

Guía

# Para la coordinación de especialidades con metodología BIM

---



# Guía para la coordinación de especialidades con metodología BIM







## **Cámara Chilena de la Construcción**

### **Autor:**

Nicolás Geister, Presidente Grupo de Trabajo BIM de la Cámara Chilena de la Construcción

### **Colaboran:**

- Luz Marina Delgado, Consejera Nacional - GT BIM CChC
- Patricia Vukasovic McLean, Consejera - GT BIM CChC
- Juan José Calderón, Líder Tecnológico - GT BIM CChC
- Juan Pablo Klempau, Líder Académico - GT BIM CChC
- Tomás José González, Líder RRPP - GT BIM CChC
- Diana Ardila, Coordinadora jefe MEP - Geister Consultores
- Carlos Estay, Coordinador jefe de Arquitectura - Geister Consultores
- Ignacio Rivas Angel, Ingeniero proyectista y jefe de proyectos - Geister Consultores
- Jose Luis Jiménez - CDT
- Francisco Maureira - CChC
- Ximena Finschi - CDT
- Nayib Tala, consultor - BIM

### **Diseño Gráfico:**

Paola Femenías

**Primera edición:** Marzo 2024

Santiago de Chile.

GUÍA PARA LA  
COORDINACIÓN DE  
ESPECIALIDADES CON  
METODOLOGÍA BIM

# COLABORADORES



**NICOLÁS GEISTER**  
Presidente Grupo  
de Trabajo BIM de la  
Cámara Chilena de la  
Construcción



**LUZ MARINA DELGADO**  
Consejera Nacional  
GT BIM CChC



**PATRICIA VUKASOVIC  
MCLEAN**  
Consejera  
GT BIM CChC



**JUAN JOSÉ CALDERÓN**  
Líder Tecnológico GT BIM  
GT BIM CChC



**JUAN PABLO KLEMPAU**  
Líder Académico GT BIM  
GT BIM CChC



**TOMÁS JOSÉ GONZÁLEZ**  
Líder RRPP  
GT BIM CChC



**DIANA ARDILA**  
Coordinadora jefe MEP en  
Geister Consultores.



**CARLOS ESTAY**  
Coordinador jefe de  
Arquitectura en Geister  
Consultores.



**IGNACIO RIVAS ANGEL**  
Ingeniero proyectista  
y jefe de proyectos en  
Geister Consultores



**JOSÉ LUIS JIMÉNEZ**  
CDT



**FRANCISCO MAUREIRA**  
CChC



**XIMENA FINSCI**  
CDT



**NAYIB TALA**  
Consultor BIM

# ÍNDICE

1	Prologo	13
2	La historia del grupo de trabajo BIM en la CChC	15
3	Introducción	17

## 4

### Las especialidades y BIM - 19

4.1	Futuras publicaciones: Capítulo por especialidad	23
4.1.1.	Listado de entidades por especialidad	25
4.1.2.	Flujo de proceso de diseño por especialidad	29

## 5

### La coordinación - 33

5.1	La planificación previa. Definición de la estrategia de colaboración	35
5.2	La existencia de estándares	36
5.3	Condiciones previas para el desarrollo de la coordinación BIM	37
5.3.1.	Posición y georreferenciamiento	38
5.3.2.	Concordancia nominativa	39
5.3.3.	Casos especiales: Sanitarios, pavimentación	39
5.4	Necesidad de coordinar: Diseño versus obra	40
5.5	La coordinación como especialidad	43
5.5.1.	El rol del coordinador de especialidades	44
5.6	Tipos de coordinación	45
5.6.1.	Coordinación administrativa	45
5.6.2.	Coordinación técnica	46
5.6.3.	Coordinación geométrica	47
5.7	Criterios para la coordinación geométrica	48
5.7.1.	Criterio de ejecución	49
5.7.2.	Criterio normativo	50
5.7.3.	Criterio operativo	51
5.7.4.	Criterio funcional	52
5.8	Niveles de maduración de la coordinación geométrica	53
5.8.1.	Gran volumen	54
5.8.2.	Matricería	54
5.8.3.	Coherencia con Arquitectura	54
5.8.4.	Soluciones estándar	54
5.8.5.	Soluciones particulares	54
5.8.6.	Menor jerarquía	54

5.9	Jerarquización de zonas para coordinación	55
5.9.1.	Alta complejidad	56
5.9.2.	Media complejidad	56
5.9.3.	Baja complejidad	56
5.10	Ejemplo de coordinación geométrica aplicada: Pabellón de cirugía general	57
5.10.1.	Metodología utilizada	58
5.10.2.	Resultados obtenidos	59
5.11	El cronograma del proyecto. ¿Cuándo coordinar?	61
5.11.1.	Previo a BIM	62
5.11.2.	Con BIM en diseño	62
5.11.3.	Con BIM en diseño y en obra	62
5.12	El cronograma del proyecto en la actualidad	64
5.12.1.	La propuesta: Inicios diferenciados e hitos para el diseño de especialidades	65
5.12.2.	Diferenciación individual	66
5.12.3.	Agrupación por afinidad	67
5.12.4.	Cronograma diferenciado de inicio	68
5.12.5.	Hitos parciales según especialidad	69
5.12.6.	Conclusiones	70
5.12.7.	Oportunidades	70
5.12.8.	Desafíos	70
5.13	Ejemplo: Flujo de diseño resumido para un recinto de salud	71

## 6

### Listado tipo de entregables planimétricos de coordinación - 73

6.1	Plantas de coordinación y contenidos, según estrato	76
6.1.1.	Planta de coordinación de fundaciones	77
6.1.2.	Planta de coordinación bajo losa y sobre cielo	81
6.1.3.	Planta de coordinación de cielos	86
6.1.4.	Planta de coordinación bajo cielo	91
6.1.5.	Planta de coordinación de sobrelosa	95
6.1.6.	Planta de coordinación por nodos: El nodo de coordinación	99

<b>6.2</b>	Cortes de coordinación, según avance del proyecto	<b>103</b>
6.2.1.	El corte de pre-coordinación	104
6.2.2.	El corte coordinado	113
6.2.3.	Corte tipo de Pasillo Inmobiliario	117
<b>6.3</b>	El shaft	<b>122</b>
6.3.1.	Shaft compartido entre especialidades	123
6.3.2.	Shaft inmobiliario tipo	128
<b>6.4</b>	Pasadas estructurales	<b>132</b>
6.4.1.	Planta de pasadas	134
6.4.2.	Elevaciones de pasadas	137

## 7

### Análisis de interferencias - 141

<b>7.1</b>	Detección automática	<b>142</b>
7.1.1.	Desafíos con la detección automática	144
7.1.2.	Oportunidades con la detección automática	144
<b>7.2</b>	Criterios de análisis	<b>147</b>
<b>7.3</b>	Ejemplo de ordenamiento de pruebas para detección automática	<b>148</b>
7.3.1.	Definición de metodología	149
7.3.2.	Primera Jerarquía: Estructuras	150
7.3.3.	Segunda Jerarquía: Instalaciones	155
<b>7.4</b>	Reporte de análisis de interferencia y seguimiento de soluciones	<b>159</b>
7.4.1.	Control gráfico directo	160
7.4.2.	Control por ficha	161
7.4.3.	Control por tabla	162
7.4.4.	Control mediante plataformas dedicadas	162

## 8

### Siglas y conceptos técnicos básicos - 163



HACE YA VARIOS AÑOS  
COMENZÓ LA INTEGRACIÓN DE  
NUEVAS METODOLOGÍAS DE  
DISEÑO, REVISIÓN Y GESTIÓN  
DE PROYECTOS, ACERCANDO  
LABORES TRADICIONALMENTE  
DE OBRA A ETAPAS DE DISEÑO,  
SIEMPRE EN LA BÚSQUEDA DE LA  
OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS.



# PRÓLOGO

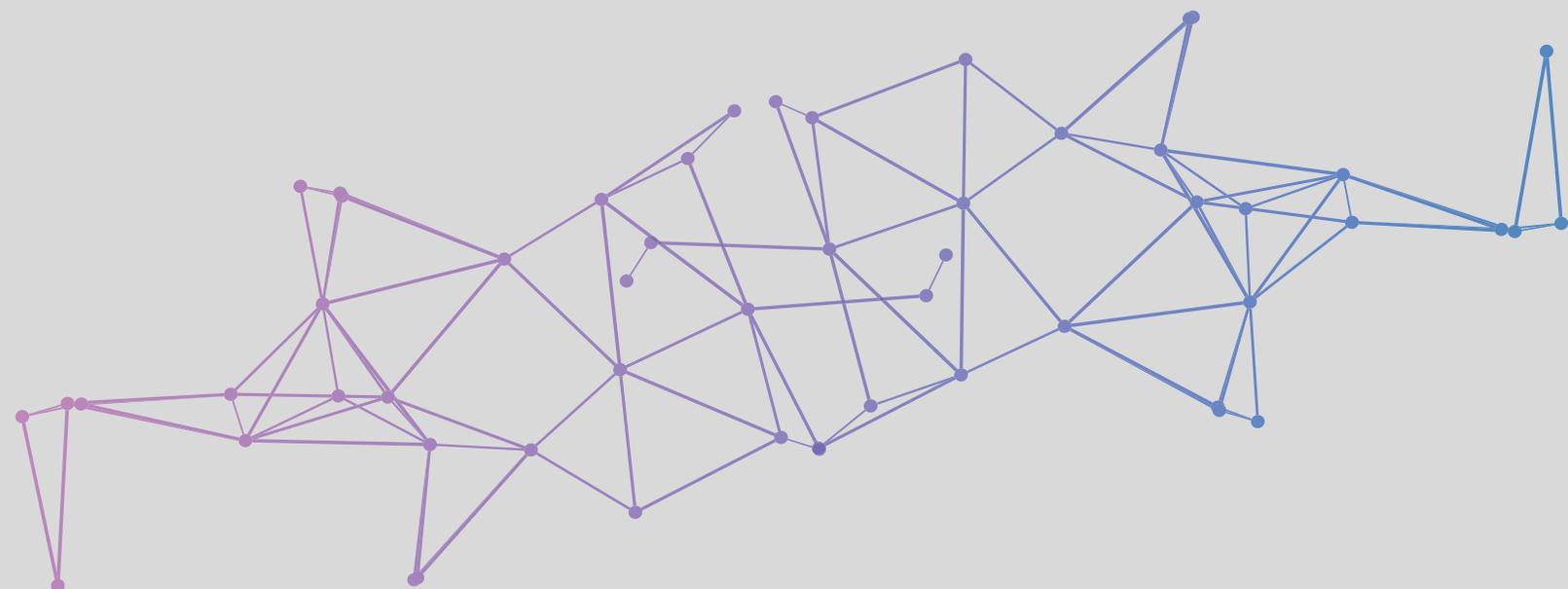
**// Hoy, consideramos a la coordinación de especialidades como una especialidad en sí misma, que, gracias a la implementación de metodologías tecnológicas,**

**permite realmente anticipar el proceso constructivo de muchas maneras, mejorando la productividad de manera notoria y documentable.**



Hace ya varios años comenzó la integración de nuevas metodologías de diseño, revisión y gestión de proyectos, acercando labores tradicionalmente de obra a etapas de diseño, siempre en la búsqueda de la optimización de procesos. Entre esas metodologías, el BIM presenta una condición especial: Trabaja como metodología colaborativa, pero fuertemente basado en software de representación 3D y simulación, mucho más naturalizado entre Arquitectos. Este ambiente digital ha sido nativo de las generaciones actuales, que presentan gran facilidad de entendimiento y aprendizaje, pero poca experiencia con situaciones reales de ejecución de construcción, supervisión de equipos y aplicación de normativas técnicas.

El presente documento está dirigido a Gerentes de Proyectos que buscan entender cómo implementar un cambio metodológico de ésta naturaleza en el diseño de sus proyectos, a Coordinadores de especialidades en diseño y Gestores BIM, que cuentan con manejo de la metodología y necesitan jurisprudencia nacional para discutir y mejorar términos de referencia en proyectos públicos y privados, a Profesionales Proyectistas de Especialidades que se inician en BIM y a los mismos Modeladores BIM que buscan referencias sobre qué modelar. El presente documento da cuenta de una compilación de conocimientos de coordinación de especialidades, desarrollado por socios de la CChC y su experiencia en el desarrollo de proyectos de especialidades. Esta importante fuente de información se cruza con el conocimiento en implementación BIM y coordinación de especialidades recogida en más de 10 años de experiencia en el rubro, y más de tres millones de metros cuadrados de proyectos de alta complejidad coordinados, mediante uso de metodologías y plataformas BIM de gran diversidad.



HACE LA PROPUESTA DE  
ELABORAR LA PRESENTE GUÍA  
COMIENZA EN PLENA PANDEMIA  
Y MEDIANTE REUNIONES POR  
VIDEOCONFERENCIA.



# LA HISTORIA DEL GRUPO DE TRABAJO BIM EN LA CChC

La propuesta de elaborar la presente guía comienza en plena pandemia y mediante reuniones por videoconferencia. El año 2020 Luz Marina Delgado, nuestra primera Presidenta, recibe el encargo de generar un grupo de trabajo BIM que inicialmente recoja la perspectiva de las especialidades (comúnmente llamadas M.E.P. por las siglas en inglés de Mechanical, Electrical & Plumbing). Durante este primer período de conformación del grupo, se realizan reuniones de directiva y ampliadas para nuestra primera misión: Identificar las razones por las cuales los proyectistas de especialidades presentan la más baja adherencia a la metodología BIM<sup>1</sup>, en comparación con los Arquitectos y Calculistas. Esta búsqueda inició un camino de investigación y desarrollo de distintos temas, entre ellos los precios de licencias, la necesidad de conocer la metodología, los softwares asociados, etc.

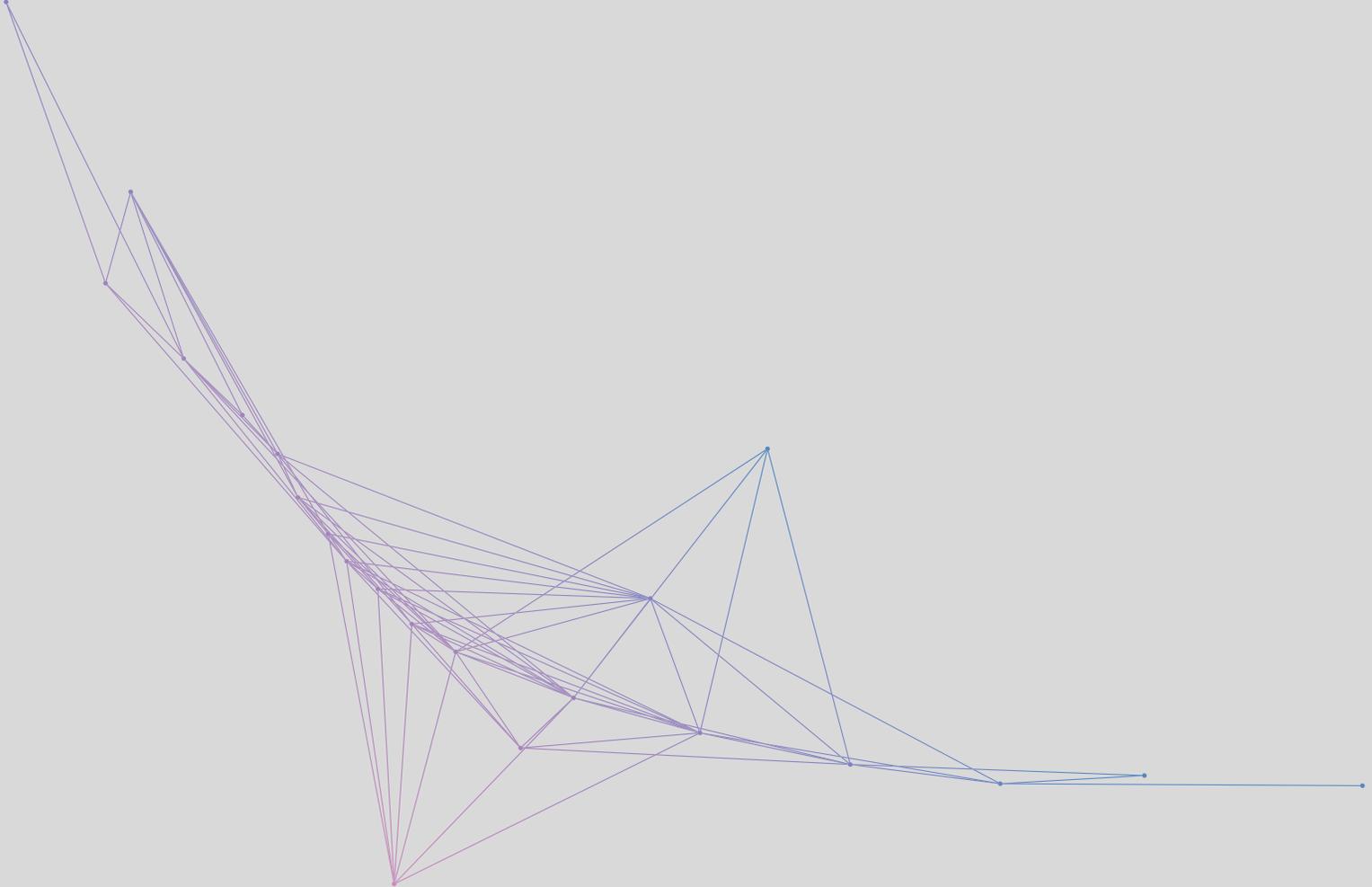
Esta guía marca el inicio de una serie de publicaciones, que buscan aportar con recomendaciones de buenas prácticas y ejemplos para enfrentar la coordinación de un proyecto, además de abordar los principales requerimientos BIM que hoy son parte de términos de referencia en proyectos públicos y privados.



**GRÁFICA 1.** CRONOLOGÍA DEL GRUPO DE TRABAJO BIM DE LA CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN.

Fuente: Elaboración Propia.

1. Mauricio Loyola, "Encuesta Nacional BIM 2019 Informe de resultados" disponible en [www.researchgate.net/publication/341464399\\_Encuesta\\_Nacional\\_BIM\\_2019\\_Informe\\_de\\_resultados](http://www.researchgate.net/publication/341464399_Encuesta_Nacional_BIM_2019_Informe_de_resultados)



LAS ESPECIALIDADES FORMAN  
PARTE TRASCENDENTAL  
EN LA CONSTRUCCIÓN DE  
EDIFICACIONES PÚBLICAS O  
PRIVADAS, EN ALTURA O EN  
EXTENSIÓN, EDIFICIOS DE  
VIVIENDA, OFICINAS, HOTELEROS,  
PROYECTOS HOSPITALARIOS,  
PROYECTOS DE USO MIXTO.

---



# INTRODUCCIÓN

Las especialidades forman parte trascendental en la construcción de edificaciones públicas o privadas, en altura o en extensión, edificios de vivienda, oficinas, hoteleros, proyectos hospitalarios, proyectos de uso mixto, entre las diversas configuraciones que pueden presentarse. Por lo anterior la gestión del diseño y la información se hacen relevantes en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.

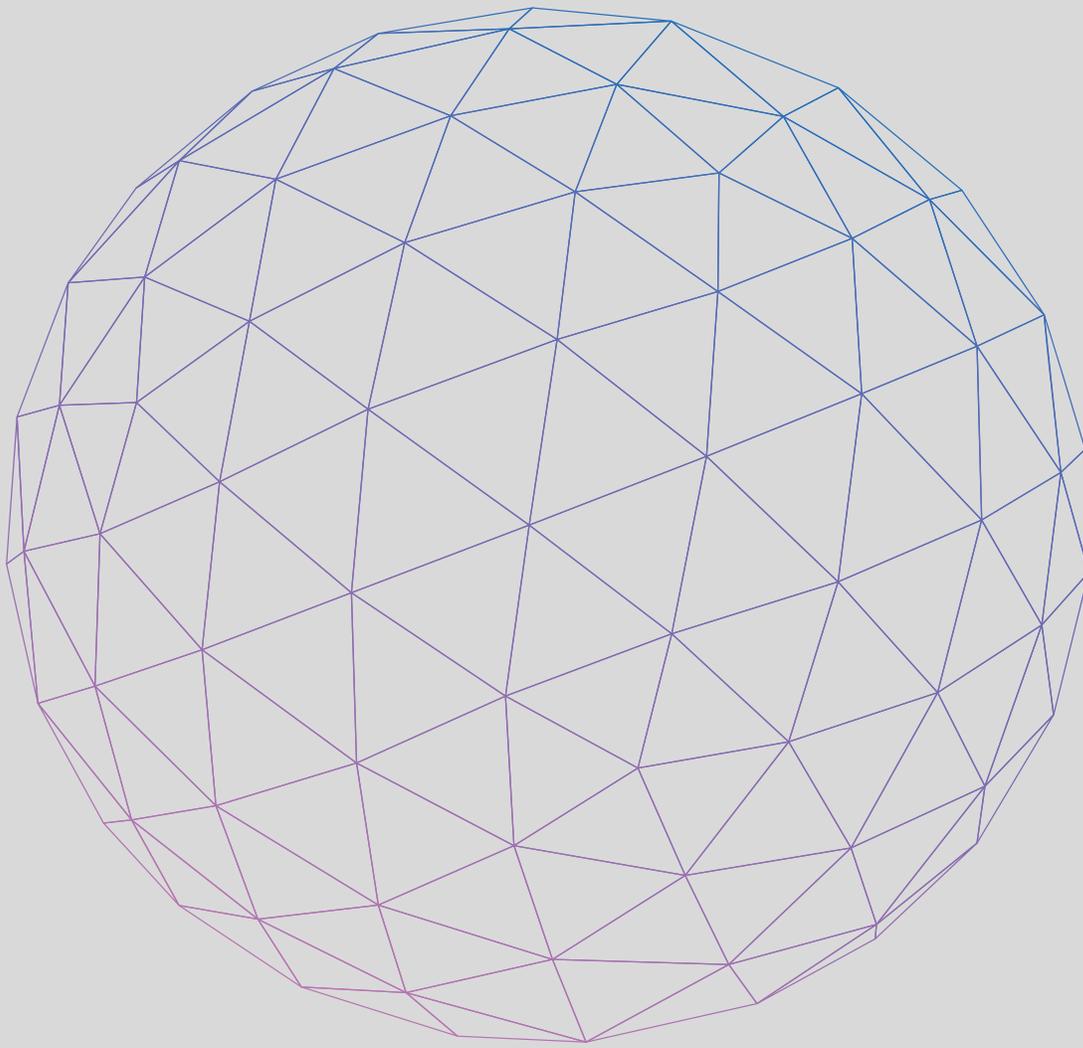
El desarrollo de BIM (Building Information Modeling) lleva ya más de una década incorporado en los diseños de proyectos en Chile. Hasta el año 2019, los proyectos de Arquitectura y Estructuras, en un alto porcentaje, lo habían involucrado en sus procesos de trabajo y las especialidades estaban tibiamente incorporándose. Es por ello que el Comité de Especialidades de la CChC y específicamente el Grupo de Trabajo BIM del Comité de Especialidades ha considerado relevante sumarse a este proceso y fomentar desde la generación y el diseño de proyectos de especialidades esta cultura colaborativa, aportando con conocimiento técnico, la experiencia y la gestión de la información en 3D. Este documento técnico nace de la necesidad de integrar las especialidades, en etapas tempranas de proyectos, y espera ser un aporte para incorporar y masificar el uso de BIM en especialidades.

