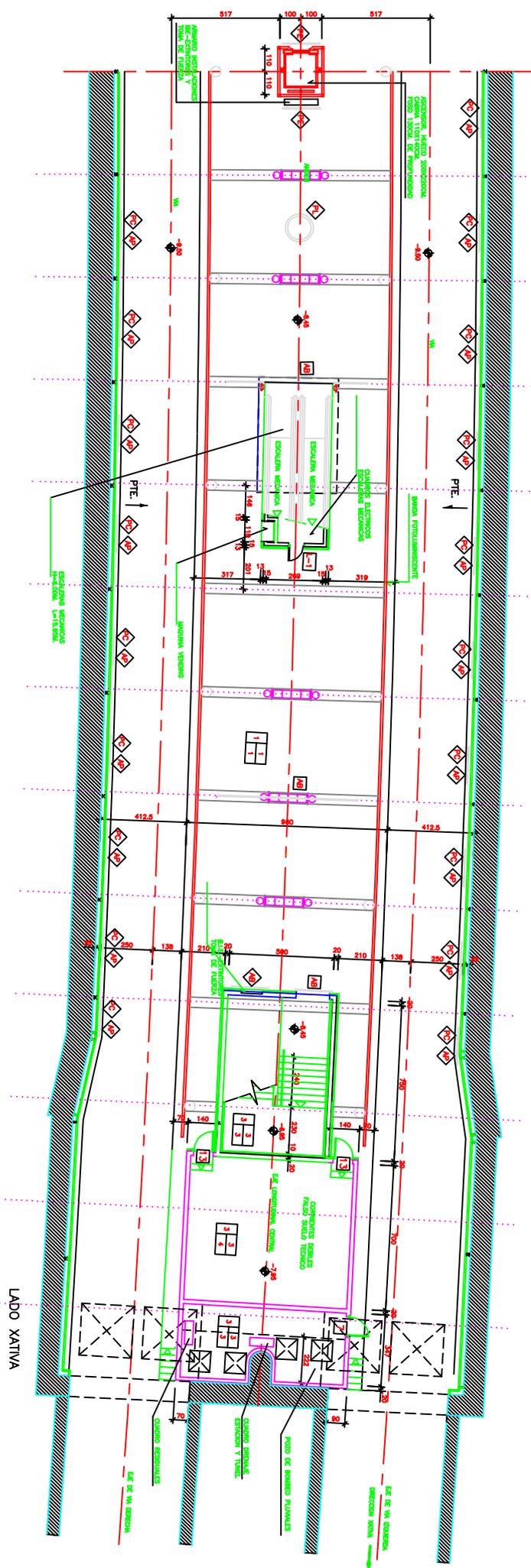
10. PLANOS

1. ESTACIÓN COLÓN PLANTA ANDÉN ELEVACIÓN -8.45 LADO ALAMEDA
2. ESTACIÓN COLÓN PLANTA ANDÉN ELEVACIÓN -8.45 LADO XÀTIVA
3. ESTACIÓN COLÓN PLANTA VENTILACIÓN ELEVACIÓN -2.45 LADO ALAMEDA
4. ESTACIÓN COLÓN PLANTA VENTILACIÓN ELEVACIÓN -2.45 LADO XÀTIVA
5. ESTACIÓN COLÓN PLANTA COMERCIAL ELEVACIÓN +2.05 LADO ALAMEDA
6. ESTACIÓN COLÓN PLANTA COMERCIAL ELEVACIÓN +2.05 LADO XÀTIVA
7. ESTACIÓN COLÓN PLANTA VESTÍBULO ELEVACIÓN +6,25 LADO ALAMEDA
8. ESTACIÓN COLÓN PLANTA VESTÍBULO ELEVACIÓN +6,25 LADO XÀTIVA
9. ESTACIÓN COLÓN SECCIÓN POR ESCALERA FIJA Y SECCIÓN TRANSVERSAL ESTACIÓN
10. ESTACIÓN COLÓN SECCIÓN POR ESCALERA MECÁNICA Y SECCIÓN TRANSVERSAL ESTACIÓN
11. ESTACIÓN COLÓN SECCIÓN TRANSVERSAL DETALLES
12. ESTACIÓN COLÓN SECCIÓN LONGITUDINAL LADO ALAMEDA
13. ESTACIÓN COLÓN SECCIÓN LONGITUDINAL LADO XÀTIVA
14. ESTACIÓN COLÓN PLANTA ANDÉN. ELEVACIÓN -8.45 Y SECCIÓN LONGITUDINAL
15. ESTACIÓN COLÓN PLANTA DE SITUACIÓN
16. ESTACIÓN COLÓN PLANTAS GENERALES (ELEVACIÓN +6.25)
17. CROQUIS EN PLANTA UBICACIÓN ASCENSOR NIVEL ANDÉN ELEVACIÓN -8.45
18. PLANOS EN PLANTA NIVELES SUPERIOR, FOSO Y PISOS ASCENSOR COLÓN
19. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE DISEÑO ASCENSOR COLÓN
20. ESQUEMA DE FIJACIONES, PLANOS DE SECCIONES, Y PLANOS DETALLE ASCENSOR COLÓN