Para asegurar una implementación de BIM saludable, es necesario que los equipos de trabajo de gestión y coordinación y de los integrantes de cada una de las especialidades, comprendan los conceptos y filosofía de trabajo involucrados, algunos de los aspectos relevantes son los siguientes, (i) que todos los actores involucrados en el desarrollo de un proyecto estén en conocimiento y empapados de la filosofía de trabajo colaborativo, (ii) el contar y poseer recursos compartidos considerando modelos BIM Federados, (iii) el uso de estándares abiertos (OpenBIM<sup>2</sup>) para el intercambio de información y modelos BIM, (iv) facilitar la comunicación de incidencias o hallazgos entre colaboradores, (v) promover métodos y procedimientos para la colaboración y coordinación en un espacio virtual tal como el ambiente de datos compartidos (o CDE<sup>3</sup> por sus siglas en inglés "Common Data Environment").

Para iniciar es necesario desatacar el rol clave de dos procesos, por una parte, la planificación de arranque (cómo, quiénes y cuándo iniciamos el proyecto) y por otro, la planificación de la producción de la información (cómo y para qué desarrollamos, definiendo los usos que se buscan con la implementación BIM). Esto es fundamental para evaluar el esfuerzo y los tiempos de trabajo y definir cómo será la participación y colaboración de cada uno de los equipos involucrados, aportando su conocimiento y desarrollo.

2. [www.buildingsmart.org/about/openbim/](http://www.buildingsmart.org/about/openbim/)

3. Fuente única de información para recopilar, gestionar y difundir documentos y modelos para equipos multidisciplinarios, a través de un proceso estandarizado. Un CDE generalmente contiene un sistema de gestión documental que facilita la transferencia de información entre los actores de un proyecto. Definición de Bilal Succar, <https://bimdictionary.com/en/common-data-environment/1/>



DURANTE TRES AÑOS DE TRABAJO EN CONJUNTO CON EL EQUIPO DEL GRUPO DE TRABAJO BIM DEL COMITÉ DE ESPECIALIDADES DE LA CChC, SE HAN DESARROLLADO VARIADAS INICIATIVAS.

.....



## **LAS ESPECIALIDADES Y BIM**

Durante tres años de trabajo en conjunto con el equipo del grupo de trabajo BIM del comité de especialidades de la CChC, se han desarrollado variadas iniciativas. Una de las primeras fue reconocer la individualidad y diversidad de especialidades. Es clave saber que las especialidades comparten varios “dolores” pero así también presentan condiciones y cualidades muy distintas entre sí. Por lo mismo, aclarar cuántas especialidades existe, permitirá tratarlas con la individualidad que requieren. Esta individualidad se verá reflejada en el punto de partida en el cronograma del proyecto, o los requerimientos mínimos hacia Arquitectura o hacia otras especialidades para poder ser desarrolladas.

A continuación, se presenta un listado de especialidades desarrollado con Proyectistas. Se agrega el listado previamente presentado por Plan BIM, con el fin de complementar algunas especialidades que aún no han sido nombradas y entregar una base de datos más completa. Este listado de especialidades podrá variar en el tiempo, en la medida en que aparecen nuevas especialidades y otras se absorben o fusionan.

	<b>ESPECIALIDAD EBPPP (Tabla 13 - Planbim)</b>	<b>SIGLA Planbim</b>	<b>NOMBRE ESPECIALIDAD</b>	<b>SIGLA CChC</b>	<b>DETALLE ESPECIALIDAD CChC</b>
1	Proyecto de Arquitectura	<b>ARQ</b>	Arquitectura	<b>ARQ</b>	Diseño de proyecto de Arquitectura
2	Audio	<b>AUD</b>	-	-	-
3	Acústica	<b>ACU</b>	-	-	-
4	-	-	Áreas Biolimpias	<b>BIO</b>	Estudio de áreas biolimpias y recintos críticos
5	Proyecto de Estructuras o Cálculo	<b>EST</b>	Estructuras	<b>EST</b>	Diseño de cálculo estructural
6	Carga combustible	<b>CCB</b>	Combustible		
7	Proyecto de Instalación de Gas	<b>GAS</b>	Gas Combustible	<b>GAS</b>	Diseño de redes de gas combustible de cañería
8	Proyecto de Climatización y Ventilación	<b>CLI</b>	Climatización	<b>CLI</b>	Diseño de proyecto de climatización y extracción. Considera la inclusión de subsistemas como Inyección, Extracción, Aire Exterior Pretratado, Aire Graso, Equipos y cañerías según función, etc.
9	Correo Neumático	<b>CON</b>	Correo Neumático	<b>COR</b>	Diseño de proyecto de correo neumático

#### 4 • LAS ESPECIALIDADES Y BIM

- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36

ESPECIALIDAD EBPPP (Tabla 13 - Planbim)	SIGLA Planbim	NOMBRE ESPECIALIDAD	SIGLA CChC	DETALLE ESPECIALIDAD CChC
Control centralizado	<b>CCT</b>	Control Centralizado	<b>CCT</b>	Diseño de proyecto de control centralizado
-	-	Cocinas	<b>COC</b>	Diseño de proyecto de cocinas
Voz y datos	<b>VOD</b>	Cableado estructurado y corrientes débiles	<b>CEC</b>	Diseño de proyecto de cableado estructurado
-	-	Coordinación de especialidades	<b>COO</b>	Coordinación de especialidades
-	-	Control de vibraciones	<b>VIB</b>	Diseño de proyecto de control de vibraciones y estudio de control de vibraciones
Escenotecnia	<b>ESC</b>	-	-	-
Electricidad, Proyecto Eléctrico	<b>ELE</b>	Electricidad	<b>ELE</b>	Diseño de proyecto eléctrico
-	-	Equipamiento activo	<b>EQA</b>	Diseño de proyecto de cartelería digital, cable, telefonía, internet, megafonía, etc.
-	-	Estudio Hidrogeológico	<b>HID</b>	Estudio de hidrogeología y napas
Proyecto Extracción de Basuras	<b>BAS</b>	Proyecto de gestión de residuos	<b>RES</b>	Diseño de proyecto de gestión de residuos
Eficiencia Energética	<b>EFE</b>	Eficiencia energética	<b>EFE</b>	Estudio de eficiencia energética
-	-	Elementos no estructurales, fachadas y muros cortina	<b>ENE</b>	Diseño de elementos de menor envergadura: Fachadistas, arriostres en bloque o multi-trade, bancadas, etc.
Proyecto de Equipamiento	<b>EQP</b>	Equipamiento médico y de laboratorio	<b>EQP</b>	Diseño de proyecto de equipamiento médico especializado y selección de equipos
-	-	Datacenter	<b>DAT</b>	Diseño de proyecto de datacenter, climatización de precisión, salas blancas
Geotecnia	<b>GEO</b>	-	-	-
Gerenciamiento	<b>GER</b>	-	-	-
-	-	Grúas	<b>GRU</b>	Diseño de proyecto de grúas y rigging
Helipuerto	<b>HEL</b>	Helipuerto	<b>HEL</b>	Diseño de proyecto de helipuerto
Iluminación	<b>ILU</b>	Iluminación	<b>ILU</b>	Diseño de proyecto de iluminación
Insonoración	<b>INS</b>	Insonorización	<b>INS</b>	Diseño de proyecto de insonorización
-	-	Impermeabilización	<b>IMP</b>	Diseño de proyecto de impermeabilización
-	-	Limpieza de Fachadas	<b>LFA</b>	Diseño de proyecto de limpieza de fachadas
-	-	Mecánica de suelos	<b>MSU</b>	Estudio de mecánica de suelos
-	-	Mobiliario	<b>MOB</b>	Diseño de proyecto de mobiliario general, clínico o no clínico, adosado o no adosado
Museología	<b>MSL</b>	-	-	-
Museografía	<b>MSG</b>	-	-	-
Proyectos de Obras Civiles	<b>OCV</b>	-	-	-

	<b>ESPECIALIDAD EBPPP (Tabla 13 - Planbim)</b>	<b>SIGLA Planbim</b>	<b>NOMBRE ESPECIALIDAD</b>	<b>SIGLA CChC</b>	<b>DETALLE ESPECIALIDAD CChC</b>
37	Obras y Artes de Obras viales	<b>ART</b>	-	-	-
38	Protección contra incendio	<b>PCI</b>	Protección contra incendios, Extinción	<b>PIE</b>	Diseño de proyecto de protección contra incendios: Extinción, Red Húmeda y Seca.
39	Proyecto de Seguridad contra Incendio	<b>SEG</b>	Protección contra incendios, Detección	<b>PID</b>	Diseño de proyecto de protección contra incendios: Detección.
40	Radiocomunicación	<b>RAD</b>	Radio y telecomunicaciones	<b>RAD</b>	Diseño de proyecto de radio y telecomunicaciones
41	Redes de Gases Clínicos y Red de Aire Comprimido Industrial	<b>GCL</b>	Gases clínicos	<b>GCL</b>	Diseño de proyecto de gases clínicos
42	Proyecto de Residuos Clínicos	<b>PRC</b>	Residuos Clínicos	<b>REA</b>	Diseño de proyectos de manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud (REAS).
43	Proyecto de Instalaciones Sanitarias	<b>SAN</b>	Agua Potable Sanitaria	<b>APS</b>	Diseño de proyecto de agua potable fría y caliente
44	Aguas Lluvias	<b>ALL</b>	Aguas Lluvias	<b>ALL</b>	Diseño de proyecto de aguas lluvias de edificación
45	-	-	Alcantarillado	<b>ALC</b>	Diseño de proyecto de alcantarillado y tratamiento de aguas grises
46	Aguas tratadas	<b>ATR</b>	Aguas Tratadas	<b>ATR</b>	Diseño de proyecto de aguas tratadas, osmosadas, ultra limpias, etc.
47	Protección Radiológica	<b>PRD</b>	Protecciones radiológicas	<b>PTR</b>	Diseño de proyecto de protecciones plomadas y estudio de diseño para protección radiológica
48	Riego	<b>RIE</b>	Riego de áreas verdes	<b>RAV</b>	Diseño de proyecto de riego de áreas verdes
49	Sistema de Ductos de Ropa Sucia	<b>ROP</b>	-	-	-
50	Proyecto Señalética	<b>SEÑ</b>	Señalética	<b>SEÑ</b>	Diseño de proyecto de señalética
51	Paisajismo	<b>PSJ</b>	Paisajismo	<b>PSJ</b>	Diseño de proyecto de paisajismo y áreas verdes
52	Proyecto de Pavimentación	<b>PAV</b>	Pavimentación	<b>PAV</b>	Diseño de proyecto de pavimentación
53	-	-	Aguas Lluvias de Pavimentación	<b>PAL</b>	Diseño de proyecto de extracción de aguas lluvias de pavimentación
54	Levantamiento topográfico y georreferenciación	<b>TOP</b>	Topografía	<b>TOP</b>	Estudio de condiciones de topografía
55	Tecno vigilancia	<b>TVG</b>	Seguridad	<b>SEG</b>	Diseño de proyecto de seguridad y vigilancia, considera CCTV, sensores de movimiento, biometría, control de accesos, etc.
56	Proyecto Circuito Cerrado de TV	<b>CTV</b>	-	-	-
57	Transporte Mecánico	<b>MEC</b>	Transporte vertical	<b>TRV</b>	Diseño de proyecto de ascensores y escaleras mecánicas.
58	-	-	Vulnerabilidad Hospitalaria	<b>VHO</b>	Estudio de Vulnerabilidad

**TABLA 1.** LISTADO COMPLEMENTARIO Y COMPARATIVO DE SIGLAS E IDENTIFICACIÓN DE ESPECIALIDADES. EN VERDE, PLANBIM, EN AZUL, PROPUESTA CChC.

Fuente: Elaboración Propia.

Dentro del listado, existen especialidades más comunes para proyectos de todo tipo, versus otras especialidades más específicas que regularmente son parte de proyectos con requerimientos especiales (por ejemplo, hospitales o montajes industriales). En base a estos diferenciadores, hemos seleccionado un primer listado de especialidades que serán tratadas individualmente en capítulos, los que serán presentados en diferentes tomos a publicar. La intención de generar estas publicaciones apunta principalmente a entregar recomendaciones sobre cómo abordar un desarrollo BIM respecto de algunas consultas y discusiones comunes sobre esta materia, que llegan a ser tan específicas hasta discutir qué elementos deben o no ser modelados o incluidos como información o representación 2D, por especialidad

## 4.1. FUTURAS PUBLICACIONES: CAPÍTULO POR ESPECIALIDAD

Visto el listado de especialidades, realizar una sola publicación para la revisión detallada de las mismas es muy complejo. Por lo mismo, se ha propuesto el desarrollo de publicaciones consecutivas a lo largo del tiempo, para la revisión de cada especialidad. Cada una de estas publicaciones buscará aportar en la aclaración de algunos conceptos que se pueden agrupar según el punto de vista, ya sea el lector un gestor de proyectos, o Profesional Proyectista

El presente documento corresponde a la primera publicación, abordando la Coordinación de Especialidades como la primera especialidad. Dado que esta especialidad presenta estructuras de información y entregables muy particulares (que en resumen agrupan a todas las especialidades) se ha presentado como la guía inicial para organizar las futuras publicaciones, ya orientadas al trabajo de cada especialidad. Los contenidos para cada publicación de especialidad responderán al ordenamiento en dos grandes temas (ya mencionados en la tabla 02).

 <b>CARGO</b>	 <b>DUDAS QUE SE BUSCAN RESOLVER</b>	 <b>COMO SE RESUELVEN</b>	 <b>CONTENIDOS</b>
<b>GESTOR DE PROYECTOS</b>	<p>¿Qué sirve modelado en 3d, en 2d y sólo como información? Proyecto?</p> <p>¿Qué debo encargar para cubrir el uso bim que me interesa para mi proyecto?</p>	<b>LISTADO DE ENTIDADES POR ESPECIALIDAD</b>	<p>Propuesta de listado de entidades y parámetros por especialidad, organizados por uso bim y en base a experiencias probadas. Si bien ya existen listados de entidades a nivel internacional, se busca complementar con una versión nacional y más cercana a componentes de proyectos reales. También se busca proponer definiciones sobre entidades "de traspaso", que son el resultado de un trabajo en conjunto y acuerdo entre proyectistas.</p>
<b>PROYECTISTA DE ESPECIALIDADES</b>	<p>¿Qué, cómo y dónde modelo cada entidad de mi especialidad?</p>		
<b>GESTOR DE PROYECTOS</b>	<p>¿Cuándo es el mejor momento para integrar bim en mi proyecto?</p>	<b>FLUJO DE PROCESO DE DISEÑO POR ESPECIALIDAD</b>	<p>Presentación de estimación de tiempos de desarrollo relacionados al listado de entidades, y su dependencia al avance de otros proyectos de especialidad. Diagrama de flujo que muestra cada paso de diseño por especialidad y su interrelación. Entender las tareas en cada especialidad permitirá incluso diseñar planes más efectivos de capacitación técnica bim.</p>
<b>PROYECTISTA DE ESPECIALIDADES</b>	<p>¿Qué está haciendo el resto del equipo de diseño en paralelo a mis tareas de desarrollo de diseño?</p> <p>¿En qué punto de avance del proyecto debo darle fuerza al desarrollo bim de mi especialidad?</p>		

**TABLA 2.** PRESENTACIÓN DE PROFESIONALES A LOS QUE VA ORIENTADA LA PUBLICACIÓN, SUS DUDAS Y COMO LOS CONTENIDOS DE LAS PUBLICACIONES LO ABORDAN.

Fuente: *Elaboración Propia.*

### 4.1.1. Listado de entidades por especialidad

En lista todas las entidades pertenecientes a la especialidad y que regularmente aparecen en documentos de especificación técnica (excluyendo actividades) e itemizados. En este listado se agrega información referente a recomendaciones de integración BIM (si es recomendable modelarlo geoméricamente, o incluirlo sólo como información, por ejemplo) y algunas consideraciones al momento de desarrollar el modelo. La referencia general para revisión de sus contenidos se puede ver en el siguiente ejemplo:

NUMERAL	DESCRIPCIÓN	RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS POR CADA ELEMENTO DE LA ESPECIALIDAD					COMENTARIOS TÉCNICOS DE COORDINACIÓN BIM
		UNIDAD	2D	INFO	3D	TIPO	
7	ELE						
7.1	ACOMETIDA Y SUBTERRÁNEO						
7.1.1	TRINCHERAS	ml			X	TRASPASO	Se recomienda que los elementos que hacen referencia a volúmenes de hormigón u otros materiales sean integrados en los modelos de EST para el caso de elementos pertenecientes a la edificación misma. Debido a que en este caso se define un "espacio" técnico para especialidades, se recomienda que trincheras y soportes sean modeladas por ELE a modo temporal y luego sean traspasadas a EST para que integre la geometría a su modelo.
7.1.2	TAPAS DE TRINCHERAS	un			X	TRASPASO	Se recomienda integrar elementos de terminación como parte del modelo de ARQ. En este caso, la tapa deberá ser modelada con la materialidad y según especificación de ELE, en el modelo de ARQ. Nuevamente se recomienda definir un protocolo de modelo temporal de traspaso, donde ELE entrega información a través de la modelación del elemento.
7.2	BANCO DE DUCTOS O POLIDUCTOS						
7.2.1	TRANSITO PESADO	ml			X	NATIVO	Se recomienda usar herramientas de modelación adecuadas a la especialidad, normativa y mercado chileno. Para ductos, es recomendable usar una herramienta que asegure que se está trabajando con elementos de especialidad eléctrica (evitar usar cañerías sanitarias, por ejemplo). Los bancos de ductos se deben modelar con una pendiente de al menos 1% desde el punto medio hacia las cámaras eléctricas, en casos de terrenos sin pendiente. En casos con pendiente, se modela desde la cámara más alta hasta la cámara más baja. Esta pendiente define la profundidad de la cámara eléctrica.

**TABLA 3.** EXTRACTO DE LISTADO DE ENTIDADES PARA LA ESPECIALIDAD DE ELECTRICIDAD. EJEMPLO DE CONTENIDOS MÍNIMOS DE INFORMACIÓN PARA CADA PUBLICACIÓN DE ESPECIALIDAD, POSTERIOR.

Fuente: Elaboración Propia.

# La descripción resumida de contenidos es la siguiente:

1

**NUMERAL**

Estructura numérica para ordenar entidades. Se recomienda utilizar numeración propia del Gestor del Proyecto, que considere a todas las especialidades, itemizados y EETT.

2

**DESCRIPCIÓN**

Nombre de la entidad o elemento. Excluir de este listado actividades, labores, recomendaciones o pruebas que no se traduzcan a modelo.

3

**UNIDAD**

Unidad de medida de la entidad.

4

### 2D-INFO-3D (Recomendación de implementación)

Recomendación de cómo integrar la entidad. Se diferencian casos donde un detalle 2D o su implementación mediante elementos anotativos cumple con las necesidades de presentación de la entidad, de casos donde la información del elemento puede estar contenida en otra entidad, de casos donde se requiere la geometría 3D. Esto incidirá directamente en el tiempo a invertir para el desarrollo del respectivo modelo BIM.

5

### TIPO (Traspaso-Nativo)

Propuesta para identificar al encargado del desarrollo de la entidad.

- **NATIVO** responde a que es diseñada y modelada por la especialidad del listado. En muchos casos la entidad se alimenta de necesidades de una especialidad, pero se diseña por otra (una trinchera ELE se basa en información de tamaño y posición definida por el proyectista eléctrico, pero la trinchera es una obra civil calculada y modelada por el proyectista EST, por lo tanto se recomendará que sea modelada por EST). En estos casos, la entidad será de TRASPASO.

6

### COMENTARIOS TÉCNICOS DE COORDINACIÓN BIM

Recomendaciones basadas en la experiencia del equipo técnico de Proyectistas de la Cámara Chilena de la Construcción desde la visión del mismo autor de la especialidad, respecto a cómo y dónde integrar el desarrollo BIM de la entidad.

### 4.1.2. Flujo de proceso de diseño por especialidad

Ordena cronológicamente los pasos que el proceso de diseño de la especialidad requiere, y los relaciona a otros flujos de proceso de diseño de otras especialidades, para mostrar puntos de bloqueo u oportunidades de avance. La revisión de este punto busca presentar el escenario actual, con el fin de permitir la discusión y revisión de procesos de diseño de manera integral.

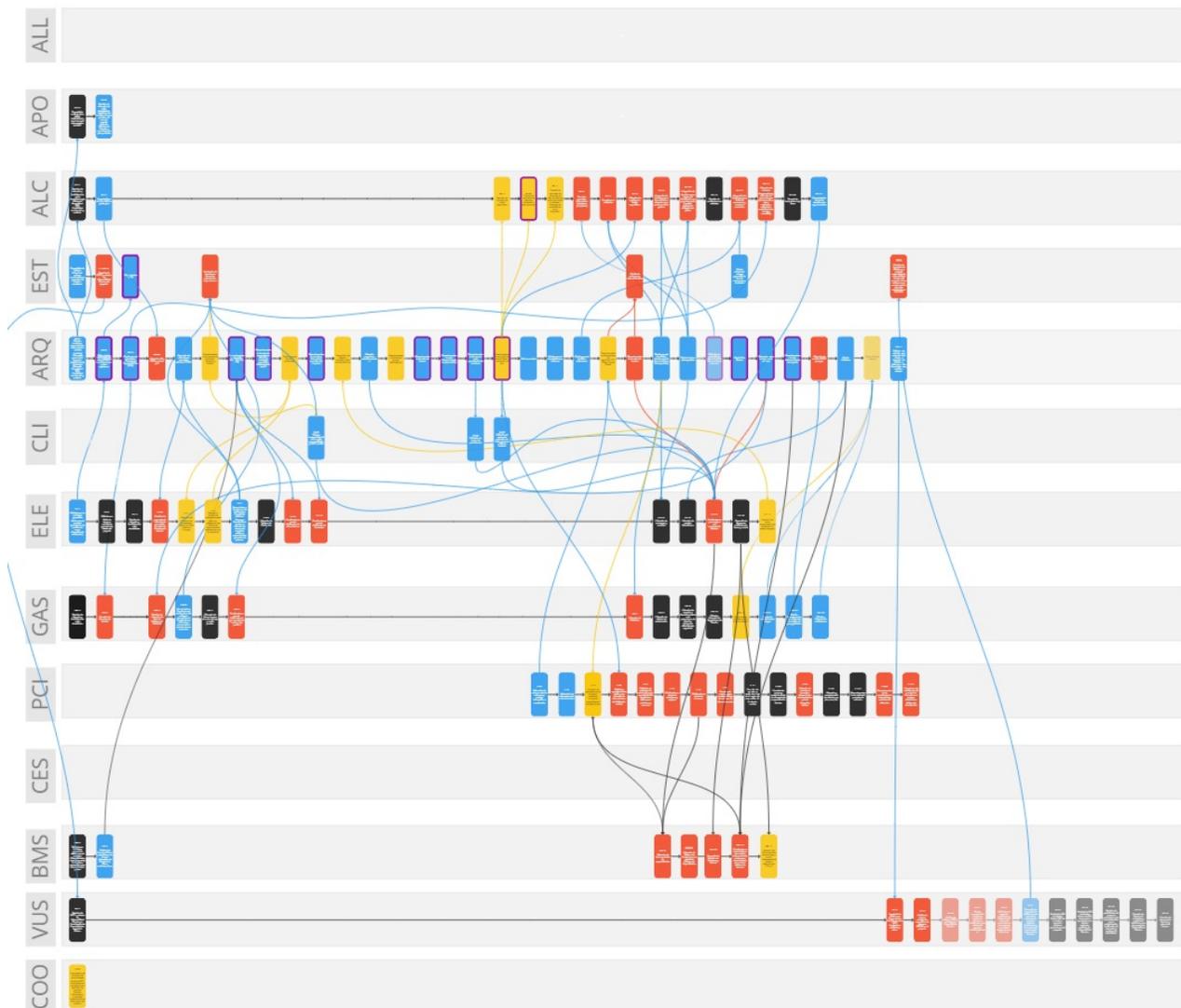
La serie de pasos se diferenciarán por color, considerando como mínimo los siguientes:



**GRÁFICA 2.** CÓDIGO DE COLORES PARA CARACTERIZACIÓN DE RESULTADOS, PARA CADA PASO DEL DISEÑO DE LA ESPECIALIDAD REVISADA.

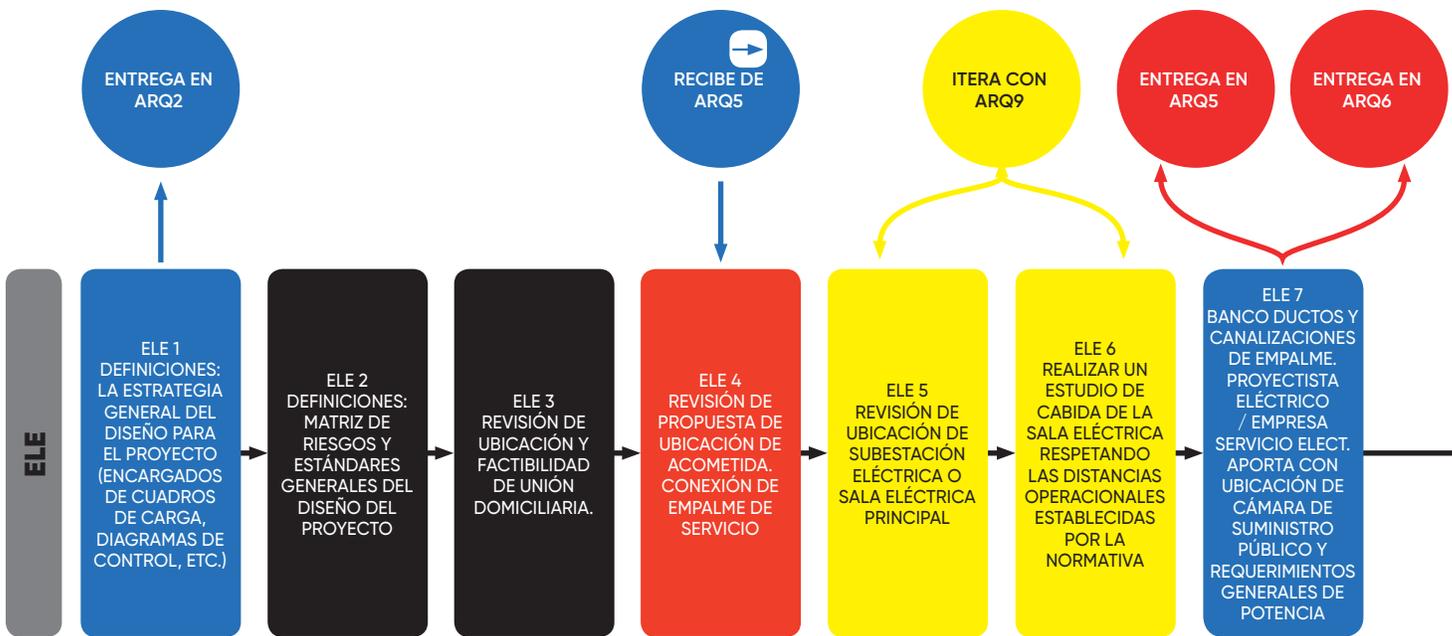
Fuente: Elaboración Propia.

De esta forma, se pretende realizar un mapeo general de relaciones entre especialidades, con el fin de identificar sus puntos de dependencia de avance de otras especialidades, entre otras conclusiones, y permitir mejorar cronogramas de diseño, apuntando siempre a mejorar la productividad.

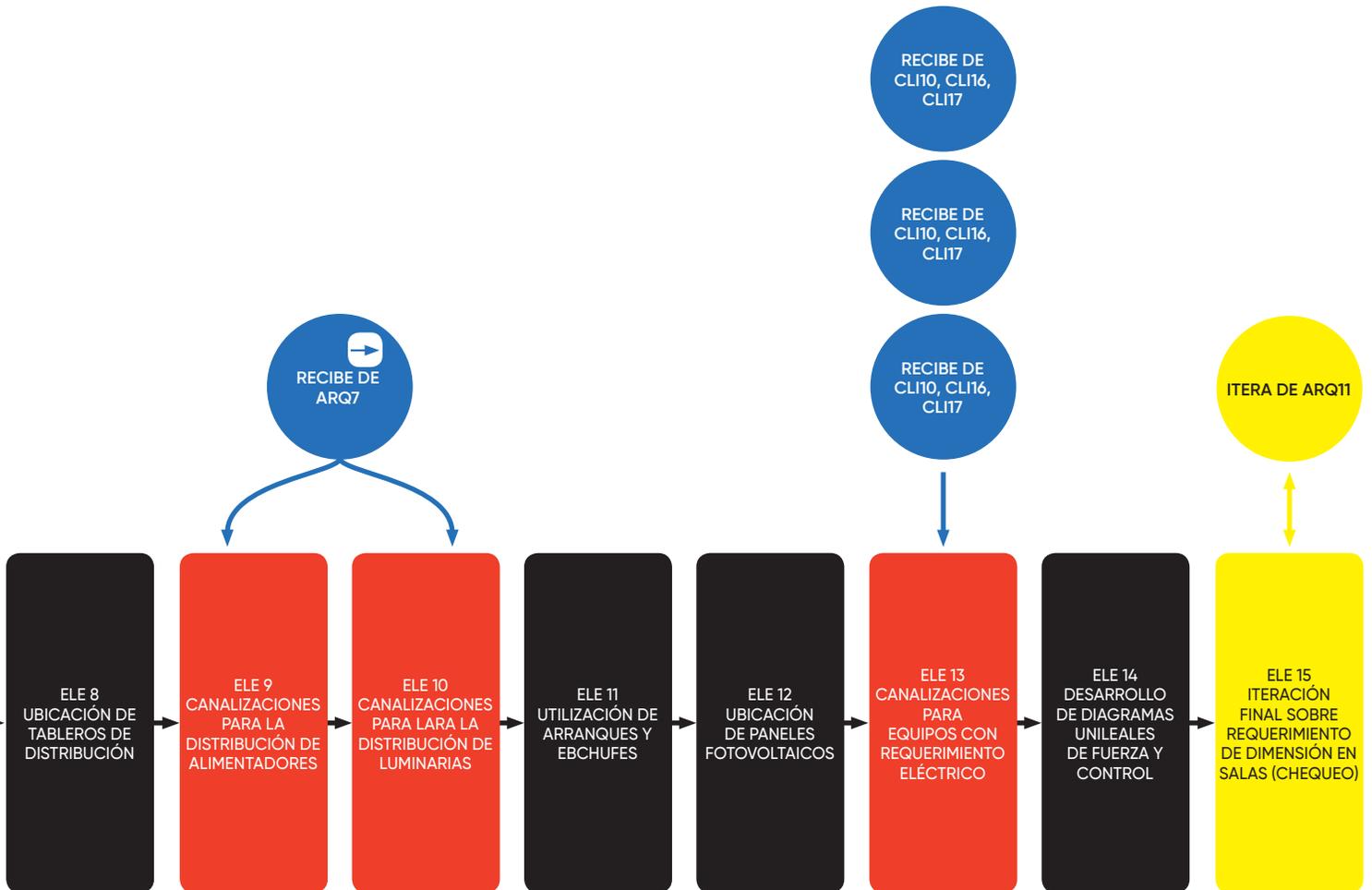


**GRÁFICA 3.** VISTA GENERAL DE RELACIONES ENTRE ESPECIALIDADES. LABOR EN CURSO QUE SERÁ PARTE DEL COMPLEMENTO DIGITAL DE LAS PUBLICACIONES.

Cada especialidad presenta una línea de tiempo propia, caracterización del resultado de cada actividad de diseño y su relación con otras líneas de diseño, del mismo proyecto. Se identifican contenidos en desarrollo para la especialidad (contenidos que eventualmente serán los temas a abordar en una capacitación BIM, por ejemplo) y tareas sincrónicas o concatenadas, de otras especialidades, permitiendo al Proyectista tener mayor información respecto a definiciones que suceden en otras mesas de trabajo del proyecto en curso.



GRÁFICA 4. LÍNEA DE TIEMPO DE PROYECTO DE ELECTRICIDAD. LAS FLECHAS HACIA ARRIBA O ABAJO CONDUCEN A OTRAS ESPECIALIDADES.





EL CONCEPTO DE  
COORDINACIÓN INCLUYE  
NECESARIAMENTE LA  
PARTICIPACIÓN ACTIVA  
DE EQUIPOS Y DE LA  
COLABORACIÓN ENTRE ELLOS.  
HASTA HOY, LA COORDINACIÓN  
SE CONSIDERA COMO  
INTRÍNSECA AL PROCESO DE  
DISEÑO O CONSTRUCCIÓN DE UN  
PROYECTO.



# LA COORDINACIÓN

**// El trabajo coordinado crea en el ser humano una alegría, que no es lo mismo que sentirse feliz. Una alegría de tener propósito y ser parte de algo."**

**"...Deseo y deber a veces convergen, y le regalan al ser humano el anhelado sentido."**

**//**

El concepto de coordinación incluye necesariamente la participación activa de equipos y de la colaboración entre ellos. Hasta hoy, la coordinación se considera como intrínseca al proceso de diseño o construcción de un proyecto. Sin embargo, los cambios metodológicos como la implementación de BIM, han propiciado variaciones importantes en esta materia y, en la medida que esta implementación muestra rasgos de adolescencia o madurez, es necesario acompañar esos avances con cambios a todo nivel. Hoy en día, la implementación de BIM requiere de cambios no sólo al nivel de metodología de desarrollo de proyectos, sino también a nivel de gestión de estos: es clave la actualización de cronogramas de proyectos, de organigramas de equipos y de la forma de colaborar entre ellos, para poder conseguir el nivel de madurez deseado a nivel de industria que BIM propone. Por estas razones, el presente documento postula a la coordinación de proyectos como una especialidad en sí misma, que requiere y amerita de tiempo, equipo y labores propias.

Constanza Michelson  
Psicoanalista y escritora

*Del lat. mediev. coordinare, y este del lat. co- 'co-' y ordināre 'ordenar'.*

1. tr. Unir dos o más cosas de manera que formen una unidad o un conjunto armonioso.
2. tr. Dirigir y concertar varios elementos.

## 5.1. LA PLANIFICACIÓN PREVIA. DEFINICIÓN DE LA ESTRATEGIA DE COLABORACIÓN

En el encargo o proceso de licitación de proyectos con BIM, se debe incluir idealmente por parte del solicitante un Requerimiento de Información BIM o Solicitud de Información BIM<sup>4</sup>. Este documento define por qué y para qué se utilizará BIM en un proyecto. Una Solicitud de Información BIM puede ser denominada de diversas formas según la organización, por ejemplo, términos de referencia BIM, bases administrativas, entre otras. El propósito de este requerimiento es especificar los objetivos de utilización de BIM en el proyecto, acotar los distintos usos de BIM (por ejemplo, Coordinación 3D), los tipos de información que necesita, incluyendo su nivel de detalle, y los entregables que se requiere desarrollar con BIM en cada hito de entrega.

Los oferentes, responden a través de un Plan de Ejecución BIM de oferta, en donde se aborda como responderán a ese requerimiento, de forma general. Una vez se haya adjudicado el desarrollo del proyecto, el equipo escogido necesita planificar las actividades concretas de producción de información (junto con el mandante) antes de la selección de equipos para el desarrollo de cada especialidad. Para esto se debe disponer un tiempo de planificación previo.

El proveedor principal del proyecto o el encargado de coordinación BIM, desarrollará un Plan de Ejecución BIM Definitivo<sup>5</sup>, donde confirma que los detalles que se incluyeron en Plan de Ejecución BIM de Oferta son todavía válidos, identificando a quienes conformarán el equipo de cada especialidad, entregando un nivel de detalle mayor respecto a la provisión de sus servicios y quienes los desarrollarán. El PEB Definitivo debe tomar como base el PEB de Oferta, en caso de que exista. El PEB Definitivo debe ser complementado a medida que avanza el proyecto para reflejar el desarrollo y posibles modificaciones de éste. Al finalizar el proyecto, este documento debe reflejar todos los cambios implementados en su desarrollo.

Una vez se cuente con esta planificación general, el proveedor principal contará con una línea base que identifica entregables y fechas de entrega. Adicionalmente debe informar a cada equipo participante de los cambios realizados en este proceso. Lo descrito anteriormente facilita un desarrollo fluido de todo el trabajo de diseño, incluyendo la coordinación y que los objetivos de cada especialidad, las necesidades de ellas y los aportes desde y hacia terceros estén incorporados.

Antes de comunicar, convocar y organizar la coordinación del proyecto, es esencial que los distintos actores conozcan de antemano y hayan comprendido todo este proceso y documentación, siendo relevante la existencia del Gestor BIM.

El identificar adecuadamente el propósito o fin para el cual esa información se requiere, le permitirá al mandante asegurarse de que la información que producen los equipos es la correcta. Una vez establecido esos objetivos, se incluirá también el "cuándo" es necesario contar con esa información y el "cómo" debe ser intercambiada. A esto se le conoce como intercambio colaborativo de la información y es la esencia del trabajo colaborativo con BIM.

---

4. Mas información disponible en documento "Estándar BIM para Proyectos Públicos". C. Soto, S. Manríquez, P. Godoy (2019), Chile.

5. Mas información disponible en documento "Estándar BIM para Proyectos Públicos". C. Soto, S. Manríquez, P. Godoy (2019), Chile.

## 5.2. LA EXISTENCIA DE ESTÁNDARES

Existen variados estándares para organizar la información de proyectos, en documentos tanto internacionales como nacionales. En el caso internacional, el estándar ISO 19.650-1 establece los conceptos y principios para la gestión de la información utilizando BIM, en 9 capítulos para su definición<sup>6</sup>:



El Estándar BIM para Proyectos Públicos<sup>7</sup>, define el Uso BIM Coordinación 3D como el “proceso de planificación entre las distintas disciplinas previo al diseño para evitar posibles interferencias”. Junto con esto añade que “este Uso BIM incluye además la detección de interferencias una vez generados los diseños de las disciplinas a través de uno o más modelos BIM”.

Esto requiere un enfoque sistemático a través del cual se pueda crear información estructurada de Métodos de producción de información tales como procedimientos documentados y repositorio compartido.

Una vez se han establecido los estándares de información a utilizar por parte de todos los equipos participantes y se ha establecido un repositorio común para la gestión de esa información (CDE) es necesario acordar cuáles serán los métodos de producción de información los que pueden involucrar una gran diversidad de actividades, donde los especialistas deben establecer los métodos más efectivos y establecer la metodología sobre la cual se desarrollará el trabajo de coordinación. Esto puede configurarse en distintos escenarios, dependiendo del nivel de madurez BIM de los actores y especialidades participantes, entre los cuales podemos mencionar:

6 ISO 19.650 Part 1

7 C. Soto, S. Manríquez, P. Godoy (2019) “Estándar BIM para Proyectos Públicos”, Chile.

## 5.3. CONDICIONES PREVIAS PARA EL DESARROLLO DE LA COORDINACIÓN BIM

Existen variadas condicionantes de ordenamiento general de proyectos que permitirán al mediano plazo contar con resultados consistentes y evitar retrabajos. Estas condicionantes son diferentes según los usos BIM que se esperen del modelo en cuestión. En este punto se presentan las recomendaciones más generales y recurrentes, en directa relación con resultados de revisiones mediante el MEI<sup>8</sup>.

---

8. "MANUAL BÁSICO DE ENTREGA DE INFORMACIÓN MEI" puntos 3.2, 3.3, 3.8.

### 5.3.1. Posición y georreferenciamiento

Un aspecto fundamental para la correcta coordinación geométrica de los proyectos con metodología BIM es establecer una posición común a todos los modelos, esto implica acordar en el PEB la coordenada común del punto de origen de proyecto para todas las especialidades. Hay tres consideraciones relevantes para el uso de las coordenadas compartidas, según la forma en la cual se desarrolla BIM en el proyecto:



**En el caso de que los proyectos se desarrollen directamente en plataformas BIM**

Acordar la posición de coordenada común en la intersección de los ejes A-0 ó A-1 según se determine, indicando una posición común en los tres ejes (X, Y, Z), tal como lo sugiere Plan BIM en el ítem 3.2 del anexo III Manual básico de entrega de información (MEI) del EBPPP. En este caso, cuando se exporte cada modelo a IFC, la configuración de la coordenada base debe ser el origen interno del software. Plan BIM también sugiere que en el origen de proyecto se ubique un hito tridimensional de posición que tenga un vértice en el origen.



**Si los proyectos no se inician considerando como coordenada de proyecto el origen interno del software**

Asunto que se presenta con frecuencia en procesos graduales de implementación BIM, entre los proyectos que se inician en D1 (ARQ-EST) se debe acordar una coordenada común de proyecto entre todas las especialidades, se sugiere establecerla a partir de elementos de referencia como ejes y niveles. En este caso se debe exportar como coordenada de posición el origen de usuario, punto de coordinación o punto base de proyecto según el software y se debe consignar este acuerdo en el PEB (tanto para este como para los otros dos puntos). Al igual que en el caso anterior, se sugiere ubicar un hito tridimensional de posición que tenga un vértice en el origen, tal como lo plantea Plan BIM.



**En cualquiera de los casos descritos en los dos puntos anteriores**

Al punto establecido como origen de proyecto, se deben especificar coordenadas georreferenciadas E-N y altitud, para el uso específico de ciertos proyectos de especialidades como por ejemplo PAV (pavimentación y aguas lluvias).

### 5.3.2. Concordancia nominativa

Es fundamental establecer una nominación única de los elementos de referencia de proyectos tales como ejes y niveles para todas las especialidades, asegurando la trazabilidad de las entidades a coordinar en un mismo sistema de referencias. Habitualmente los dos proyectos que comienzan en la primera sub-fase de la fase de diseño son ARQ y EST, por tanto, al inicio deben acordar el criterio nominativo de los elementos referenciales, dejando registro de este acuerdo en el PEB, según lo indicado en el ítem 3.3 del anexo III Manual básico de entrega de información (MEI) del EBPPP.

### 5.3.3. Casos especiales: Sanitarios, pavimentación

En ciertos casos especiales como los proyectos de las especialidades SAN AS y PAV (Pavimentación y Aguas Lluvias), para el cálculo de pendientes es necesario que el modelo esté georreferenciado, por tanto, es imperativo especificar coordenadas geográficas en el punto de origen del proyecto.