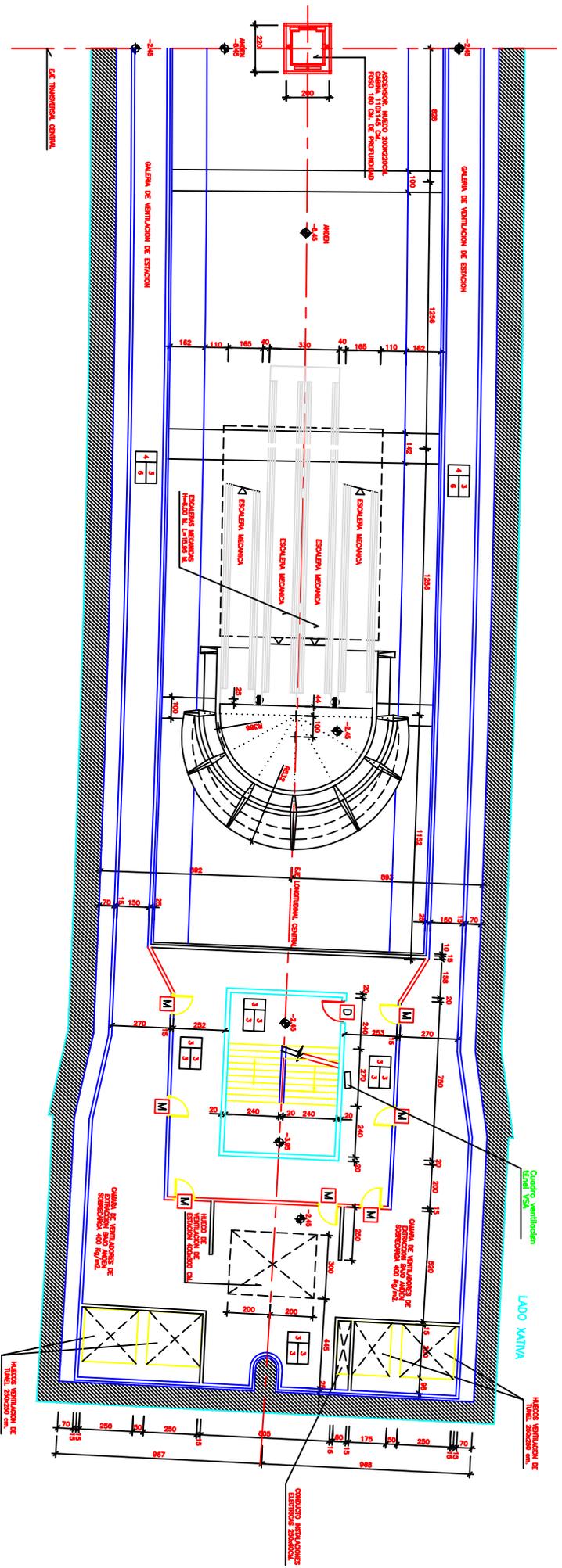
- SEÑALIZACION**
- PE ELEMENTO DE SEÑALIZACION
 - PE ELEMENTO DE SEÑALIZACION FLUJO
 - PE ELEMENTO DE SEÑALIZACION A LOS PARAMENTOS VERTICALES

- NOTAS:**
- NIVELES EN METROS
 - COTAS EN CENTIMETROS



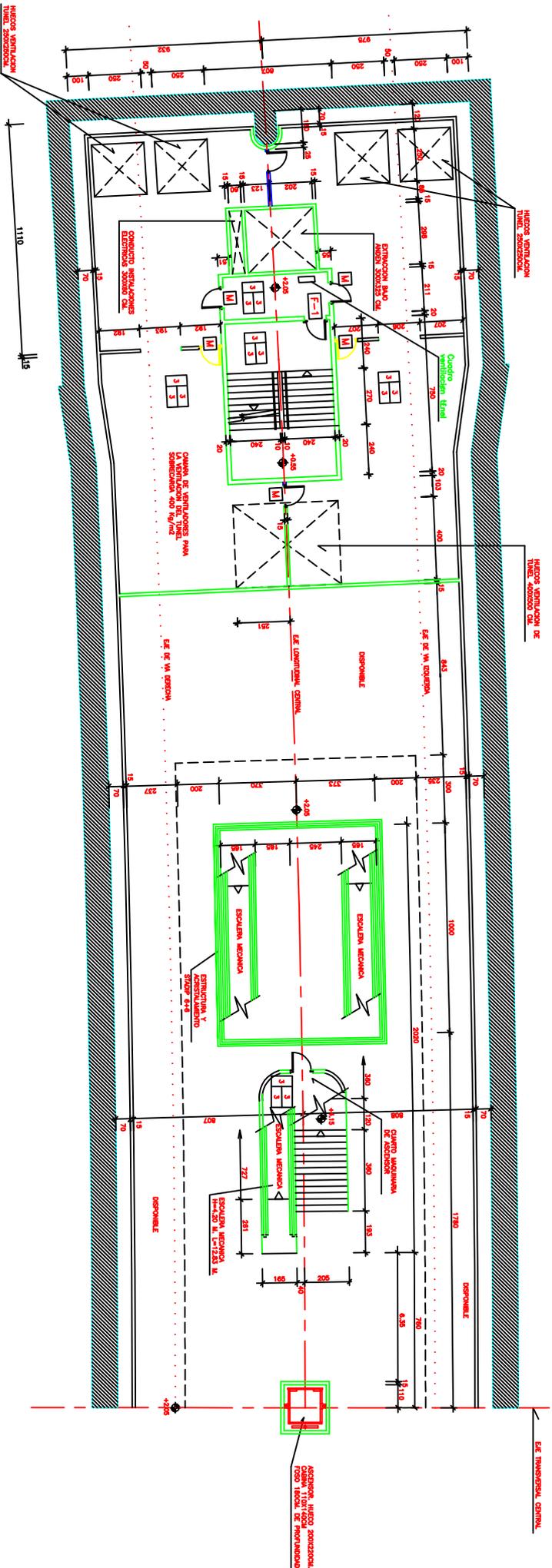
- PE ELEMENTO DE SEÑALIZACIÓN COLGADO DE ESTRUCTURA
- PE ELEMENTO DE SEÑALIZACIÓN FUADO A LOS PARAMENTOS VERTICALES