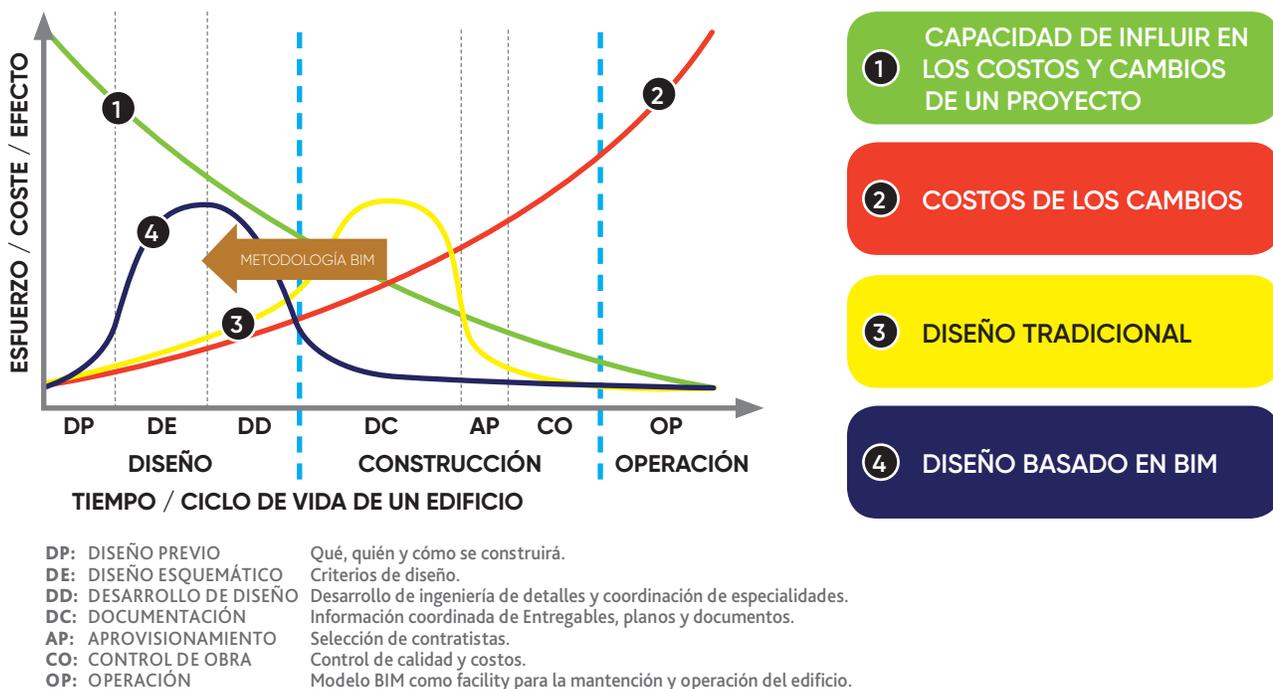
## 5.4. NECESIDAD DE COORDINAR: DISEÑO VERSUS OBRA

La coordinación de especialidades, la revisión de su ordenamiento para la optimización del uso del espacio físico disponible por Arquitectura y cálculo estructural, junto a otras revisiones de coherencia entre especialidades convergentes, fue por muchos años una labor desarrollada en el proceso de construcción, por los profesionales de obra. El proceso de diseño de proyecto aportaba con la información técnica de cada especialidad, pero luego, en la etapa de obra, se realizaban los ajustes, por parte de cada subcontrato y por parte del coordinador de especialidades en obra, para asegurar que las especialidades pudieran ser ejecutadas en el espacio disponible.

Con una correcta implementación de metodología BIM en el desarrollo del diseño y construcción del proyecto, se podrá contar con un modelo que, a modo de base de datos del proyecto, permita anticipar estos procesos, tradicionalmente asociados a la construcción, y traerlos a etapas dentro de la fase de diseño.

La curva de MacLeamy<sup>9</sup> presenta gráficamente los efectos del uso de BIM en el tiempo y costo del proyecto. La curva 3 (amarilla) muestra el esfuerzo necesario en el diseño tradicional desde la etapa conceptual (DP) hasta la etapa de construcción (DC).

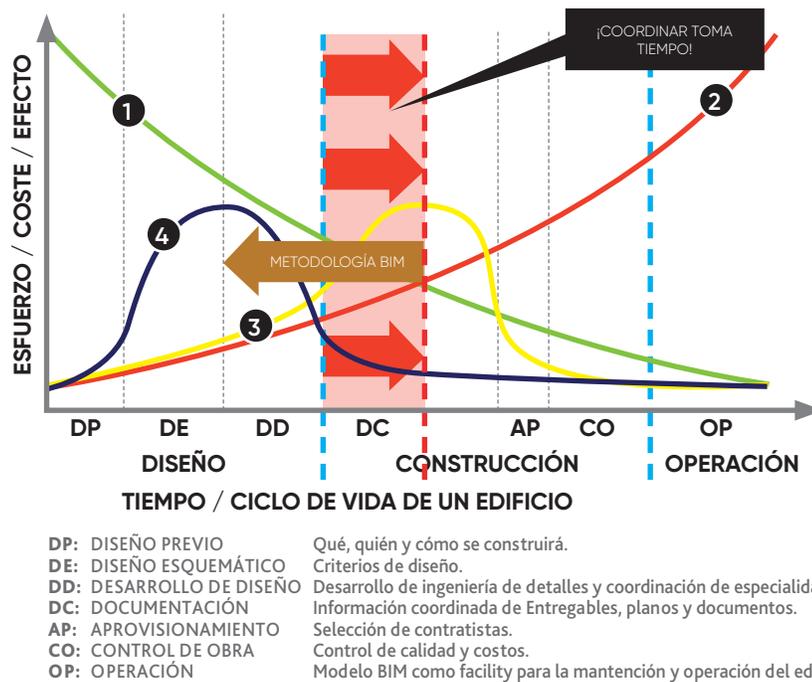
9. Curva de MacLeamy. Adaptado de "Integrated Project Delivery: A Guide" (2007). The American Institute of Architects (AIA).



GRÁFICA 5. GRÁFICO DE MACLEAMY.

Fuente: Gráfica propia basada en gráfico original citado.

Si bien el escenario planteado por MacLeamy es perfectamente realizable (y sin duda deseable), es clave entender que el escenario nacional aún presenta una implementación BIM en sus primeros rasgos de adolescencia. Se han realizado varios esfuerzos a nivel de estandarización y capacitación de profesionales, pero aún es muy sensible el poder transmitir las necesidades de un cambio metodológico a las áreas de gestión y administración de proyectos: Los cronogramas y los organigramas de proyecto (junto a las metodologías de comunicación entre equipos) también deben actualizarse. La coordinación de especialidades con BIM también requiere tiempo propio, en diseño.



**GRÁFICA 6.** GRÁFICO DE MACLEAMY.

Fuente: Gráfica propia basada en gráfico original citado.

En la imagen, se presenta el impacto de trasladar las labores de coordinación (anteriormente labor de construcción) a la etapa de diseño. Trasladar las labores de coordinación a la etapa de diseño debe requerir por consecuencia un ajuste en los tiempos (y presupuesto) de la etapa misma de diseño, o en su defecto, la integración de un tiempo adecuado para la gestión y preparación del BIM, que ha estado cumpliendo labores y usos de diseño, y debe ser preparado para su paso a obra.

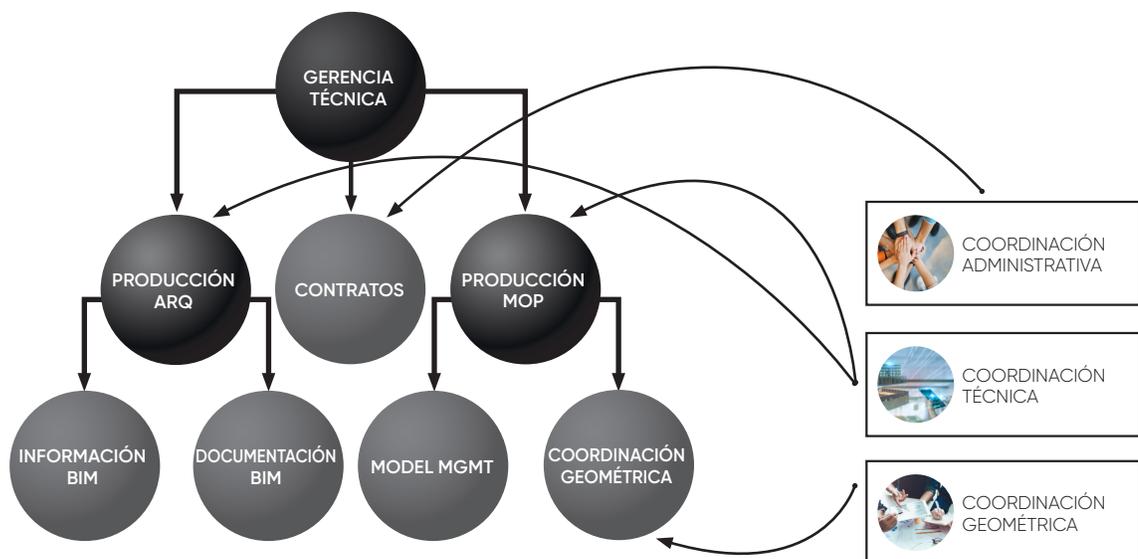
En resumen, darle tiempo al BIM en diseño nos permitirá ganar tiempo en obra.

## 5.5. LA COORDINACIÓN COMO ESPECIALIDAD

La coordinación hoy en día es clave en la productividad. La implementación de BIM ha abierto las puertas para agilizar los procesos de coordinación, habilitando herramientas de ordenamiento y control de la información del proyecto. Ya vimos como la integración de BIM permite la coordinación de especialidades, y tenemos como responsabilidad asegurar tiempos en los cronogramas para permitir esa gestión. En los puntos a continuación, se revisará el "quién", ahondando en la situación actual de los cronogramas y la posición de los coordinadores frente a la implementación BIM.

### 5.5.1. El rol del coordinador de especialidades

El coordinador de especialidades es, en resumidas cuentas, el profesional (o equipo de profesionales) que facilita el traspaso de información entre los equipos participantes de un proyecto. En su rol de facilitador, incluso puede darse la posibilidad de proponer o proveer soluciones, si la contingencia del proyecto lo requiere, siempre y cuando exista un protocolo adecuado para asegurar el visto bueno de los autores del diseño técnico original (debido a la responsabilidad en las decisiones de diseño). Su rol, que obligadamente lo relaciona con todas las especialidades del proyecto, según la etapa del proyecto en la cual ejerza, le permite (y requiere) tener un conocimiento integral del proceso y a su vez de las especialidades. Por lo mismo, este rol presenta grandes desafíos y obliga contar con conocimientos variados y también experiencias, que incluyen manejo técnico, conocimientos de administración (gestión y coordinación de equipos de trabajo) y también de construcción.



**GRÁFICA 7.** ORGANIGRAMA SIMPLIFICADO DE UNA GERENCIA TÉCNICA. EN EL ESQUEMA, SE PRESENTAN TRES TIPOS DE COORDINADORES.

Fuente: Geister Consultores.

## 5.6. TIPOS DE COORDINACIÓN

La coordinación, como labor garante de la suficiencia, calidad, fiabilidad y certeza de la información del proyecto, está intrínseca en la mayoría de las actividades y gestiones dentro de un proyecto, sobre todo cuando se hace necesario el trabajo de más de una persona. Por lo mismo, es natural encontrar en un organigrama a varios coordinadores, a veces sin una diferenciación demasiado específica de sus roles. En este punto se aborda, muy resumidamente, algunos tipos de coordinación y los perfiles profesionales asociados a los mismos. En los tres casos revisados (entre muchos otros que existen) se resume de qué manera la metodología BIM puede participar y aportar.



### PERFIL

El coordinador tiene un perfil administrativo. Realiza principalmente gestión orientada a reunir a profesionales y a reportar avances a otros niveles dentro de una empresa.

### APORTE BIM

En estos casos, el aporte de la metodología BIM es principalmente visual. Le permite al coordinador entender de manera sencilla el proyecto en cuestión y las partes que lo componen, reduciendo las horas de revisión de planimetría y documentos.

### LABORES MÁS COMUNES

- Organiza y gestiona reuniones entre proyectistas.
- Traspasa requerimientos y consultas entre departamentos o áreas, internamente.
- Traspaso de informes de avance, seguimiento y cumplimientos a otros niveles organizacionales (informe a gerencia mediante presentación de indicadores de avance, etc.)



### PERFIL

El coordinador tiene un perfil técnico. Revisa modelos y planos de todas las especialidades del proyecto y lidera reuniones de coordinación técnica para traspaso de requerimientos entre proyectistas, además de la gestión y seguimiento de soluciones y respuestas que se propongan.

### APORTE BIM

En este caso, la metodología BIM aporta con información clave respecto a cuantificaciones, ubicación de elementos en el espacio del proyecto, centralización de documentación y planimetría, simplificación de gestión de requerimientos de información y control de respuestas, entre otras facilidades, además de las anteriormente nombradas para el coordinador administrativo.

### LABORES MÁS COMUNES

- Revisión de completitud y cumplimiento de proyectos de especialidades.
- Gestión de respuestas, solución de incidencias, control de versiones.
- Corroboración de funcionamiento: Las especialidades se atienden entre ellas adecuadamente. Por ejemplo, ¿todos los equipos de climatización cuentan con su punto eléctrico? (coordinación entre climatización y electricidad)
- Traspasa información relevante desde el equipo de diseño al equipo de construcción y viceversa, en casos donde el diseño sufre cambios importantes en paralelo a su ejecución.



### PERFIL

Hoy en día, la coordinación geométrica es uno de los usos BIM mayormente solicitados, y reconocido desde hace varios años, en distintas publicaciones al respecto<sup>10</sup>. La coordinación geométrica, o más bien el poder ordenar en X, Y y Z los elementos de todas las especialidades dentro del espacio que Arquitectura diseña y Cálculo estructura, es una labor que sólo se puede realizar a cabalidad con herramientas tecnológicas y software que considere representación tridimensional. Para esta labor, el coordinador tiene un perfil integral, integrando partes de ambos ejemplos anteriores, además del manejo de la metodología BIM de manera más acabada.

### APORTE BIM

Este tipo de coordinación utiliza de manera profunda las herramientas técnicas y software de base BIM para generar modelación y geometría tridimensional, control y generación de incidencias, definición de tolerancias, etc., para luego revisar la ubicación de cada una de ellas y proponer un ordenamiento que permita construirlas.

### LABORES MÁS COMUNES

- Auditoría de modelos BIM, revisión cualitativa.
- Selección y definición de criterios para detecciones de interferencias, revisión cuantitativa.
- Propuesta de criterios de ordenamiento geométrico de las especialidades.
- Revisión y control de parámetros y calidad de la información contenida.
- Administración y gestión del CDE.

<sup>10</sup> Ya presente en el documento "The VA BIM Guide v1.0" del US Veteran's Affairs, del año 2010. Disponible en este enlace: [www.cfm.va.gov/til/bim/VA-BIM-Guide.pdf](http://www.cfm.va.gov/til/bim/VA-BIM-Guide.pdf)

## 5.7. CRITERIOS PARA LA COORDINACIÓN GEOMÉTRICA

La ubicación de elementos de especialidad responderá finalmente, al criterio que el coordinador elija y priorice, según el tipo de proyecto u otros factores relevantes. Por supuesto, la recomendación es tomar todos los criterios en consideración, al momento de coordinar un proyecto, y discutir de qué manera la jerarquización de unos sobre otros beneficiará al proyecto de la mejor manera. A continuación se enlistan sólo algunos de ellos, organizados por tipo.

5.7.1

**Criterio de ejecución**

Consideración del espacio necesario para llevar a cabo las tareas y procesos de construcción e instalación de los sistemas, elementos y componentes que se están coordinando, tomando en cuenta los aspectos logísticos, de traslado e instalaciones temporales necesarias para su materialización y puesta en marcha. El criterio apunta a la ingeniería de ejecución de la construcción. Algunos ejemplos y recomendaciones:

1

**Espacio suficiente para acceder y soldar o enroscar una cañería.**

El espacio debe permitir que las manos del soldador y sus herramientas puedan ejecutar la tarea.

2

**Integrar espacios y evaluar factibilidad de ejecución** para sistemas de arriostre individual o compartido. Considerar tamaño de pletinas de anclaje a losa.

3

**Integrar espacios y evaluar factibilidad de ejecución para sistemas de colgado** de partes de cada especialidad.

4

**Considerar espacio para aislación** de cañerías y ductos.

5

**Igualar alturas para cañerías de la misma especialidad, si es posible.** Permitirá reducir la cantidad de colgadores individuales, reemplazándolos por colgadores para más de un elemento, con patines de ajuste para distintos diámetros.

## 5.7.2

## Criterio de normativo

Verificación de restricciones normativas técnicas en cuanto a distanciamiento entre elementos o componentes de uno o más sistemas, o la posición de estos en el espacio. Una herramienta útil para esta función es el corte de coordinación. Algunos ejemplos y recomendaciones:

1

Bajo este punto de vista, es muy recomendable **definir y caracterizar anticipadamente** sub-áreas dentro del espacio a coordinar.

2

**Distanciamiento entre red** de gas y bandejas eléctricas

3

**Distanciamiento entre aparatos eléctricos o enchufes y ducha.**

Es muy común en proyectos inmobiliarios la necesidad de revisión de ubicación de la ducha, en casos donde queda muy cerca del shaft que contiene un extractor de aire eléctrico.

4

**Imposibilidad de coincidencia longitudinal entre trazados que contengan**

líquido (cañerías de climatización, agua potable, alcantarillado, protección contra incendios) y bandejas eléctricas o de corrientes débiles. Se debe evitar cualquier posibilidad de goteo sobre cables. En estos casos si es factible considerar bandejas sobre cañerías, pero nunca a la inversa.

5.7.3

**Criterio operativo**

Verificar la disponibilidad de espacio mínimo suficiente para el desarrollo de las labores de operación, limpieza, mantenimiento o reparación de elementos o componentes de un sistema. Algunos ejemplos y recomendaciones:

1

**Permitir acceso** para la operación de válvulas

2

**Asegurar espacio** para el peinado de cables dentro de bandejas eléctricas y de corrientes débiles

3

**Permitir acceso para** **mantención o reemplazo de piezas** electromecánicas en ductos de inyección (además del evidentemente necesario acceso a equipos mecánicos).

4

**Asegurar acceso a tapas de registro** en descargas de alcantarillado, integrando escotillas o puertas en shafts o cajones falsos.

5

**Evitar ubicar cañerías sobre ductos.** En caso de goteos, la gota cae sobre el ducto y se desplaza sobre él, complejizando la ubicación exacta de la gotera, posteriormente.

6

**Se recomienda priorizar la ubicación de cañerías grandes o de gran peso** (por su materialidad y contenido) lo más cercano posible a fondo de viga o losa. La razón es principalmente que, en caso de sismo, estos elementos presentan gran inercia y si están colgados muy abajo, generarán mayor solicitud a sus arriostres.

## 5.7.4

**Criterio funcional**

Verificar y evaluar que los elementos y componentes de un sistema, se encuentran distribuidos y, o posicionados de una forma lógica según la función que desempeñan. Algunos ejemplos y recomendaciones:

1

**En casos donde existan bandejas eléctricas y de corrientes débiles,** puede ser relevante priorizar la cercanía de la bandeja eléctrica con las luminarias del cielo. Bajo este punto de vista, en el corte la bandeja de fuerza debería ir más abajo.

2

**En pasillos simétricos, es común considerar rociadores en el centro del pasillo, optimizando su cono de efectividad.** En estos casos, es recomendable ubicar las matrices de protección contra incendios de tal manera que la bajada (o vela) hasta el rociador se haga con un codo y no directamente, para permitir más flexibilidad al ubicar el rociador en el centro de la palmeta.

3

**En el caso de hospitales, es recomendable evitar difusores de climatización que aporten aire directamente sobre el paciente.** Mismo caso en oficinas, donde se debe evitar difusores directamente sobre puestos de trabajo fijos de cada especialidad.

## 5.8. NIVELES DE MADURACIÓN DE LA COORDINACIÓN GEOMÉTRICA

La coordinación de especialidades tiene posibilidades bastante amplias en cuanto a su completitud. El tiempo disponible para la realización de estas tareas (además de otros conceptos como nivel de desarrollo y de información, capacidad del equipo, uso del modelo, etc.) comúnmente define qué nivel de madurez la coordinación alcanzará. En base a la experiencia, se proponen ó niveles:

### 5.8.1. Gran volumen

Se aclara ubicación de elementos de gran volumen, por ejemplo: grupos electrógenos, estanque criogénico, estanque subterráneo de petróleo, torre de enfriamiento, etc. Esta coordinación de especialidades ha sido realizada tradicionalmente con herramientas análogas, ya que es una coordinación que trata de definiciones estratégicas durante el diseño del proyecto.

### 5.8.2 Matricería

Se coordinan trazados de gran volumen: extracciones de subterráneos, elementos que impactan la obra gruesa de manera importante, con pasadas, troneras, acometidas, etc. Este ordenamiento trata de definir áreas generales dentro de shafts y pasillos: área electromecánica, área hidrosanitaria, área de mantención. Se revisa, en un contexto general, los trazados más importantes para aclarar el nivel de constructividad (facilidad para construir lo proyectado) del proyecto. En caso de verse afectado, se procede a requerir ajustes de tamaños en shafts, ajustes de alturas de cielos en pasillos. Se prioriza este nivel de maduración de la coordinación, ya que su impacto al realizarlo tardíamente es muy grande: La falta de espacio para especialidades puede requerir de rediseño de Arquitectura.

### 5.8.3. Coherencia con Arquitectura

De la especialidad con los requerimientos del proyecto. Aunque suena obvio, en proyectos de gran envergadura se integran cambios puntuales constantemente que pueden pasar desapercibidos y requieran nuevas versiones de especialidades, o incluso ajustes en Arquitectura y su cálculo estructural. Especial atención en elementos de especialidad que interactúan con Arquitectura a una altura visible, como por ejemplo gabinetes de PCI, estaciones terminales de correo neumático, CPIs y tomas de GCL, enchufes y puntos de red, etc.

### 5.8.4. Soluciones estándar

Estas soluciones pueden resultar en más de una ubicación dentro del proyecto. Es común en proyectos de Hospitales, por ejemplo, el contar con varios pisos de hospitalización, que, si bien pueden presentar diferencias, la estructura del orden de especialidades será la misma en todos los pisos. Así también, se pueden identificar nodos que requerirán de la misma solución en varios lugares. En proyectos de vivienda, el pasillo tipo es el lugar donde se buscará coordinar, de manera estandarizada para el proyecto, cañerías de agua fría y caliente, además de conduits con variados usos, embebidos en la losa.

### 5.8.5. Soluciones particulares

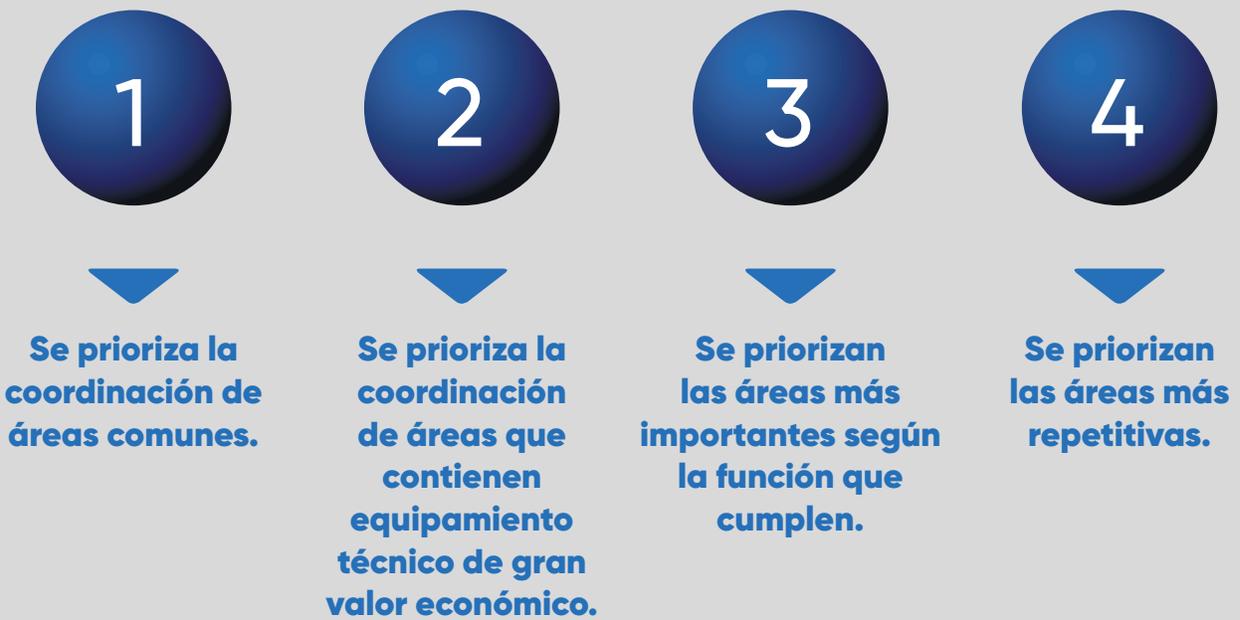
Se resuelven nodos de alta confluencia, cruces de pasillos, sectores del proyecto previamente identificados que no pueden ser resueltos mediante una solución estándar y que requiere de presentación y revisión de proyectista, subcontrato de ejecución, etc.

### 5.8.6. Menor jerarquía

Se resuelven interferencias de menor jerarquía: choques individuales en áreas de gran espacio o altura, en interior de recintos, etc. Interferencias que tienen varias maneras de ser solucionadas y no afectan la constructividad del proyecto.

## 5.9. JERARQUIZACIÓN DE ZONAS PARA COORDINACIÓN

Todo proyecto tiene zonas complejas y zonas simples, zonas de alta relevancia y zonas anexas. Desde el punto de vista de la coordinación, es relevante tener en consideración abordar de una manera jerarquizada el proceso, reconociendo esa estructura, que puede tener varios puntos de vista:



Es clave que el mandante tenga una posición clara frente a este punto. Contar con esto en el punto de partida del proyecto, permitirá acelerar la coordinación en estas áreas y contar con resultados más acabados para las mismas. A continuación se indican algunos ejemplos más específicos:

## 5.9.1

Alta  
complejidad

1

Lugares del proyecto donde existe un cruce de Shaft con esquina entre dos pasillos y una caja escaleras o ascensores.

2

Recinto crítico o de alto valor para el proyecto. Por ejemplo, un pabellón en un hospital.

3

Presentación de recintos tipo. La complejidad puede no ser tan alta pero la presentación de información de coordinación acabada es de vital importancia, ya que es un recinto que se repite muchas veces en el proyecto.

4

Sala técnica donde converge más de una especialidad

## 5.9.2

Media  
complejidad

1

Lugar del proyecto donde existe cruce de dos pasillos.

2

Sala técnica de especialidad individual. Especial énfasis en la entrada y salida de la especialidad a este recinto.

## 5.9.3

Baja  
complejidad

1

Recintos de gran amplitud espacial, o que no consideran cielos falsos.

## 5.10. EJEMPLO DE COORDINACIÓN GEOMÉTRICA APLICADA: PABELLÓN DE CIRUGÍA GENERAL

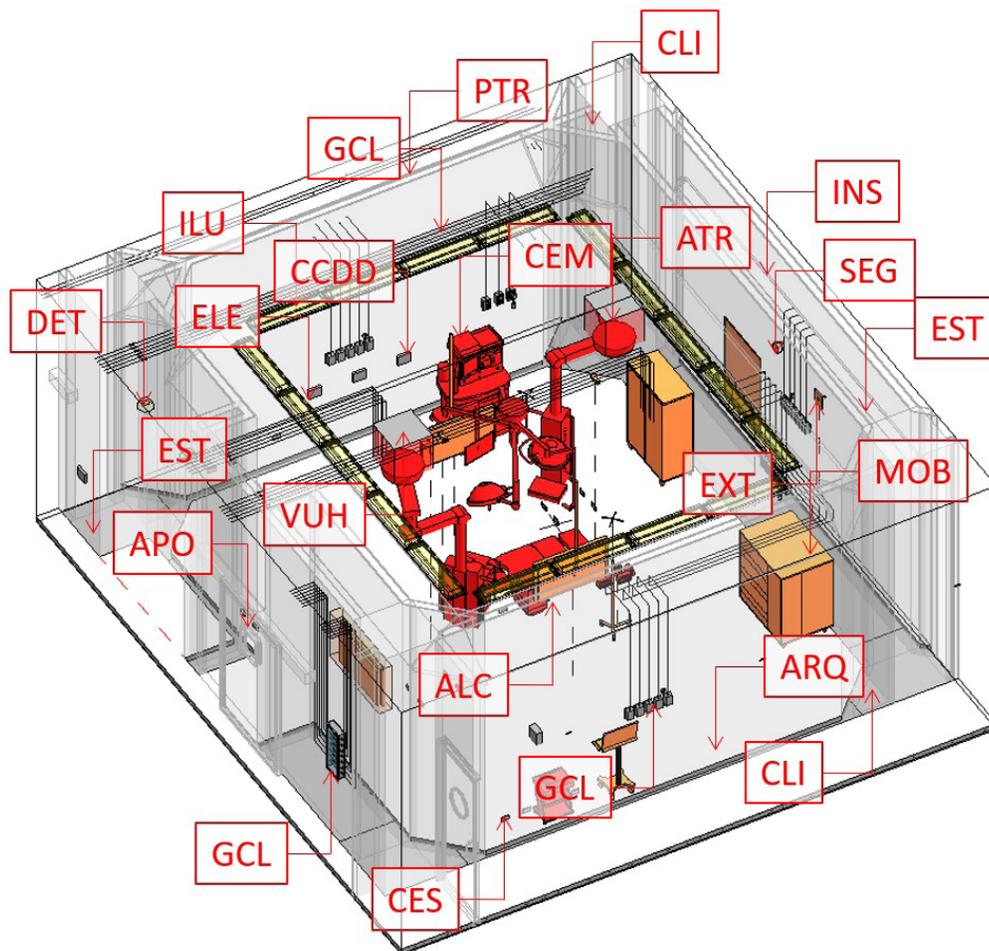
La coordinación de hospitales representa uno de los mayores desafíos a nivel de coordinación, dada la complejidad y cantidad de instalaciones presentes. El ejemplo elegido considera los siguientes detalles:

- 1 Contó con la activa participación de Arquitectura, cálculo estructural, especialista de equipamiento médico, además de la convergencia de otras 16 especialidades.
- 2 Consideró su implementación en 96 recintos de alta convergencia y complejidad.
- 3 Incluyó 22 equipos médicos de alta complejidad en promedio por recinto, de un total de 8.753 equipos médicos modelados y posicionados.
- 4 A nivel de información, se incluyeron 94 parámetros de contenidos para cada equipo médico, incluyendo información de utilidad para el posterior FM (facility management).
- 5 Se incluyeron volúmenes conceptuales, que buscan representar espacio reservado para distintas funciones:
  - **Área de operación, geometría visible / no visible de la entidad,** que representa y reserva el área que debe mantenerse libre para usar el equipo.
  - **Área de mantención, geometría visible / no visible de la entidad,** que representa y reserva el área que debe mantenerse libre para permitir realizar mantenciones técnicas al equipo.
  - **Volumen empacado, geometría visible / no visible de la entidad,** que representa y reserva el volumen que utiliza el equipo empacado. Muy útil para revisión de la llegada del equipo al lugar de su instalación.
  - **Área de anclaje a losa,** geometría visible que identifica los puntos de anclaje del equipo.
- 6 Modelación NDI 3 aplicado a las entidades clave de los distintos modelos, considerando consistente detalle geométrico.
- 7 Extracción de planimetría técnica directa y completa desde los modelos BIM asociados.

### 5.10.1. Metodología utilizada

Se implementaron exitosamente los siguientes contenidos y procesos:

- 1 **Calendarización y caracterización temprana de las reuniones de coordinación.** Se presentó y acordó un calendario semanal de presentación de avances y requerimientos inter disciplinas, citando en grupos de especialidades afines o que presentan necesidades cruzadas de coordinación.
- 2 **Presentación mediante modelos BIM.** Se contó con un Gestor y un Coordinador BIM a tiempo completo por parte del mandante, quienes dirigieron y administraron el ambiente común de datos.
- 3 **Encargados BIM presentan las áreas a revisar directamente desde el ambiente común de datos,** y generan incidencias directamente en la plataforma, que funcionan como recordatorios de compromisos adquiridos por cada participante durante la reunión. Estas incidencias tienen fecha de caducidad y generan avisos y alarmas a los encargados y revisores.



**GRÁFICA 8.** IMAGEN DE COORDINACIÓN DE PABELLÓN EN PROCESO, DESDE MODELO BIM DE COORDINACIÓN DE EQUIPAMIENTO MÉDICO (CEM).

Fuente: Geister Consultores.

## 5.10.2. Resultados obtenidos

# Los resultados llevaron a varias conclusiones:

1

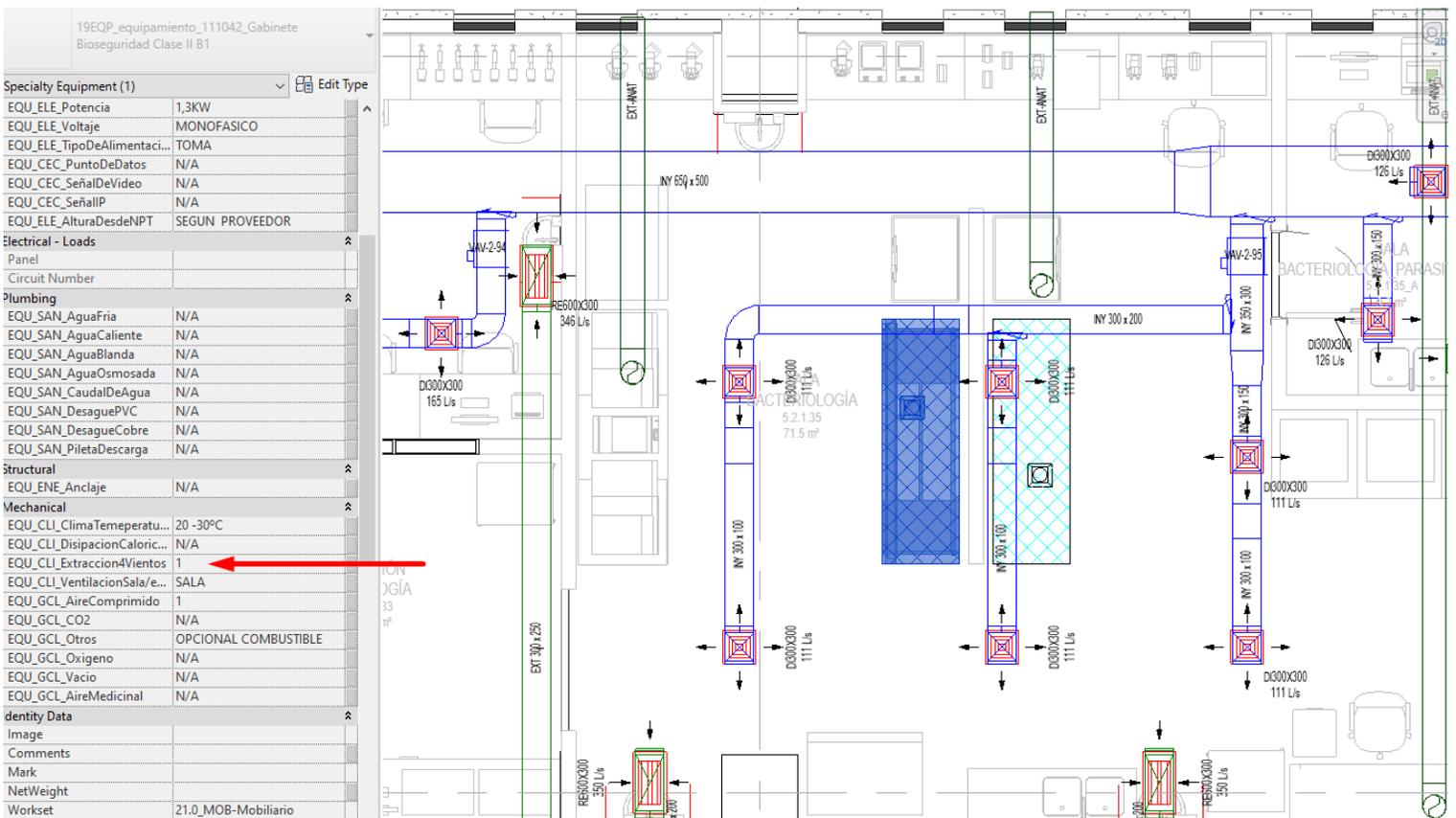
Es clave definir inicialmente qué entidades responderán a que nivel de desarrollo, tanto geométrico como de información. En este caso se desarrolló mucha información 3D, pero mucha pudo ser anotativa. Por ejemplo, las canalizaciones eléctricas por sobre losa para equipos, se desarrollaron en 2D dado su bajo volumen. Esto requirió una serie de demostraciones previas al mandante, lo que requirió gran inversión de tiempo.

2

La definición de algunas especialidades supedita el avance de otras. Ya mencionado en este documento, se comprueba. Un caso de ejemplo: La iluminación del recinto utiliza gran parte del cielo. La definición del tipo de luminaria debe ser previo a la distribución de terminales en cielo para extinción y detección, para luego dar inicio a la coordinación entre ambas (pueden existir requerimientos técnicos desde PIE-PID que requieran reubicar luminarias también).

3

El control de equipamiento médico se puede llevar desde BIM, utilizando metodología de control de asistencia desde MEP a equipos, de una manera sencilla. En este caso, se hizo un requerimiento desde el mandante de la integración de toda la información de cada equipo, en forma de parámetros. La integración de 94 parámetros en cada equipo considera mucha información innecesaria, que abulta al momento de revisar y reduce la operatividad de los modelos. Se recomienda elegir parámetros que permitan llevar el control de la asistencia MEP mediante booleanos (si/no) para cada especialidad. Con esto ya se contará con una herramienta suficiente para filtrar, en cada plano de especialidad, a los equipos que requieren asistencia de esa especialidad en particular. También se recomienda elegir, en conjunto con la Sociedad Concesionaria o quién proceda, los parámetros que realmente apuntan a la posterior operación del edificio.



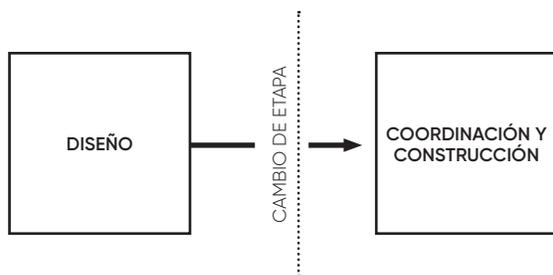
**GRÁFICA 9.** PLANTA DE CLIMATIZACIÓN CON EQUIPAMIENTO MÉDICO DESTACADO SEGÚN REQUERIMIENTO. EN ESTE CASO, SE DESTACAN LOS EQUIPOS CON EXTRACCIÓN A LOS CUATRO VIENTOS.

Fuente: Geister Consultores.

## 5.11. EL CRONOGRAMA DEL PROYECTO. ¿CUÁNDO COORDINAR?

¿Cuál es el mejor momento para coordinar un proyecto? ¿Cuál es el impacto de coordinar un proyecto en el momento equivocado? Cualquier persona a cargo de comandar y guiar a los equipos a cargo del diseño y construcción de un proyecto debe hacerse estas preguntas. A continuación, tres etapas en la evolución del "cronograma" donde se ubica la coordinación:

### 5.11.1. Previo a BIM

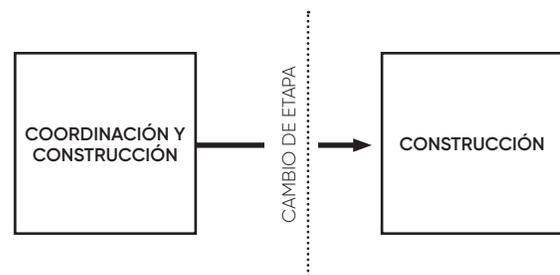


**GRÁFICA 10.** SITUACIÓN DE LA COORDINACIÓN, PREVIA A BIM.

*Fuente: Elaboración Propia.*

La coordinación previa al BIM se desarrollaba íntegramente durante la construcción y por equipos de construcción, que reportaban cambios o realizaban consultas y propuestas al equipo de diseño. Este proceso cuenta con coordinadores en obra y un tiempo dedicado para realizarla. Comúnmente es posible realizarlo ya contando con instalaciones de faenas y oficina técnica, y en paralelo a excavaciones y preparaciones del terreno que no involucran construir nada. Por supuesto, el impacto final se ve reflejado en constantes requerimientos de información adicional hacia los equipos de diseño e integración tardía de correcciones que, entre otros desafíos, impactan directamente en el costo y plazos del proyecto.

### 5.11.2. Con BIM en diseño

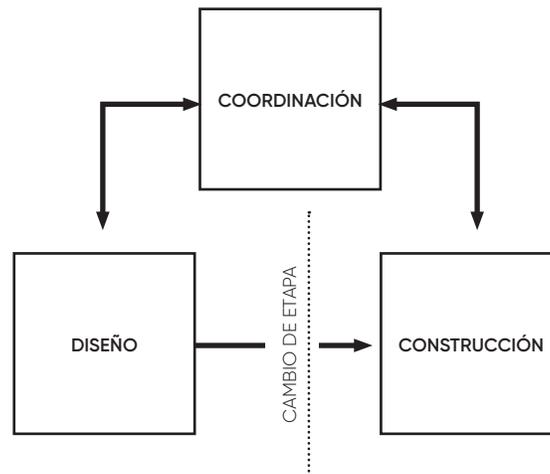


**GRÁFICA 11.** SITUACIÓN DE LA COORDINACIÓN CON BIM

*Fuente: Elaboración Propia.*

La coordinación en diseño permite integrar cambios y correcciones a un menor costo que durante el proceso de construcción (como lo explica McLeamy en su gráfico). El desafío a la fecha es conseguir que la cronología de los proyectos (y también sus presupuestos) reconozca que existen más labores a realizar durante el diseño, que sin duda mejorarán la calidad del resultado, pero requiere de tiempo propio, además de ciertas condiciones de maduración (el estado de avance de los proyectos puede supeditar el avance de la coordinación de los mismos). Además, es recomendable que el equipo de diseño cuente con experiencia y conocimiento de obra, ya que la coordinación debe apuntar a facilitar la construcción. Incluir competencias y conocimiento de construcción en diseño también puede ser a través de la integración de profesionales de obra en el diseño, pero aún así, otros "factores ambientales" podrán acarrear cambios durante el proceso constructivo (por ejemplo, preexistencias en bodega, disponibilidad de maquinaria, etc.).