NOTAS:
 NIVELES EN METROS
 COTAS EN CENTIMETROS



- SEÑALIZACION
- PE ELEMENTO DE SEÑALIZACION COLGADO DE ESTRUCTURA
 - PE ELEMENTO DE SEÑALIZACION FIJADO A LOS PARAMENTOS VERTICALES

- NOTAS:
- NIVELES EN METROS
 - COTAS EN CENTIMETROS

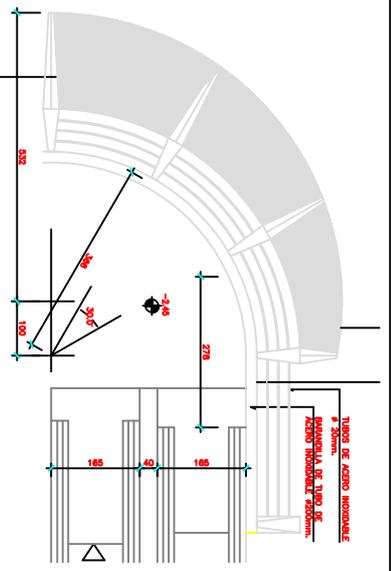


SEÑALIZACION

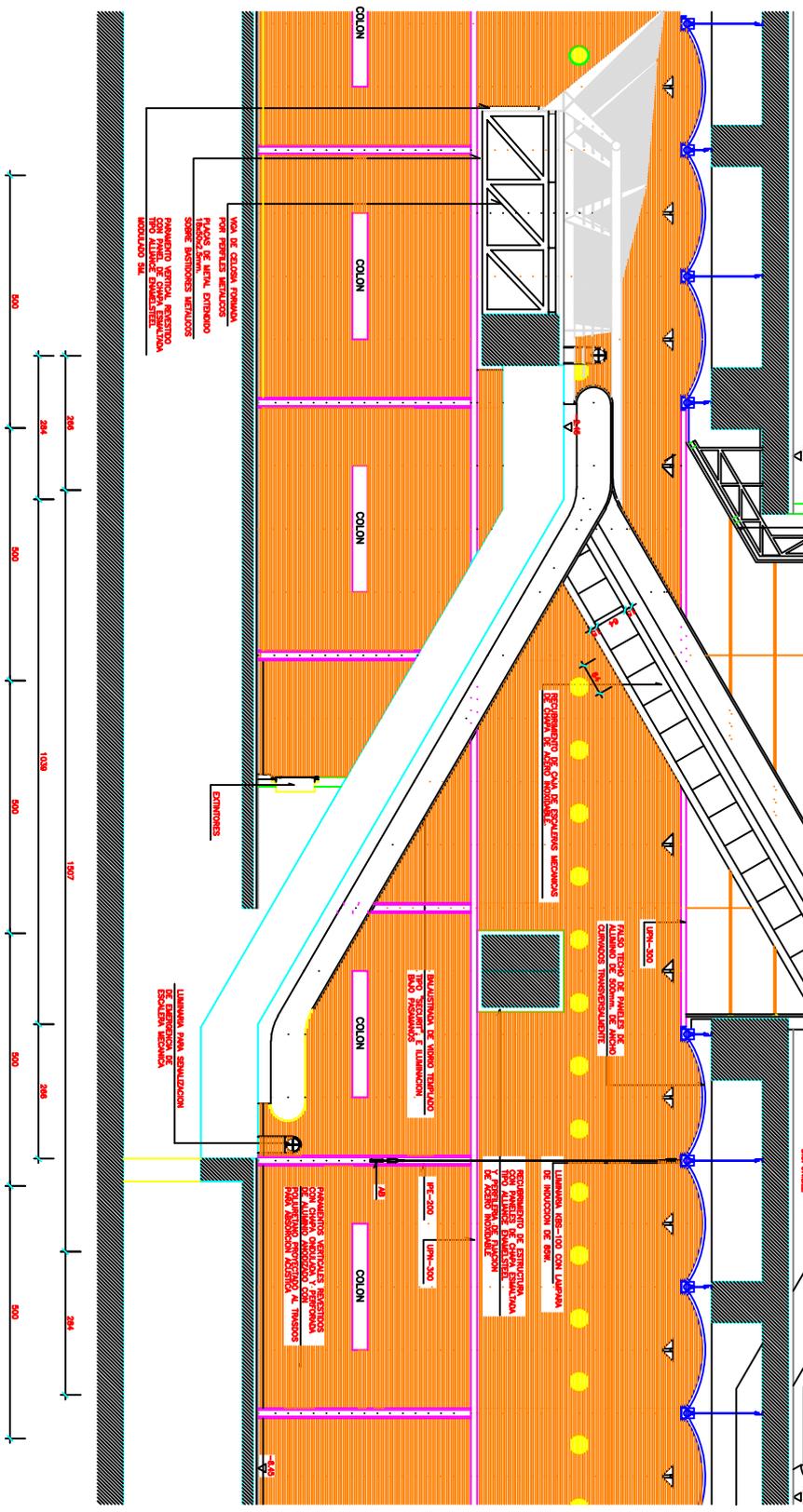
- PE ELEMENTO DE SEÑALIZACION COLGADO DE ESTRUCTURA
- PE ELEMENTO DE SEÑALIZACION FUADO A LOS PARAMENTOS VERTICALES

NOTAS:

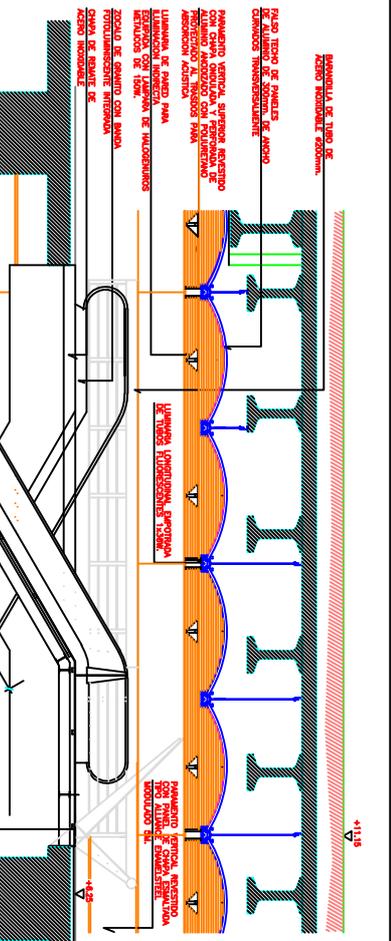
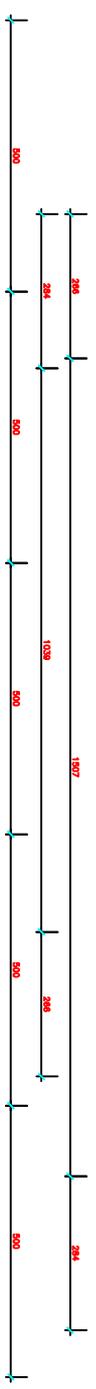
NIVELES EN METROS
COTAS EN CENTIMETROS



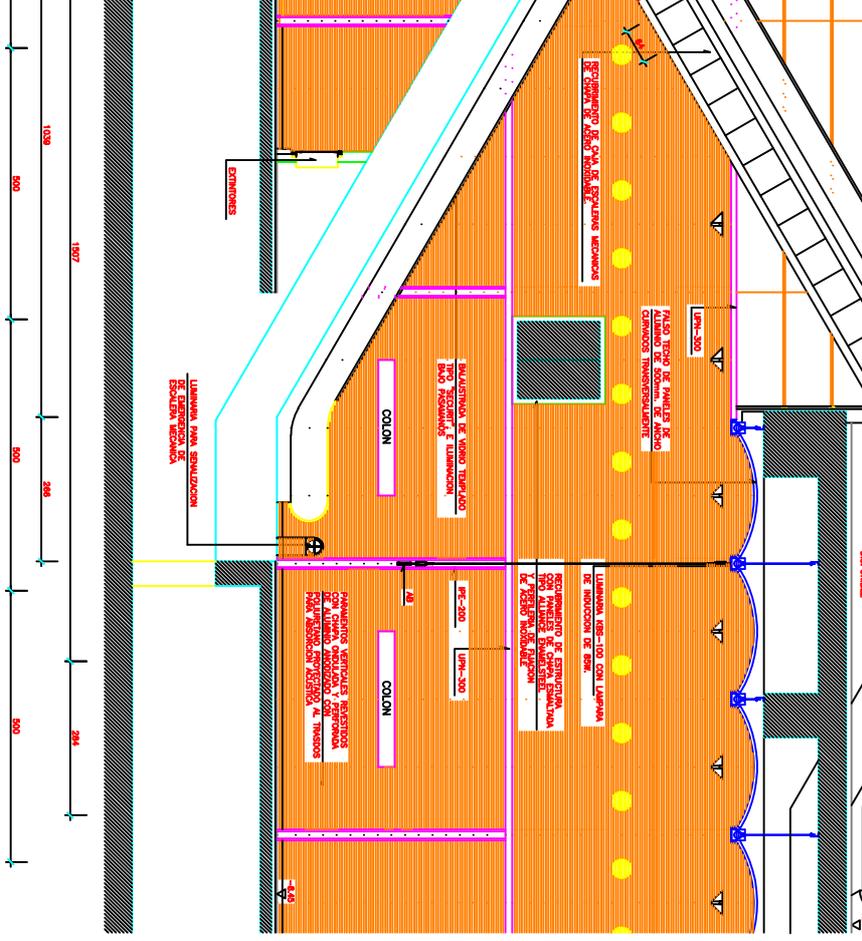
PLANTA DE BALCONI: DETALLE
Escala 1:100



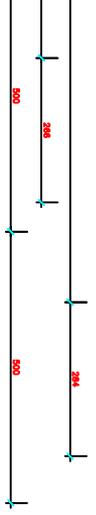
SECCION-AZADO LONGITUDINAL
Escala 1:100

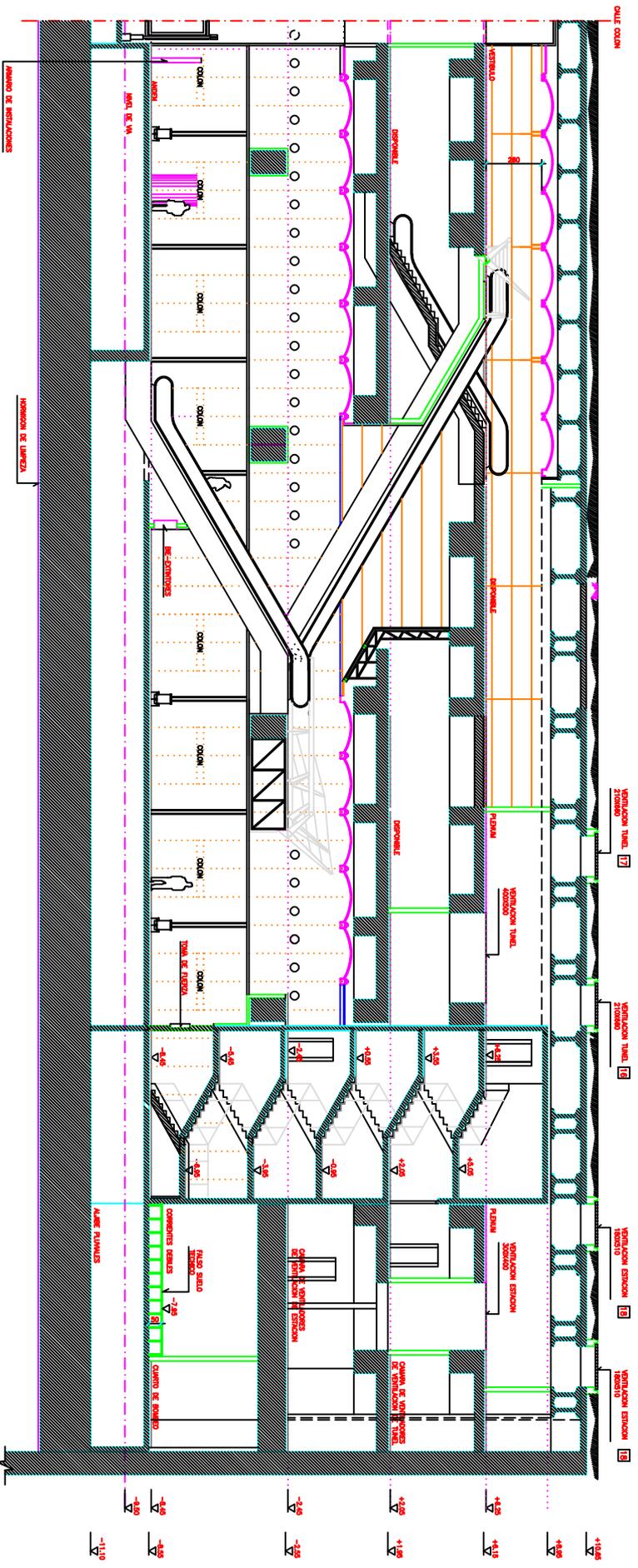


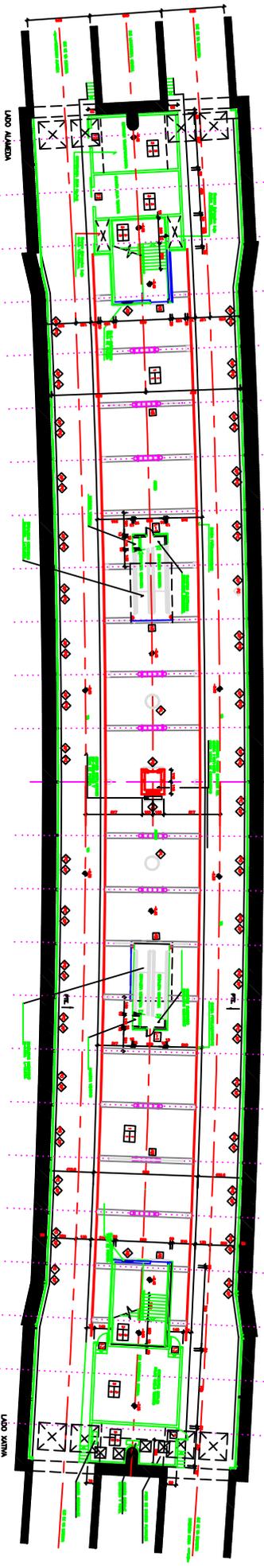
PLANTA DE BALCONI: DETALLE
Escala 1:100



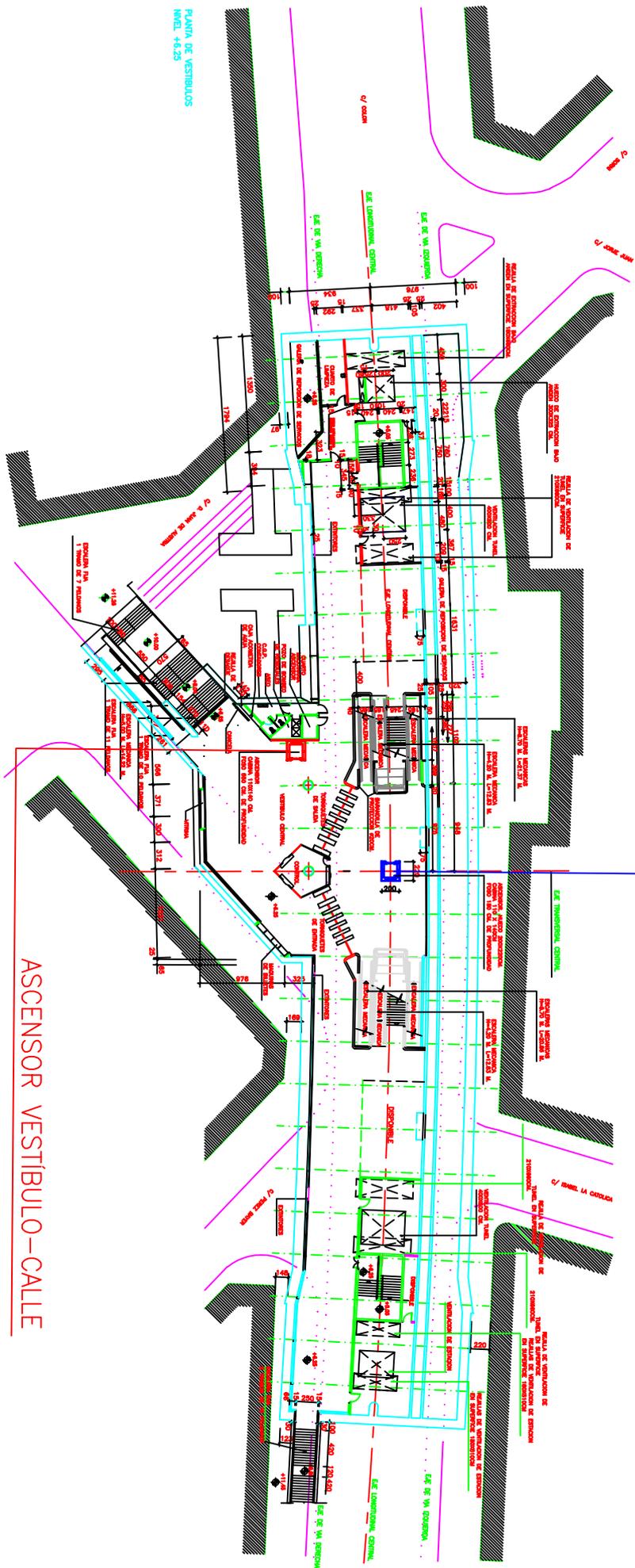
SECCION-AZADO LONGITUDINAL
Escala 1:100





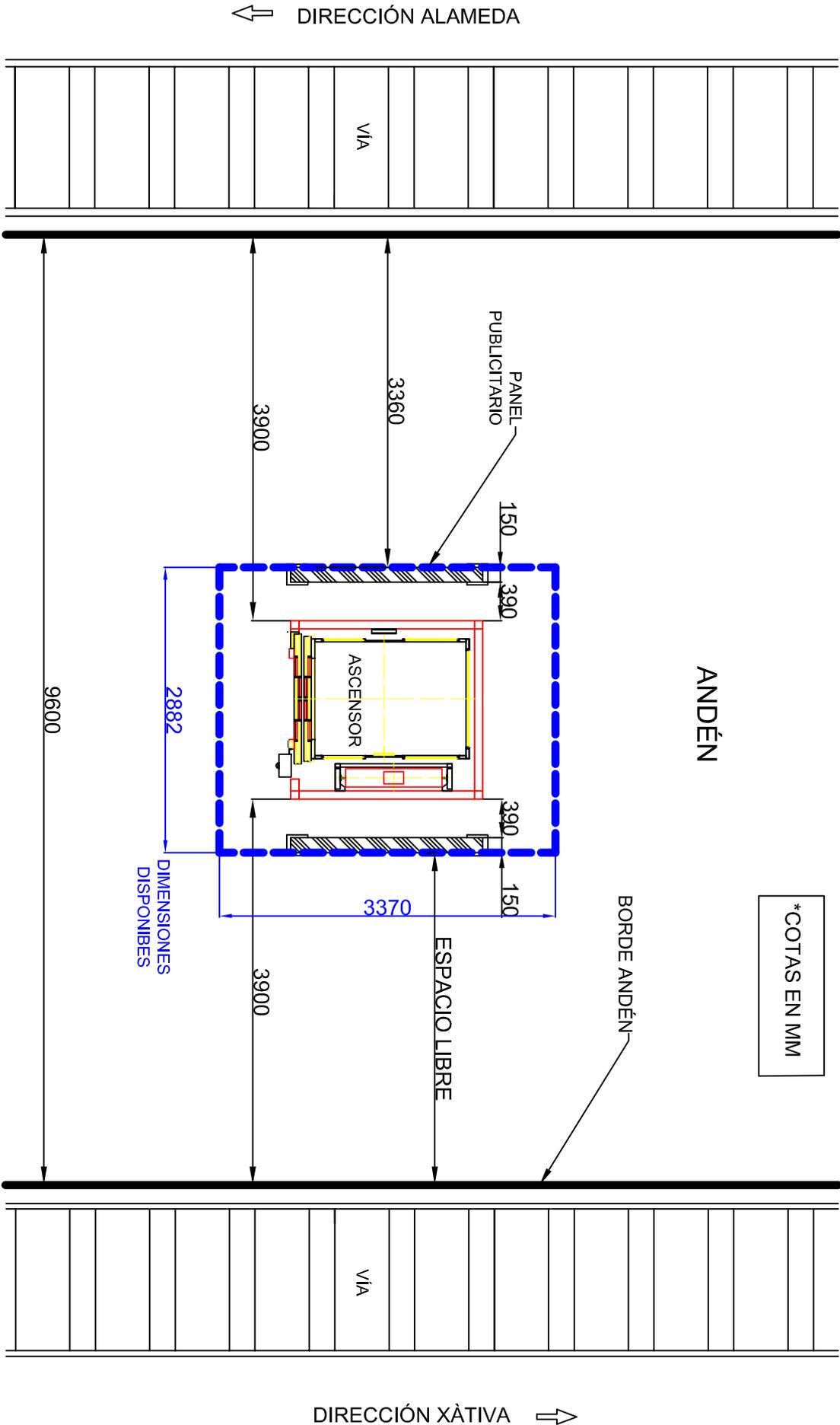


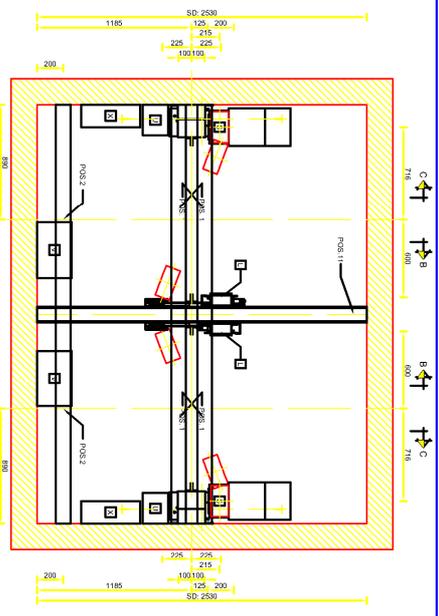
ASCENSOR ANDÉN-VESTIBULO



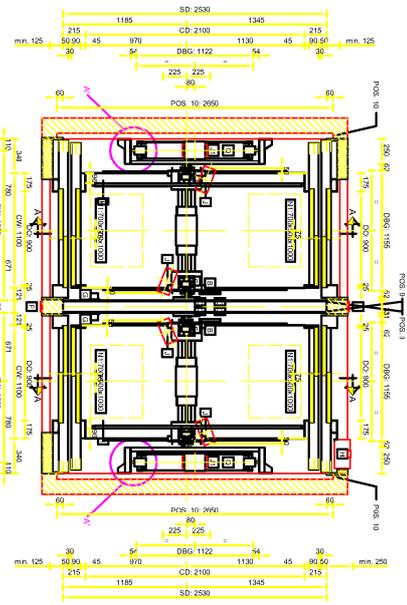
PLANTA DE VESTIBULOS
NIVEL +6,25

ASCENSOR VESTIBULO-CALLE

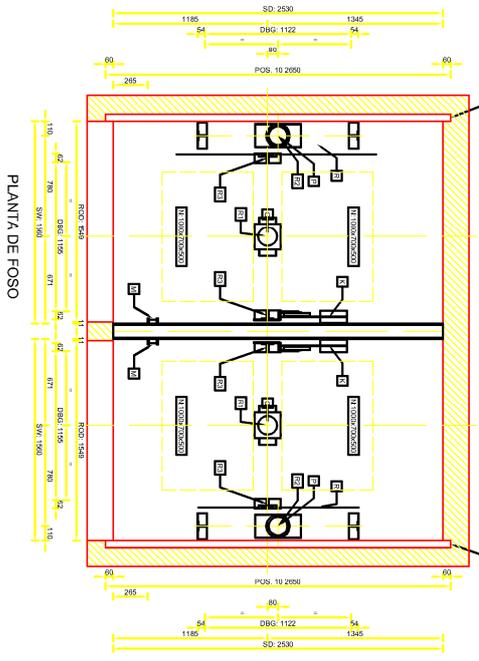




PLANTA SUPERIOR
 PARA SECCION B-B y C-C VER PLANO 20



PLANTA DE PISOS
 PARA SECCION A-A VER PLANO 19



PLANTA DE FOSO

REVISIONES	
NO.	FECHA
1	15/01/2024
2	20/01/2024
3	25/01/2024

PLANTA DE FUNDACIONES

PLANTA DE FUNDACIONES
 PARA SECCION A-A VER PLANO 19

REVISIONES	
NO.	FECHA