### 5.11.3. Con BIM en diseño y en obra



**GRÁFICA 12.** SITUACIÓN DE LA COORDINACIÓN COMO ARTICULADOR ENTRE LAS ETAPAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Fuente: *Elaboración Propia.*

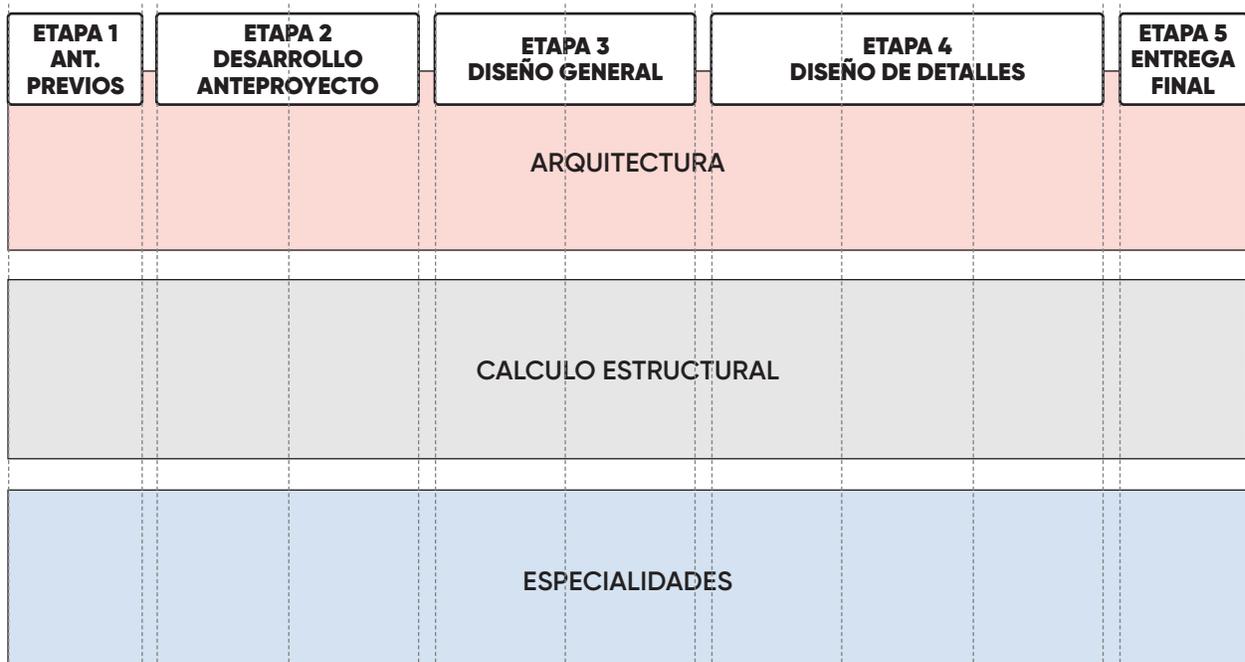
La coordinación con BIM, reconociendo un tiempo para la revisión de la ingeniería sobre una base terminada o muy avanzada entre Arquitectura y Cálculo estructural, desarrollada previamente. Sobre este proceso y previo a la construcción, se realizan iteraciones con el equipo de diseño y el equipo a cargo de la construcción en conjunto, donde existe traspaso de condicionantes del terreno, evaluación de constructividad<sup>11</sup> del proyecto, experiencias de ambos equipos, y un sinfín de sinergias a favor del proceso. Además, se evalúa la calidad de los proyectos, las posibilidades de optimización de los mismos y por supuesto, la coordinación funcional y espacial de todas las especialidades involucradas. Finalmente, este escenario no necesariamente requiere ampliar el tiempo en el cronograma del proyecto: Estas labores pueden ser desarrolladas en paralelo a preparación del terreno, instalación de faenas, excavaciones y a todas las actividades de una obra previas al propio acto de construir. El impacto final es contar con un traspaso fluido desde el diseño hacia la obra, adelantando “vistos buenos” sobre los criterios de coordinación implementados en diseño por los reales encargados de la ejecución. La sinergia entre equipos en este punto se da por la posibilidad de contar con una versión “construida virtualmente” del proyecto, lo que permite adelantar decisiones de obra, como definición de presupuestos y planificaciones, con una base tangible de información.

<sup>11</sup> Esta evaluación no depende directamente de la coordinación, pero evaluar un proyecto ya coordinado puede entregar más certezas. Muy recomendable la lectura de la publicación “Constructividad y Arquitectura”. Loyola, Golsack, 2010.

## 5.12. EL CRONOGRAMA DEL PROYECTO EN LA ACTUALIDAD

En la actualidad, los cronogramas de proyecto tienden a presentar mucho más detalle y especificación para labores de diseño de Arquitectura y Cálculo Estructural. Si bien el camino de la coordinación entre estas dos líneas de diseño está mucho más avanzado, la integración de especialidades no puede ser tardía, ni tampoco puede ser con poco detalle. Es común encontrarse con cronogramas de proyecto que presentan las siguientes características:

- 1 Mismo inicio y fin para todas las especialidades.
- 2 Poca individualización de cada especialidad.
- 3 Mismos hitos dentro del proceso para todas las especialidades.
- 4 Mismos tipos de contenidos (o maduración de los mismos) esperados para los hitos.
- 5 Desde el mandante, contrapartes poco eficientes o poco específicas en su metodología de revisión y control de calidad de proyectos.



**GRÁFICA 13.** ETAPAS TÍPICAS DE UN PROYECTO Y COMO REGULARMENTE SE ABORDAN, DESDE EL GESTOR DE PROYECTOS.

Fuente: *Elaboración Propia.*

**// El reconocer las necesidades individuales de cada especialidad permitirá identificar un punto real de partida para cada una de ellas. //**

### **5.12.1. La propuesta: Inicios diferenciados e hitos para el diseño de especialidades**

A continuación, se presenta una serie de propuestas para considerar al momento de desarrollar un cronograma de diseño de proyecto, que integra especialidades. Cada especialidad, desde su concepción, considera tiempos, recursos y métodos totalmente distintos uno de otro. El reconocer la individualidad de cada especialidad es clave para mejorar el control del desarrollo de un proyecto. Tomar esta oportunidad permitirá identificar la concatenación y/o dependencia entre los avances de las distintas especialidades de un proyecto y a su vez reconocer los hitos propios de avance de cada especialidad, permitiendo desarrollar una agenda de chequeo mucho más específica para el proyecto, pero a la vez integral en su generalidad, "abriendo cancha" también a la identificación temprana de puntos de interdependencia que regularmente generan retrasos o pérdidas de trabajo, que pueden ser resueltos con una gestión temprana.

## 5.12.2. Diferenciación individual

Es claro que las especialidades tienen cosas en común. Si bien la mayoría de las especialidades depende de un cierto nivel de desarrollo previo del proyecto de Arquitectura o Cálculo estructural que albergará a la especialidad, entre otras bases fundamentales para iniciar, los procesos de diseño son muy distintos para cada una.

ETAPA 1 ANT. PREVIOS	ETAPA 2 DESARROLLO ANTEPROYECTO	ETAPA 3 DISEÑO GENERAL	ETAPA 4 DISEÑO DE DETALLES	ETAPA 5 ENTREGA FINAL
		ARQUITECTURA		
		CALCULO ESTRUCTURAL		
		TOP		
		PAV		
		PGR		
		ELE		
		EFE		
		ILU		
		CLI		
		ALC		
		APO		
		PCI		
		TVR		
		ALL		
		VUS		
		CES		
		CCT		
		GAS		
		GCL		
		MOB		
		COR		
		INS		
		PSJ		
		SEÑ		
		ATR		
		CDC		
		CEM		
		RAV		
		SPS		
		IMP		

**GRÁFICA 14.** EN LA IMAGEN, LA INDIVIDUALIZACIÓN DE LAS ESPECIALIDADES. INMEDIATAMENTE SE ENTIENDE LA RELEVANCIA DE ESTAS EN UN PROYECTO, SÓLO POR LA CANTIDAD. EJEMPLO APLICADO A ESPECIALIDADES DE UN HOSPITAL.

Fuente: *Elaboración Propia.*

### 5.12.3. Agrupación por afinidad

Las especialidades se pueden agrupar por afinidad, ya sea en tiempos de desarrollo, como en concatenación entre ellas en una ruta crítica, o sectorizando el proyecto. Incluso la agrupación por afinidad permite organizar de mejor manera los sub grupos de trabajo, o contratar proyectistas que realicen más de una especialidad. Es clave entender que, según esta afinidad, las especialidades podrán tener hitos parciales en común.

ETAPA 1 ANT. PREVIOS	ETAPA 2 DESARROLLO ANTEPROYECTO	ETAPA 3 DISEÑO GENERAL	ETAPA 4 DISEÑO DE DETALLES	ETAPA 5 ENTREGA FINAL
		ARQUITECTURA		
		CALCULO ESTRUCTURAL		
		TOP		
		PAV		
		PGR		
		ELE		
		EFE		
		ILU		
		CLI		
		ALC		
		APO		
		PCI		
		TVR		
		ALL		
		VUS		
		CES		
		CCT		
		GAS		
		GCL		
		MOB		
		COR		
		INS		
		PSJ		
		SEÑ		
		ATR		
		CDC		
		CEM		
		RAV		
		SPS		
		IMP		

EQUIPO ARQUITECTURA
ARQUITECTURA
TOP
PAV
PGR
TVR
MOB
INS
PSI
SEÑ
CEM
EQUIPO ESTRUCTURAS
CALCULO ESTRUCTURAL
VUS
IMP
EQUIPO ELECTRICIDAD
ELE
ILU
CES
CCT
CDC
EQUIPO CLIMATIZACIÓN
EFE
CLI
SPS
EQUIPO SANITARIO
ALC
APO
ALL
GAS
RAV
EQUIPO PIPING
PCI
GCL
COR
ATR

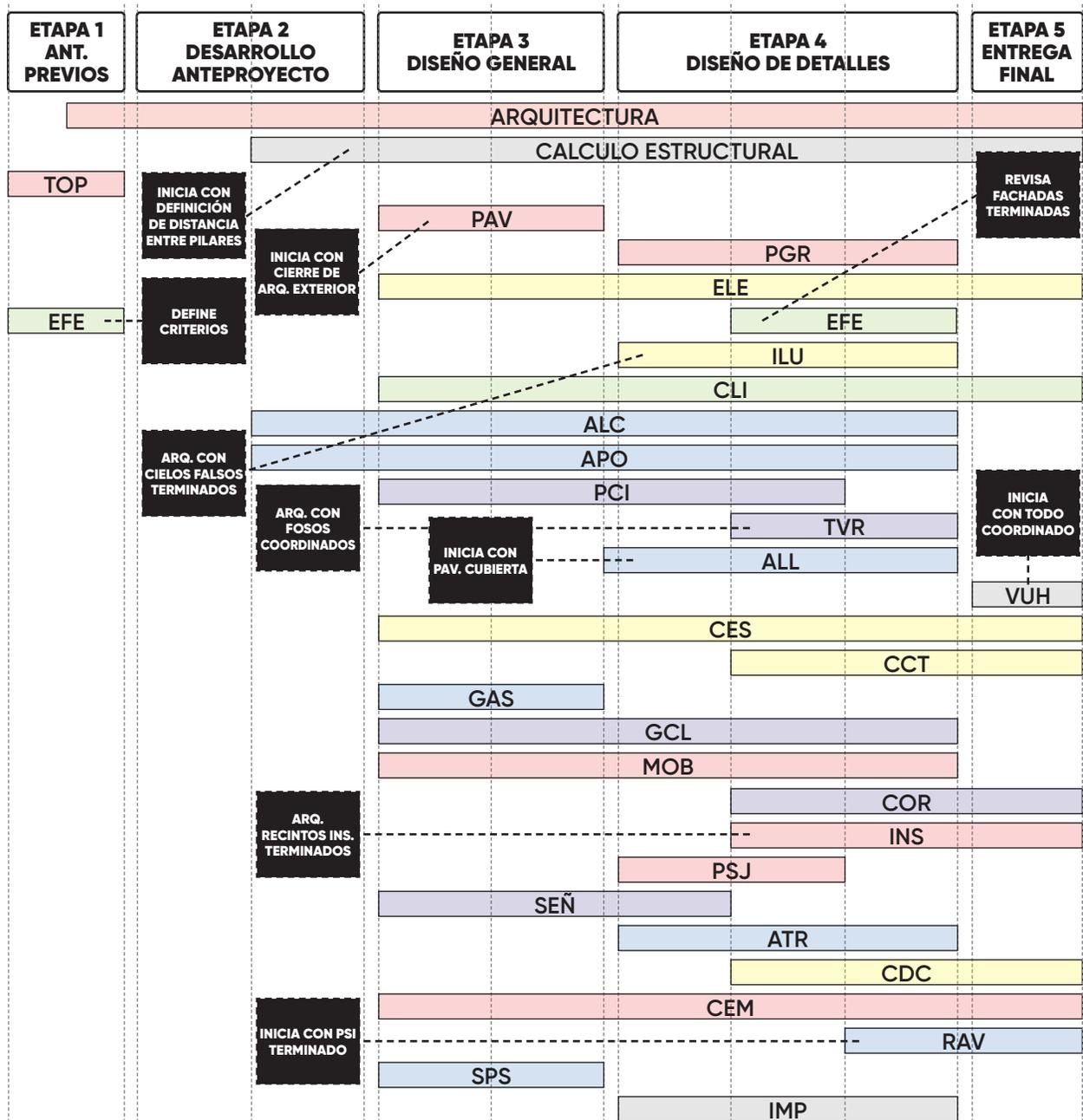
GRÁFICA 15. SE AGRUPAN POR COLOR LAS ESPECIALIDADES AFINES.

Fuente: Elaboración Propia.

En las imágenes superiores, en amarillo se agrupan las especialidades de base eléctrica o de corrientes débiles. El primer ejemplo son las especialidades en rojo: Topografía, Pavimentación, Proyecto de gestión de residuos, Transporte vertical, Mobiliario, Insonorización, Paisajismo, Señalética, Coordinación de Equipamiento médico, entre otras, son especialidades que regularmente supervisa directamente el propio equipo de Arquitectura, por supuesto, siempre apoyados por el respectivo equipo de Ingenieros y Proyectistas, autores de las especialidades y a cargo de cada una de ellas.

### 5.12.4. Cronograma diferenciado de inicio

Los inicios, tiempos de desarrollo y relaciones entre especialidades pueden verse de manera individual, con el fin de acortar los tiempos de desarrollo que comúnmente se ven prolongados por actualizaciones, nuevas versiones de Arquitectura, o tiempos muertos de espera.



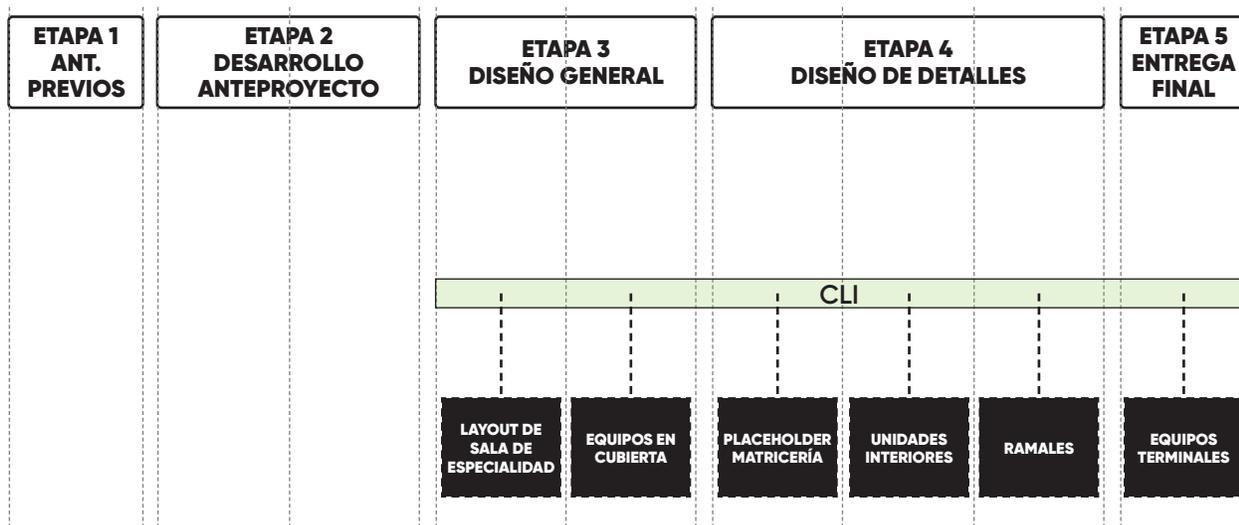
GRÁFICA 16. SE DEFINE INICIO Y TÉRMINO DE CADA ESPECIALIDAD EN BASE A SU RELACIÓN CON LAS DEMÁS DURANTE EL PROCESO DE DISEÑO.

Fuente: Elaboración Propia.

Con la implementación de BIM, estos tiempos son cruciales. El desarrollo de modelos BIM de especialidades presenta un desafío inicialmente, pero el real obstáculo se presenta posteriormente, con la necesidad de mantención y actualización de estos modelos, frente a cambios de Arquitectura. Contar con hitos de inicio diferenciados y en concordancia con la agrupación por afinidad, permitirá el ingreso al proyecto de cada especialidad sobre un proyecto de Arquitectura que cuenta con certezas y una maduración de acuerdo a las necesidades de cada especialidad, individualmente, evitando retrabajo y tiempos de espera, que podría impactar en los tiempos de cumplimiento de los hitos del contrato.

### 5.12.5. Hitos parciales según especialidad

El desarrollo de la modelación BIM puede ser paulatina y según el avance del proyecto. Se recomienda definir hitos parciales que estén relacionados al desarrollo y coordinación propia de la especialidad (WIP) y a la entrega y coordinación con otras especialidades. Esta estructura para el desarrollo de proyectos permitirá también acompañar con un proceso BIM acorde, que integra partes componentes e información de la especialidad en la medida que se define y requiere, y no que busque abordar todas las partes componentes de la especialidad al mismo tiempo. De esta manera las correcciones, en caso de actualizaciones, serán de menor impacto.



**GRÁFICA 17.** EJEMPLO DE HITOS PROPIOS DE LA ESPECIALIDAD DE CLIMATIZACIÓN. RECONOCERLOS PERMITIRÍA EVALUARLA INDIVIDUALMENTE, IDENTIFICAR EL MEJOR MOMENTO PARA SU INICIO Y TÉRMINO DENTRO DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO.

Fuente: *Elaboración Propia.*

De esta forma, cada especialidad podrá reportar avances dentro de su propio cronograma de hitos internos, además de calzar con los hitos generales del proyecto. Esta propuesta permitiría reducir los tiempos invertidos en mantención y actualización de modelos BIM de especialidad, que requieren de actualizaciones constantes por cambios en el diseño de Arquitectura o cambios en otras especialidades por necesidades de coordinación, aportando significativamente en el tiempo total de desarrollo de un proyecto, en el tiempo invertido por parte de cada profesional, en la calidad final del proyecto y, en resumen, en la productividad total del equipo.

## 5.12.6. Conclusiones

Si bien todo proyecto cuenta con tiempos acotados para su desarrollo, además de niveles esperables y reconocibles de avance durante el proceso, la propuesta es trabajar considerando estos puntos, pero a su vez integrar mayor detalle, a través de hitos parciales, que tengan relación con el proceso de diseño de cada especialidad. Gran parte de los desafíos del desarrollo de proyectos y en su calidad final, tiene que ver con la coordinación. Calidad de proyectos se refiere a proyectos de arquitectura y cálculo que cuenten con la coordinación de especialidades, detalles y completitud suficiente para ejecutarse sin problemas<sup>12</sup>.

La propuesta presentada tiene su inicio en la presentación y reconocimiento de los principales desafíos a los que actualmente los proyectistas de especialidades se enfrentan hoy, desafíos que también se reconocen como trabas para la implementación de BIM en sus propias líneas de trabajo. La frase “BIM sirve para el proyecto, pero no necesariamente para el flujo de diseño de mi especialidad” sirvió como puntapié inicial a la discusión que nos lleva a revisar esta propuesta, que busca la integración de BIM desde la reformulación de cómo se encargan y controlan los procesos de diseño.

## 5.12.7. Oportunidades

Dicho lo anterior, el resultado de la implementación propuesta trae oportunidades de mejora que están a la vista. Algunas, ya mencionadas anteriormente y justamente resultantes de la problemática que actualmente los procesos de diseño presentan, se enlistan a continuación:

- 1 **Mayor control por parte del Coordinador Administrativo por parte del mandante.** Mayor, porque identifica y atiende de manera más temprana varios temas relacionados al desarrollo del proyecto.
- 2 **Mejor control por parte de los proyectistas de sus tiempos de trabajo.** Entender la concatenación de labores de la cual los equipos son parte les permitirá administrar mejor sus tiempos. De esto, se desprenden muchos beneficios.
- 3 **Reducción de re trabajos y tiempos** de espera dentro del proyecto.
- 4 **Entendimiento integral del proyecto:** La colaboración entre especialidades obligará a la mayor comprensión de otras líneas de diseño que se dan en paralelo.
- 5 **Se identificarán de manera más temprana los posibles** retrasos o necesidad de replanteos y/o correcciones

## 5.12.8. Desafíos

La coordinación, ya revisada como concepto, es sin duda una meta deseable y a la vez uno de los mayores desafíos en el desarrollo de proyectos. Ubicar a la coordinación como especialidad, y en el centro de la organización de un proyecto es ya un desafío en sí mismo, y su correcta ejecución requerirá de una serie de mejoras asociadas a procesos paralelos, relacionadas a digitalización y uso de herramientas tecnológicas para promover la comunicación entre equipos, reducción de tiempos en permisología, etc.