1	15/01/2024
2	20/01/2024
3	25/01/2024

PLANTA DE FUNDACIONES

PLANTA DE FUNDACIONES
 PARA SECCION A-A VER PLANO 19

LEYENDA DE ELEMENTOS

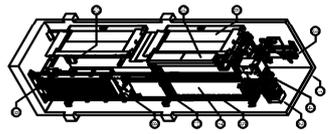
1. CIMENTACIONES DE PARED
2. CIMENTACIONES DE PARED
3. CIMENTACIONES DE PARED
4. CIMENTACIONES DE PARED
5. CIMENTACIONES DE PARED
6. CIMENTACIONES DE PARED
7. CIMENTACIONES DE PARED
8. CIMENTACIONES DE PARED
9. CIMENTACIONES DE PARED
10. CIMENTACIONES DE PARED
11. CIMENTACIONES DE PARED
12. CIMENTACIONES DE PARED
13. CIMENTACIONES DE PARED
14. CIMENTACIONES DE PARED
15. CIMENTACIONES DE PARED
16. CIMENTACIONES DE PARED
17. CIMENTACIONES DE PARED
18. CIMENTACIONES DE PARED
19. CIMENTACIONES DE PARED
20. CIMENTACIONES DE PARED

LEYENDA DE CORTAS

1. CIMENTACIONES DE PARED
2. CIMENTACIONES DE PARED
3. CIMENTACIONES DE PARED
4. CIMENTACIONES DE PARED
5. CIMENTACIONES DE PARED
6. CIMENTACIONES DE PARED
7. CIMENTACIONES DE PARED