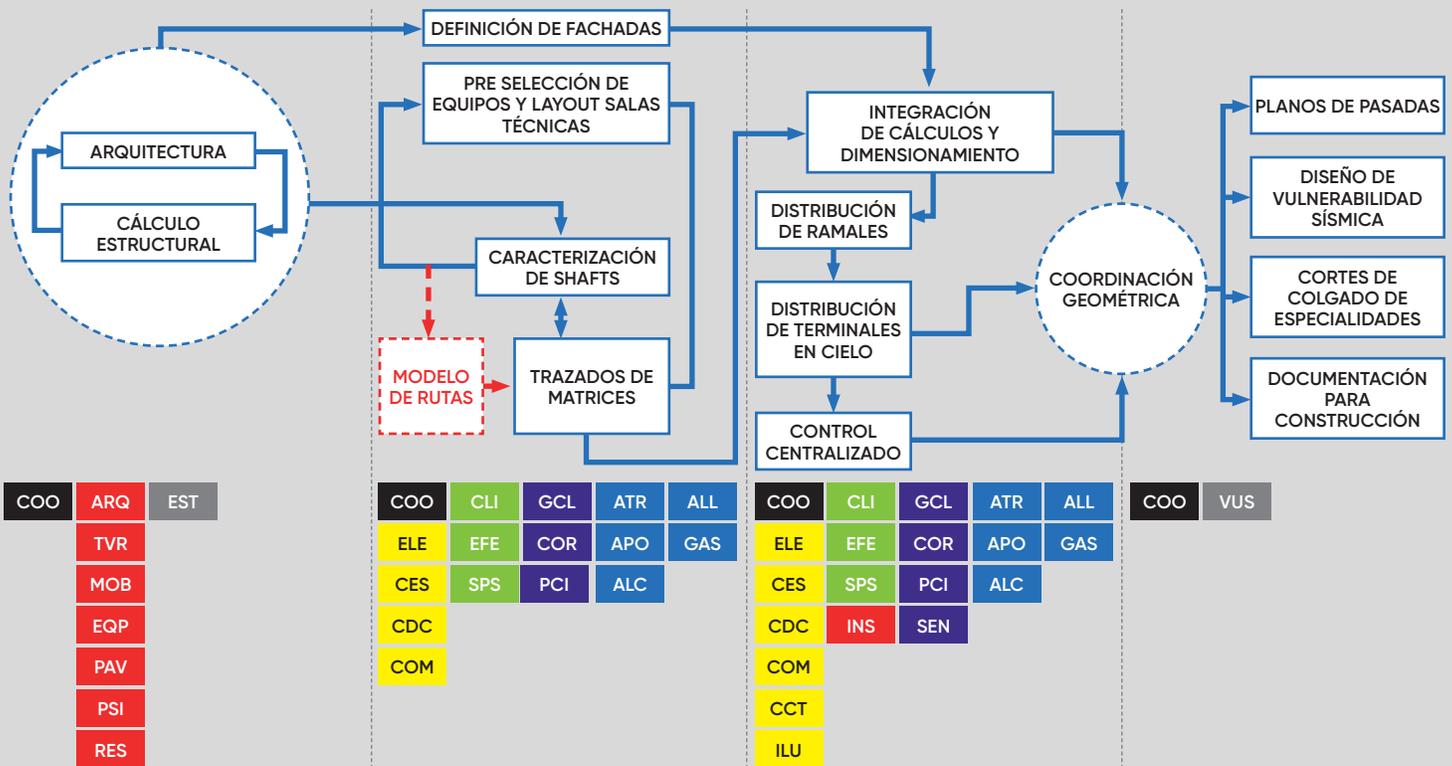
En el sentido de comunicar, BIM aporta de manera sobresaliente. Por lo mismo, liderar reuniones con modelos abiertos es una práctica necesaria. Se recomienda integrar estas reuniones o sesiones de coordinación, como un hito de colaboración, revisión de coordinación y seguimiento de solución propuesta o materializadas. Esto es una práctica habitual en algunos niveles de madurez BIM, conocidas internacionalmente como Sesiones ICE (Integrated Concurrent Engineering)<sup>13</sup>.

12 Estudio de productividad: Impulsar la productividad de la industria de la Construcción en Chile a estándares mundiales. Matrix Consulting para CChC, Octubre 2020.

13 Ref.: Kunz, J., & Fischer, M. (2012). Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions.

## 5.13. EJEMPLO: FLUJO DE DISEÑO RESUMIDO PARA UN RECINTO DE SALUD

A continuación, se presenta gráficamente un flujo de diseño resumido para un hospital. El ejemplo simplifica mucho la realidad del proceder, pero busca graficar los puntos de coordinación relevantes que regularmente generan retrasos o se convierten en "áreas grises" ya que no son parte del contrato de ninguno de los participantes.



El proceso inicia con un desarrollo referencial de Arquitectura. El proceso en este punto considera las iteraciones necesarias para conseguir coherencia en recintos técnicos, shafts y pasillos (o áreas comunes) entre ambas especialidades. Cumplir este objetivo puede dar paso al siguiente grupo de labores, pero aún debe continuar su proceso en un "hilado fino de ajustes, además del desarrollo técnico natural de cada especialidad.

Preselección de posibles equipos (previa a cálculos técnicos para dimensionamiento). Esto permitirá poner a prueba a los espacios técnicos propuestos por Arquitectura, de manera temprana en el diseño del proyecto.

La definición de shafts por parte de Arquitectura, post revisión y aprobación de cálculo estructural permitirá caracterizarlos, enumerarlos y nuevamente, ponerlos a prueba con trazados (aún sin cálculos) de matricerías. Lo mismo aplica a pasillos. Para esto, el proceso se puede apoyar en un modelo BIM auxiliar "de rutas" que reserva, mediante volúmenes vacíos pero caracterizados. Este proceso se puede considerar una "pre-coordinación" y entregará feedback a Arquitectura y cálculo en una etapa temprana del diseño

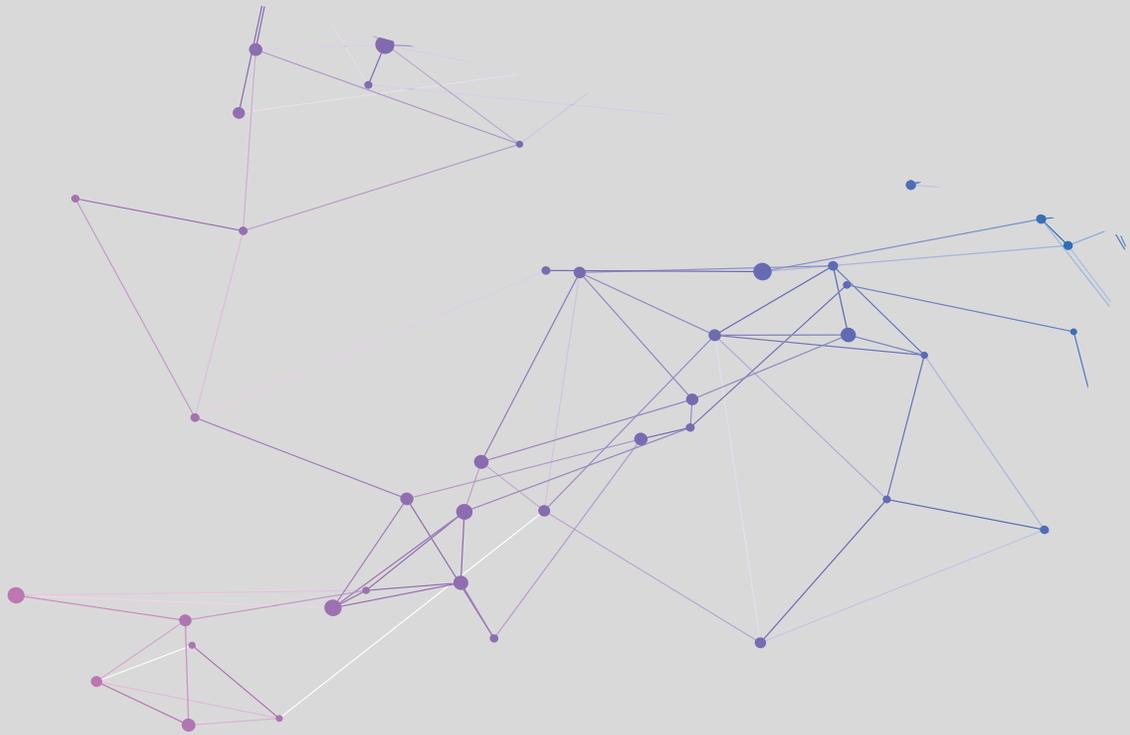
Con una pre-coordinación, ya se pueden desarrollar cortes de coordinación en pasillos y áreas de alta confluencia de especialidades y definir alturas. El dimensionamiento de matrices permitirá dar medidas reales y corregir estos cortes con alturas definitivas, a trasladar a los modelos respectivos. El diseño puede continuar integrando dimensionamiento a ramales y ajustar la posición y cantidad de terminales en cielo, según grilla de palmetas o diseño de recintos tipo propuesto por el equipo de Arquitectura.

El proceso de coordinación permitirá paulitanamente el desarrollo del diseño de vulnerabilidad sísmica para arriostres compartidos y anclajes de equipos pesados (que ya tendrán su posición definitiva).

La coordinación ya puede presentar entregables de coordinación, con planos de pasadas, cortes de pasillos coordinados, plantas de coordinación, entre otros.

GRÁFICA 18. FLUJO RESUMIDO DE DISEÑO DE UN EDIFICIO DE ATENCIÓN DE SALUD.

Fuente: Geister Consultores

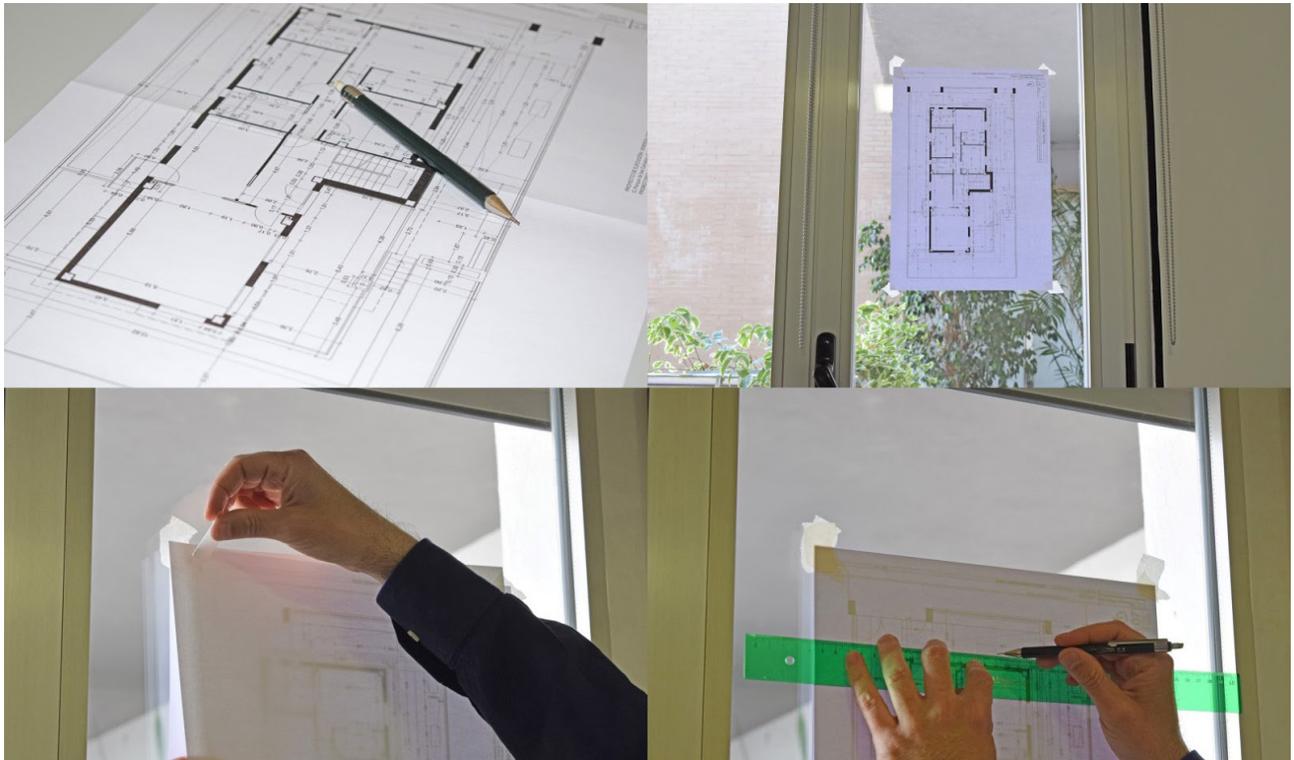


ESTE TIPO DE ENTREGABLES  
EXISTE PREVIAMENTE A LA  
IMPLEMENTACIÓN DE BIM.



# LISTADO TIPO DE ENTREGABLES PLANIMÉTRICOS DE COORDINACIÓN

Este tipo de entregables existe previamente a la implementación de BIM. Era muy común revisar el contraste entre planos de especialidades, en mesas de luz o directamente en las ventanas de una instalación de faenas. Hoy en día, esta información se desarrolla con herramientas técnicas como BIM, donde también es clave la definición de contenidos y formatos para su bajada a información planimétrica.



**GRÁFICA 19.** IMAGEN EXTRAÍDA DE TUTORIAL PARA REALIZAR PLANOS DE PAISAJISMO DESDE EL PLANO DE LA PROPIEDAD.  
Fuente: [www.lamagiadelpaisaje.com](http://www.lamagiadelpaisaje.com)

Sabemos que la metodología BIM incluye, dentro de sus múltiples beneficios, la posibilidad del entendimiento de un proyecto, en tres dimensiones. Esta es una de las grandes oportunidades para mejorar la comprensión de la información de un proyecto, y sin duda permite abrir las puertas a nuevas formas de comunicación de información en procesos de diseño y construcción. Sin embargo, es necesario también considerar que aún al día de hoy se requiere la posibilidad de contar con instrucciones escritas de la manera más tradicional, en 2D. La utilización de documentación para construcción (y también para coordinación) permite integrar la información 3D de los modelos BIM de forma complementaria y descriptiva en esta documentación, extendiendo sus contenidos a otros formatos, y por ende ampliando su rango de impacto y funcionamiento. Es por esta razón, que en este punto describiré los principales entregables de coordinación, que ya han sido probados y puestos en uso, tanto en la etapa de diseño, como de construcción y que posteriormente serán una buena base y fuente de información para la operación de los mismos proyectos.

Hoy en día es común encontrarse con anexos o requerimientos específicos de entrega de información de coordinación de especialidades. Incluso algunos anexos ya se han homologado entre proyectos públicos (es el caso del Anexo D en proyectos públicos de diseño, construcción y concesión en Chile) y presentan un listado de información a entregar. Estos listados avanzan en cuanto a cantidad de entregables, pero aún mantienen "áreas grises" con respecto a los contenidos específicos de esos entregables. Esta es la razón por la cual se ha agregado a esta guía, una presentación de ejemplos y recomendaciones de buenas prácticas, sobre los tipos de entregables y la coordinación asociada para conseguirlos.

Es muy importante entender que el entregable de coordinación nunca buscará reemplazar un entregable técnico de especialidad, sino ser un complemento informativo que permita obtener una idea acabada de la coexistencia y funcionamiento de todas las especialidades reunidas en ese estrato del proyecto.

Finalmente, la presentación de los entregables de coordinación puede ser enlistado, consensuado e incluso preparado anticipadamente con las herramientas que BIM entrega, pero siempre el mejor momento para conseguir entregables de coordinación definitivos será con la coordinación geométrica y funcional de especialidades en un estado de madurez avanzada.

## 6.1. PLANTAS DE COORDINACIÓN Y CONTENIDOS, SEGÚN ESTRATO

Una planta de coordinación es, tal como su nombre lo indica, una vista en planta que considera la presentación de todas las instalaciones (o las que se elijan) en conjunto. Se agrega codificación por color o tipo de achurado o línea y se agrega información respecto a su ubicación en altura y otros elementos gráficos de utilidad para el equipo a cargo de la ejecución de las mismas. Estos puntos se verán en detalle, a modo de recomendaciones, a continuación.

## 6.1.1. Planta de coordinación de fundaciones

Presentación de fundaciones, tal como su nombre lo indica. Se busca presentar todos los elementos de gran volumen que pudieran ver afectada su integridad por consecuencia de una pasada o perforación.



### Contenidos

Este entregable presenta el estrato más bajo (en profundidad) de un proyecto. Considera los siguientes contenidos:

- 1 Considerar zapatas aisladas y corridas, además de vigas de fundación y otros elementos masivos como losas de fundación. En estos casos es muy importante la revisión de cortes de estos elementos, que consideren la presentación gráfica de bulbos de presión, para la detección de cualquier interferencia. A nivel BIM, es recomendable la modelación de los mismos, la que podrá ser mediante una representación simplificada de la proyección en 45° de los vértices de los elementos que consideren esta condición.
- 2 Integración de mallas de tierra, para revisión de posibles choques. Considerar modelación y presentación de registros y trazados hacia tableros. La malla de tierra podrá ser presentada con una modelación simplificada, en caso de que el uso principal de esta sea la de coordinación de especialidades.
- 3 Acometidas eléctricas y de corrientes débiles, para edificaciones sin subterráneos.
- 4 Trincheras para electricidad, bajo salas eléctricas, si procede, o trincheras para otras especialidades, como trazados de gas o gases clínicos.
- 5 Bancos de ductos eléctricos y de corrientes débiles. Especial énfasis en pasadas bajo circulaciones vehiculares, incluyendo sus elementos de reforzamiento.
- 6 Presentación de cámaras de alcantarillado (de inspección y de cualquier otro tipo), plantas elevadoras, piletas de piso, ventilaciones y todos los recorridos de la especialidad.
- 7 Modelación de drenes de aguas lluvias, incluyendo canaletas y todos los recorridos y cámaras de la especialidad.
- 8 Trazados y acometidas (para edificaciones sin subterráneos) de agua potable, alcantarillado, aguas lluvias, riego, protección contra incendios y otras especialidades similares, considerando guarda llaves y cualquier otro elemento de similar volumen.



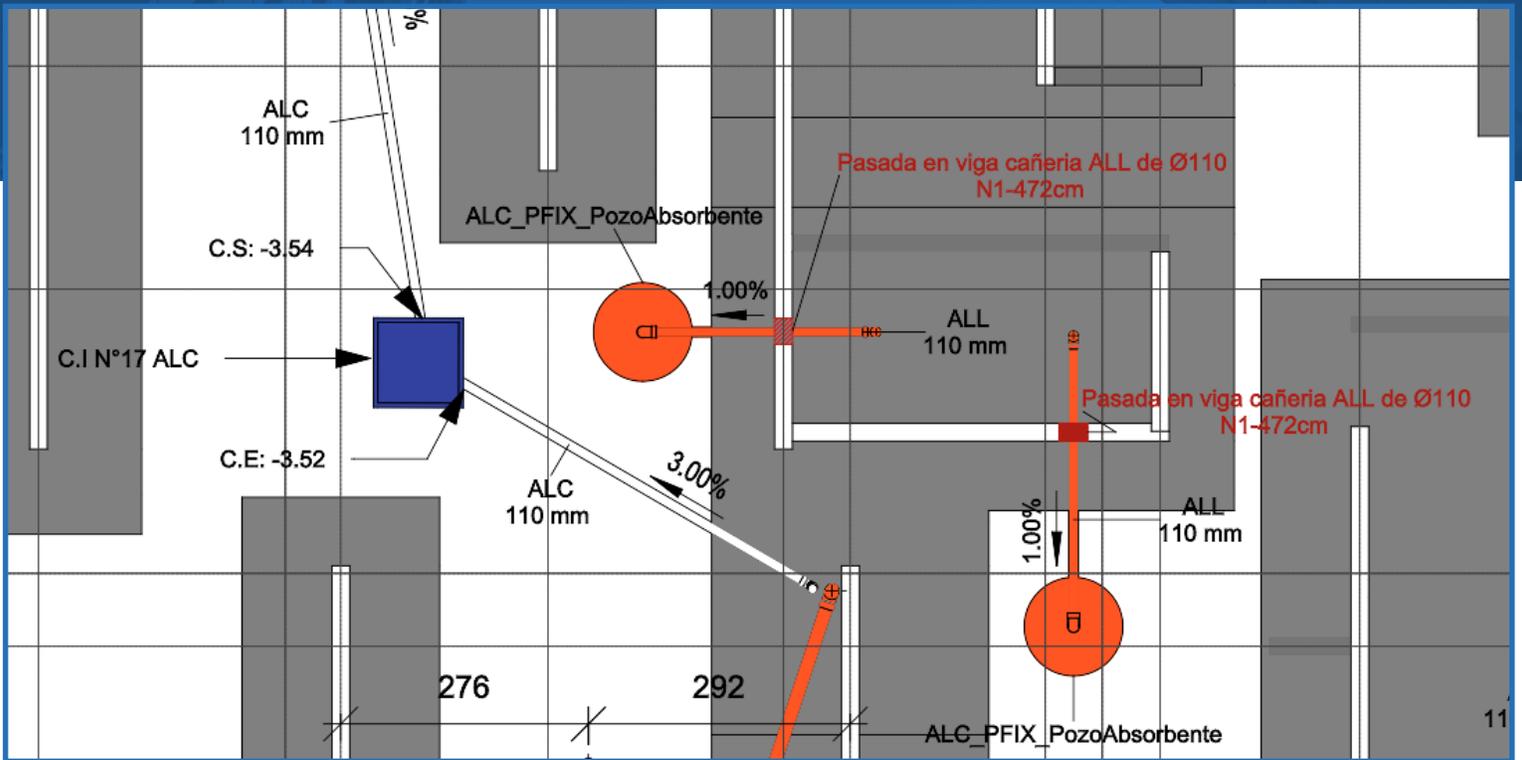
## Forma de uso

El uso de este entregable permite identificar, durante la etapa de diseño, la necesidad de pasadas para especialidades por elementos estructurales de fundación. Posteriormente, este entregable, ya utilizado y revisado en diseño, permitirá contar con la cantidad, tipo y ubicación de pasadas a considerar, para la etapa de construcción. Mediante este entregable se podrá evaluar la factibilidad de pasadas, considerando estos pasos, como mínimo:

- 1 Equipo de coordinación debe identificar pasadas. Ubicarlas en la planta y asignarle un código único y propio.
- 2 Presentar el listado y planta para revisión preliminar del ingeniero calculista. En esta primera revisión, muchas pasadas podrán ser rechazadas sin necesidad de generar más documentación para ellas, y será necesario buscar trazados alternativos para evitar la pasada.
- 3 Las pasadas preaprobadas deberán ser documentadas mediante elevación de la misma. En su defecto, se podrá integrar información de altura en relación al nivel de referencia, en la misma planta (ver punto de recomendaciones gráficas).
- 4 La revisión de cada pasada deberá conducir a un informe escrito de aprobación de pasadas, firmado por el calculista.
- 5 Las pasadas detectadas y aprobadas deberán ser integradas en la planimetría oficial de la especialidad de cálculo estructural. En su defecto, la planta de coordinación de fundaciones podrá funcionar como complemento.