8. CIMENTACIONES DE PARED
9. CIMENTACIONES DE PARED
10. CIMENTACIONES DE PARED
11. CIMENTACIONES DE PARED
12. CIMENTACIONES DE PARED
13. CIMENTACIONES DE PARED
14. CIMENTACIONES DE PARED
15. CIMENTACIONES DE PARED
16. CIMENTACIONES DE PARED
17. CIMENTACIONES DE PARED
18. CIMENTACIONES DE PARED
19. CIMENTACIONES DE PARED
20. CIMENTACIONES DE PARED

CONTENIDO DEL ANEXO A: PLAN DE FUNDACIONES

1. CIMENTACIONES DE PARED
2. CIMENTACIONES DE PARED
3. CIMENTACIONES DE PARED
4. CIMENTACIONES DE PARED
5. CIMENTACIONES DE PARED
6. CIMENTACIONES DE PARED
7. CIMENTACIONES DE PARED
8. CIMENTACIONES DE PARED
9. CIMENTACIONES DE PARED
10. CIMENTACIONES DE PARED
11. CIMENTACIONES DE PARED
12. CIMENTACIONES DE PARED
13. CIMENTACIONES DE PARED
14. CIMENTACIONES DE PARED
15. CIMENTACIONES DE PARED
16. CIMENTACIONES DE PARED
17. CIMENTACIONES DE PARED
18. CIMENTACIONES DE PARED
19. CIMENTACIONES DE PARED
20. CIMENTACIONES DE PARED



synergy 200

synergy

18

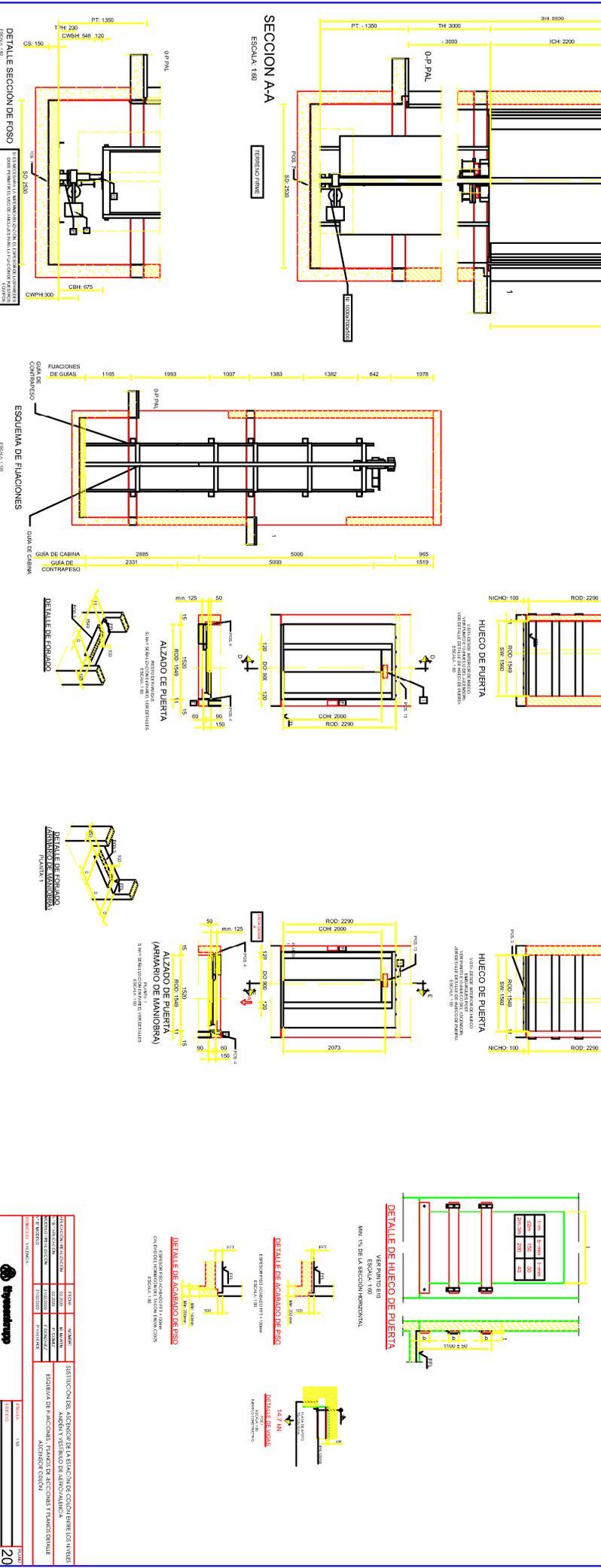
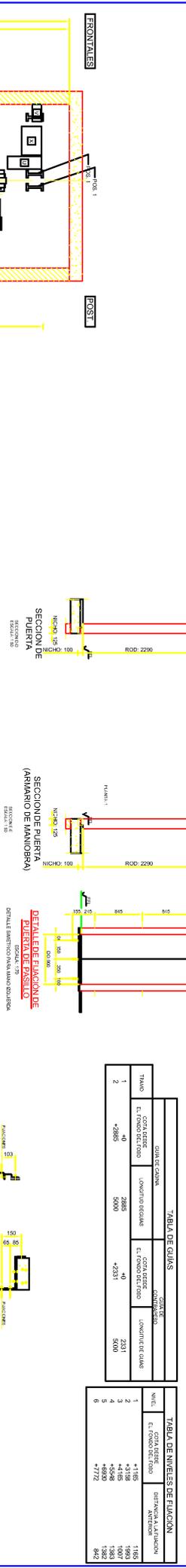
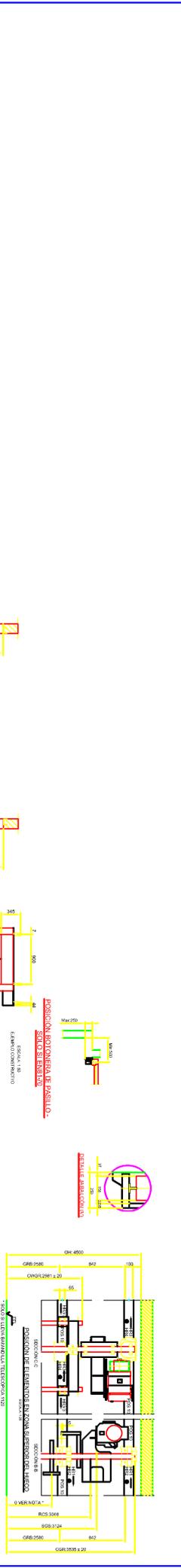


TABLA DE GUIAS

GUIA DE CABINA	GUIA DE CONTRAPESO	GUIA DE ROLLO	GUIA DE BARRIDO
TAMANO	COSTA ARRIBA	COSTA ARRIBA	LONGITUD DE GUIAS
1	EL FONDO DEL FOSO	EL FONDO DEL FOSO	2331
2	+2885	5000	+2331

TABLA DE ROLLOS DE FIJACION

WHEEL	EL FONDO DEL FOSO	DESI	ANTERIOR
1	+1185	1185	
2	+3195	1985	
3	+5205	2785	
4	+7215	3585	
5	+9225	4385	
6	+11235	5185	
7	+13245	5985	
8	+15255	6785	

TABLA DE SCORE RECORRIDOS

ADAPTACION	ADAPTACION	ADAPTACION
1	2	3
4	5	6

En el momento de recibir el pedido se debe indicar el tipo de material de acabado de la puerta y el tipo de manivela que se desea utilizar. En caso de no especificar, se utilizará el material estándar y el tipo de manivela estándar. El cliente es responsable de verificar que el tipo de material y el tipo de manivela que se desea utilizar sea compatible con el tipo de puerta y el tipo de manivela que se desea utilizar.