3

Ejemplos



GRÁFICA 20. EJEMPLO DE PLANTA DE COORDINACIÓN DE FUNDACIONES EN DESARROLLO. SE IDENTIFICAN ENTIDADES Y PASADAS CUANDO CORRESPONDE

Fuente: Geister Consultores.

4

## Recomendaciones gráficas

1 Se recomienda considerar principalmente la geometría de los elementos estructurales de las fundaciones. Para casos que lo ameriten y de forma alternativa, se podrán presentar refuerzos de hormigones pobres, o enfierraduras para casos específicos que lo ameriten, como puntos específicos del proyecto, o geometrías complejas.

2 Incluir la gráfica de bulbos de presión en cortes complementarios, identificados en planta.

3 Identificar con achurados o etiquetas de cada una de las pasadas estructurales. Esta información debe contener código único para su identificación.

4 Integrar cotas a ejes y a elementos estructurales más cercanos, que sirvan de referencia para su posterior ejecución.

5 Diferenciar cada especialidad con su color, previamente definido en el plan de ejecución BIM o en su defecto en cualquier documento conductor al uso de estos entregables.

5

## Contenidos en viñeta

Los contenidos en viñeta, para este entregable, deben considerarse como mínimo los siguientes contenidos:

1 Presentación de colores por especialidad.

2 Presentación de simbologías para elementos de especialidad.

3 Presentación de simbologías complementarias, por ejemplo, para la identificación de pasadas.

Nota sobre la explicación del funcionamiento del entregable, y su relación jerárquica con las plantas propias de cada especialidad. En este punto es muy importante dejar en claro cuáles son las fuentes de información que alimentan los contenidos del entregable, además de explicar el procedimiento en caso de discrepancias entre la información del entregable de coordinación y la planta de especialidad.

4 En casos de escalas que requieran dividir la planta general del proyecto, agregar "keyplan" a la viñeta, que muestre el sector visible respecto del total.

## 6.1.2. Planta de coordinación bajo losa y sobre cielo

Planta de cielo o de piso, con rango de vista que comprende espacio bajo fondo de losa y sobre cielo falso. Muestra todas las matrices y ramales de especialidades en este estrato. El entregable muestra la ubicación de las especialidades en X, Y y agrega información de ubicación en Z. Permite revisar la geometría de todas las especialidades en conjunto para este estrato y no necesariamente presenta información técnica de las especialidades, manteniendo esa información como única en las plantas propias de cada especialidad. La función principal de esta planta es mostrar información respecto de la correcta coexistencia y coherencia de todas las especialidades en conjunto, entre ellas y contra Arquitectura y cálculo estructural, demostrando distanciamientos normativos y distancias para acceso a operación de las propias especialidades. Podrá contener la presentación de ubicación de colgadores y arriostres compartidos o individuales, de manera alternativa y siempre y cuando esta información no se considere en plantas dedicadas de la especialidad de vulnerabilidad sísmica.



### Contenidos

Los contenidos mínimos esperados en este tipo de entregables, son los siguientes:

- 1 Vistas en planta de todas las especialidades en este estrato.
- 2 Diferenciación de tipos de cielos (modular, liso, ausencia de cielo, etc.).
- 3 Identificación de subidas y bajadas en shafts.
- 4 Áreas de anclajes y rieles de equipos anclados a losa.

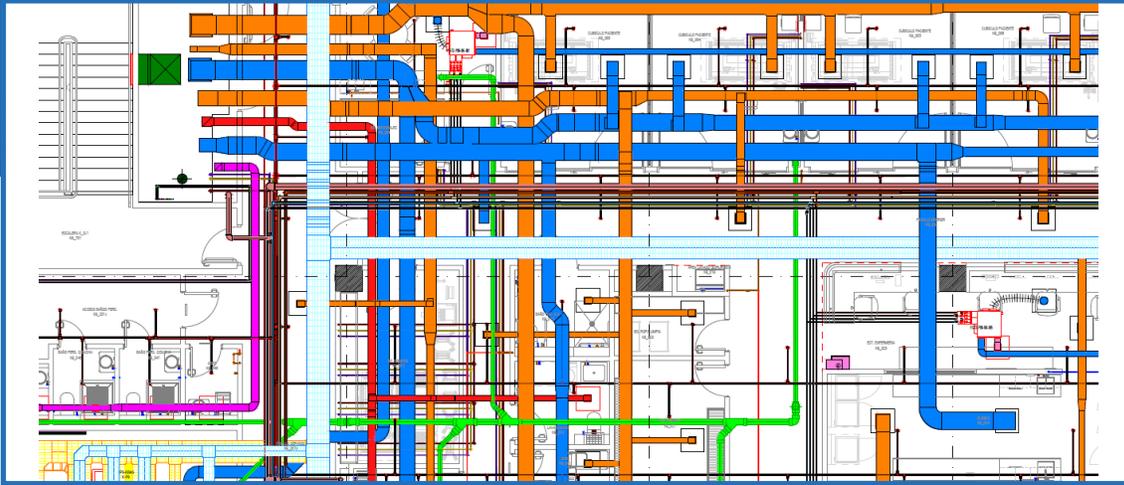


## Forma de uso

La información contenida en estos entregables funciona como un complemento a las plantas de especialidad. Sus contenidos están dedicados principalmente a la coordinación geométrica y funcional de las especialidades y no reemplazan los contenidos técnicos de las plantas de especialidad. Por lo mismo, las recomendaciones gráficas apuntan a su uso en obra, principalmente.

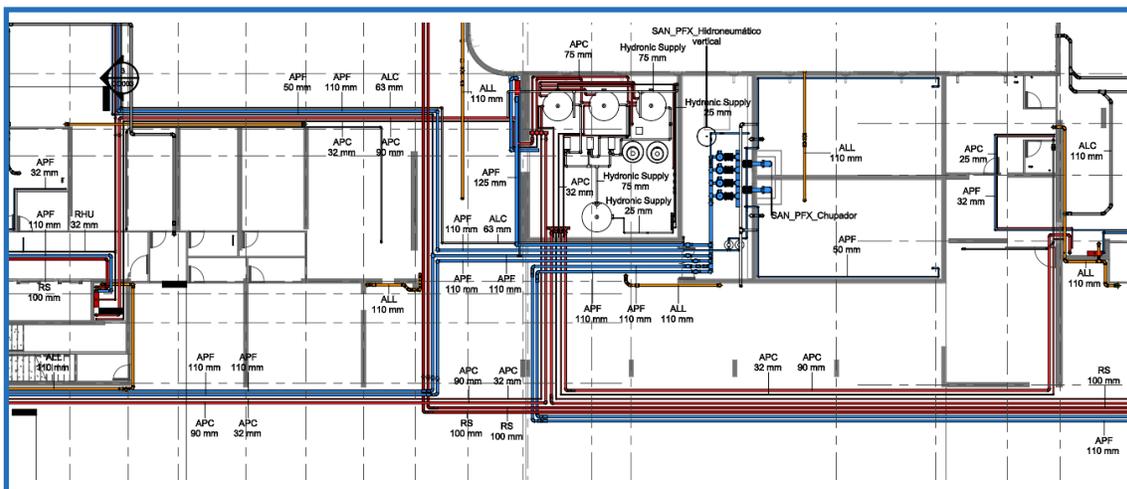
# 4

## Ejemplos



**GRÁFICA 21.** PLANTA DE COORDINACIÓN DE ALTA COMPLEJIDAD. SE RECOMIENDA EVALUAR LA PRESENTACIÓN DE CONTENIDOS EN PLANTAS MUY SOLICITADAS.

Fuente: Geister Consultores.



**GRÁFICA 22.** PLANTA DE COORDINACIÓN. EN ESTE CASO, SE PROPUSO REALIZAR UNA PLANTA PARA COORDINACIÓN ESPECÍFICA PARA PROYECTO SANITARIO.

Fuente: Geister Consultores.





## Recomendaciones gráficas

1

En proyectos con alta densidad de especialidades es recomendable utilizar sólo líneas (eliminar uso de sombreados sólidos) ya que es posible que se cuente con varias alturas montadas, donde elementos grandes, como ductos de climatización o bandejas, podrán cubrir a cañerías y otros elementos menores.

2

Además, es importante considerar gráfica alternativa para blanco y negro, considerando que este tipo de impresiones son las más frecuentes en obra.

3

Se recomienda integrar acotado a ejes y a otros elementos que se sabe serán ejecutados previamente a las especialidades, como la obra gruesa.

4

Es muy recomendable agregar información complementaria, como la diferenciación de "saltos" o quiebres de evasión entre especialidades, que pueden ser confusos de leer en planta. Esto se podrá conseguir con una etiqueta paramétrica que identifique distancia al nivel de referencia y presente altura del elemento, ya sea a pelo de agua o a fondo del mismo, para casos donde se requieran colgadores o arriostres.



## Contenidos en viñeta

Los contenidos en viñeta, para este entregable, deben considerarse como mínimo los siguientes contenidos:

1

Presentación de colores (o tipos de línea en caso de preparación en blanco y negro) para diferenciación de especialidades u otros criterios aplicados, por especialidad.

2

Presentación de simbologías para elementos de especialidad.

3

Aclaración de jerarquía. Según el escenario metodológico, las plantas de coordinación pueden contener información más o menos relevante que la planta de especialidad. Se debe aclarar qué planta prima, en caso de diferencias de información.

4

Aclaración de funcionamiento. Explicación de su funcionamiento y forma de uso.

5

En casos de escalas que requieran dividir la planta general del proyecto, agregar "keyplan" a la viñeta, que muestre el sector visible respecto del total.

### 6.1.3. Planta de coordinación de cielos

Planta de cielo, o sea mirando hacia arriba. Presenta distribución de materialidades y especifica alturas para cielos falsos y losas vistas.



## Contenidos

Los contenidos mínimos esperados son los siguientes:

- 1 Incluye información de distribución de partes para cielos modulares y escotillas en cielos lisos, además de presentar la ubicación de terminales de especialidad, como rociadores de protección contra incendios (con su respectivo cono de efectividad), luminarias, elementos sensores para la detección de incendios, parlantes y luces preventivas de emergencia, señaléticas colgadas (identificando punto de anclaje, comúnmente a losa), además de elementos de mayor tamaño, como columnas de gases clínicos o lámparas quirúrgicas, entre otros.
- 2 La planta debe considerar todos los elementos que se presenten en cielo, además de agregar cotas o referencias de distancia a ejes reconocibles para elementos en cielos lisos.
- 3 En casos de recintos de permanencia constante, como por ejemplo una sala de hospitalización o una oficina con puestos de trabajo, se recomienda incluir la silueta de mobiliarios de este tipo, para permitir una revisión entre difusores de climatización y los puestos que consideren larga exposición al aire inyectado.
- 4 En el caso de hospitales, es recomendable evitar difusores que aporten aire directamente sobre el paciente. Mismo caso en oficinas, donde se debe evitar difusores directamente sobre puestos de trabajo fijos.

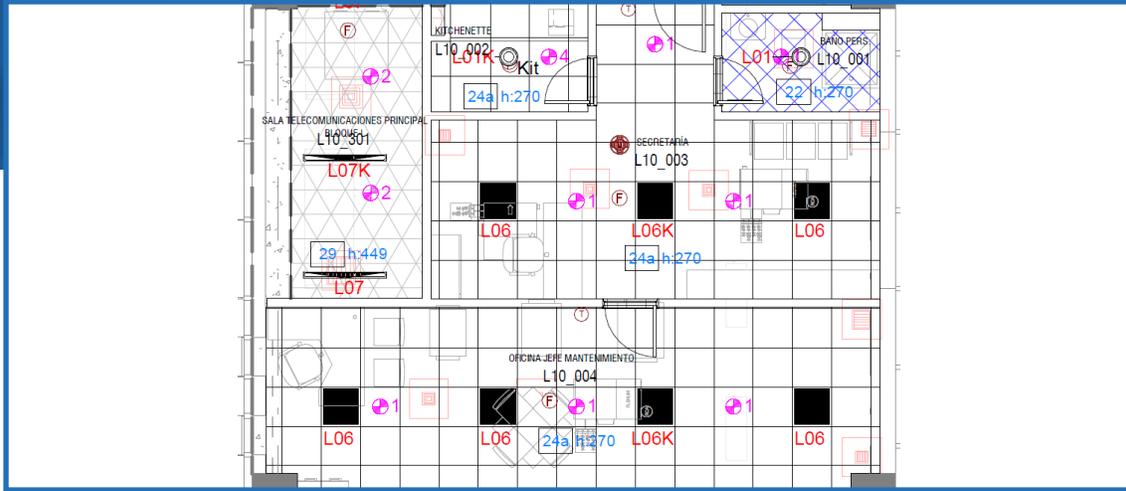


## Forma de uso

La planta de cielo aporta con la presentación de ajustes de ubicación de terminales, demostrando distanciamientos mínimos normativos y técnicos entre ellos (como distancias entre sensores de temperatura y rejillas de inyección de climatización). Su uso permitirá ajustar terminales para asegurar coherencia con Arquitectura. Es recomendable que el propio equipo a cargo del diseño de Arquitectura del proyecto presente inicialmente los lineamientos generales de distribución de terminales, así como también otros detalles de materialidad, alturas de cenefas de ajuste y primera palmeta.

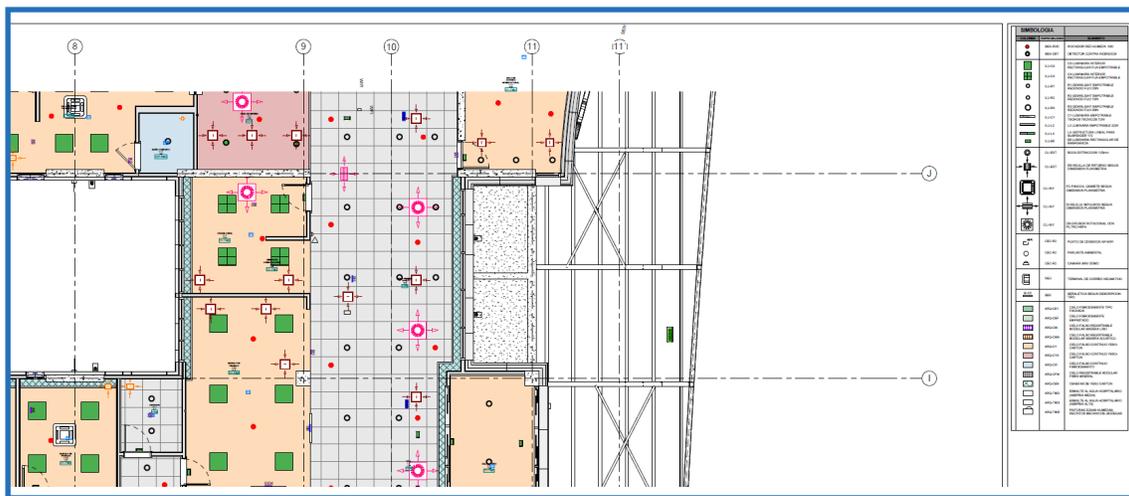
3

Ejemplos



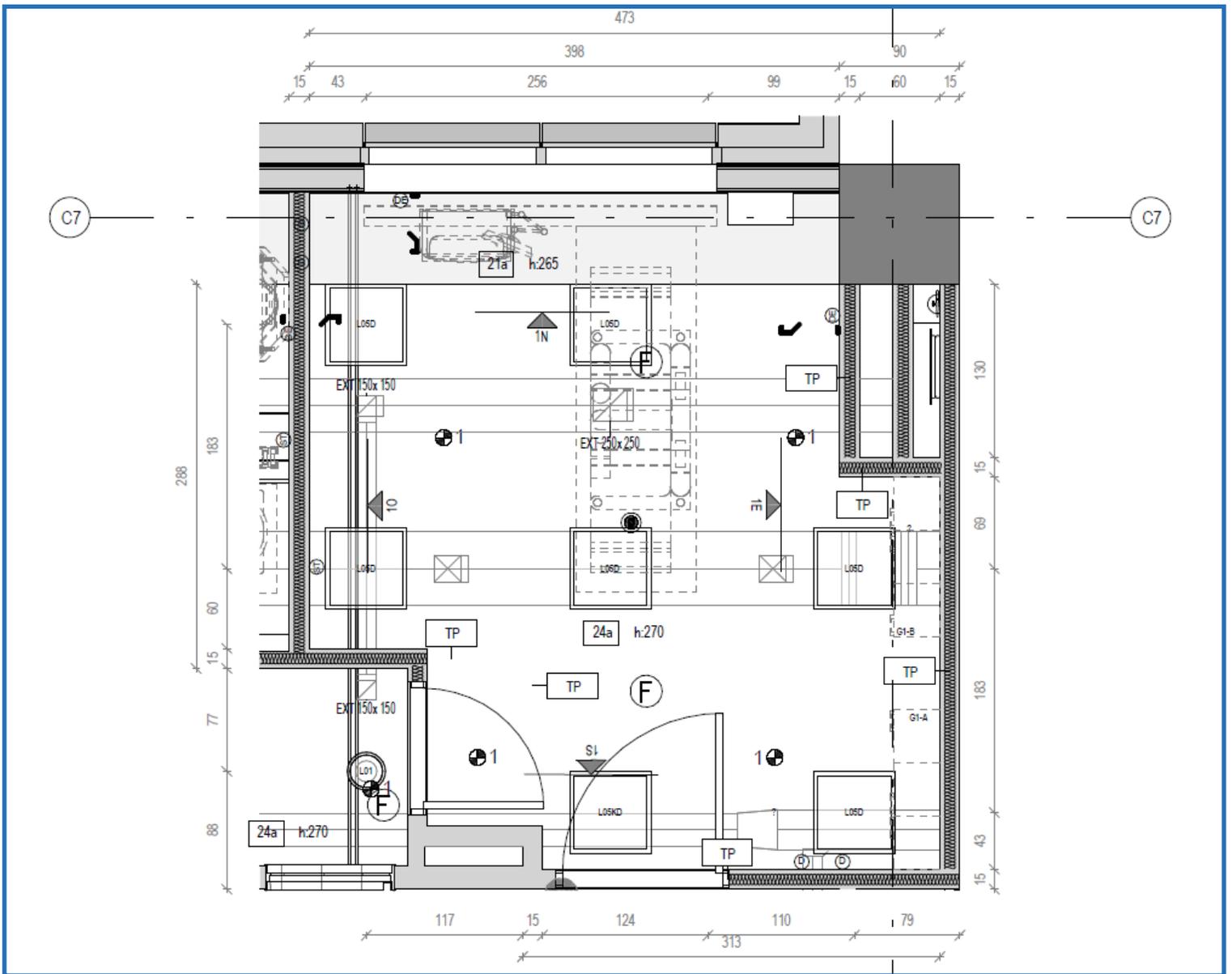
**GRÁFICA 24.** ECOORDINACIÓN DE LUMINARIAS Y TERMINALES EN CIELOS MODULARES. COORDINACIÓN EN PROCESO DE DIFUSORES DE CLIMATIZACIÓN.

Fuente: Geister Consultores.



**GRÁFICA 25.** PLANTA DE CIELO Y VIÑETA CON PRESENTACIÓN DE ENTIDADES.

Fuente: Geister Consultores.



4

## Recomendaciones gráficas

1

Considerar uso de sombreados con medidas reales, para el caso de palmetas cuadradas o cielos lineales.

2

Se recomienda incluir siempre información de altura terminada.

3

En modelos BIM, los cielos deben considerar una capa de terminación y una capa que sea representativa del espesor de la estructura que soporta al cielo (por ejemplo, 6 cms de representación de omegas de metalcón), lo que permitirá asegurar el espacio para estructuración de cielos, versus el colgado de especialidades.

4

Integrar cotas de elementos en cielos lisos a ejes y a elementos estructurales más cercanos, que sirvan de referencia para su posterior ejecución.

5

Rociadores contra incendios deben presentar su cono de efectividad.

5

## Contenidos en viñeta

Los contenidos en viñeta, para este entregable, deben considerar como mínimo los siguientes contenidos:

1

Presentación de colores (o tipos de línea en caso de preparación en blanco y negro) para diferenciación de especialidades u otros criterios aplicados, por especialidad.

2

Presentación de simbologías para elementos de especialidad, especial énfasis en terminales y luminarias.

3

Aclaración de jerarquía. Según el escenario metodológico, las plantas de coordinación pueden contener información más o menos relevante que la planta de especialidad. Se debe aclarar qué planta prima, en caso de diferencias de información.

4

Aclaración de funcionamiento. Explicación de su funcionamiento y forma de uso.

5

Se recomienda incluir la identificación del uso de achurados suaves para cielos lisos, para diferenciar cielos lisos de recintos sin cielo.

6

En casos de escalas que requieran dividir la planta general del proyecto, agregar "keyplan" a la viñeta, que muestre el sector visible respecto del total.

## 6.1.4. Planta de coordinación bajo cielo

Planta de coordinación que muestra la distribución de mobiliario, equipamiento y cualquier otro elemento bajo cielo. La planta bajo cielo se diferencia de una planta de arquitectura tradicional ya que considera contenidos enfocados a la coordinación.



### Contenidos

- 1 Incluye elementos menores como enchufes, interruptores y puntos de red.
- 2 Incluye bajadas y cajones falsos para alcantarillado y aguas lluvias.
- 3 Incluye posición de tomas de gases clínicos y canaletas porta instalaciones (horizontales, verticales o flat wall) detrás de camillas, entre otros.
- 4 Incluye mobiliario empotrado completo.
- 5 Considera la integración de algunos elementos de especialidad de tamaño medio, grande y su respectiva cabida, como gabinetes de mangueras contra incendio, estaciones terminales de correo neumático, tableros murales eléctricos y de corrientes débiles, cajas de válvulas y alarmas remotas de gases clínicos, entre otros.
- 6 Presentación de equipamiento médico. Podrá filtrarse y colorearse para facilitar la revisión de requerimientos de asistencia MEP, si se acuerda previamente.
- 7 Presenta canalizaciones eléctricas y de corrientes débiles por sobrelosa, cuando corresponda.

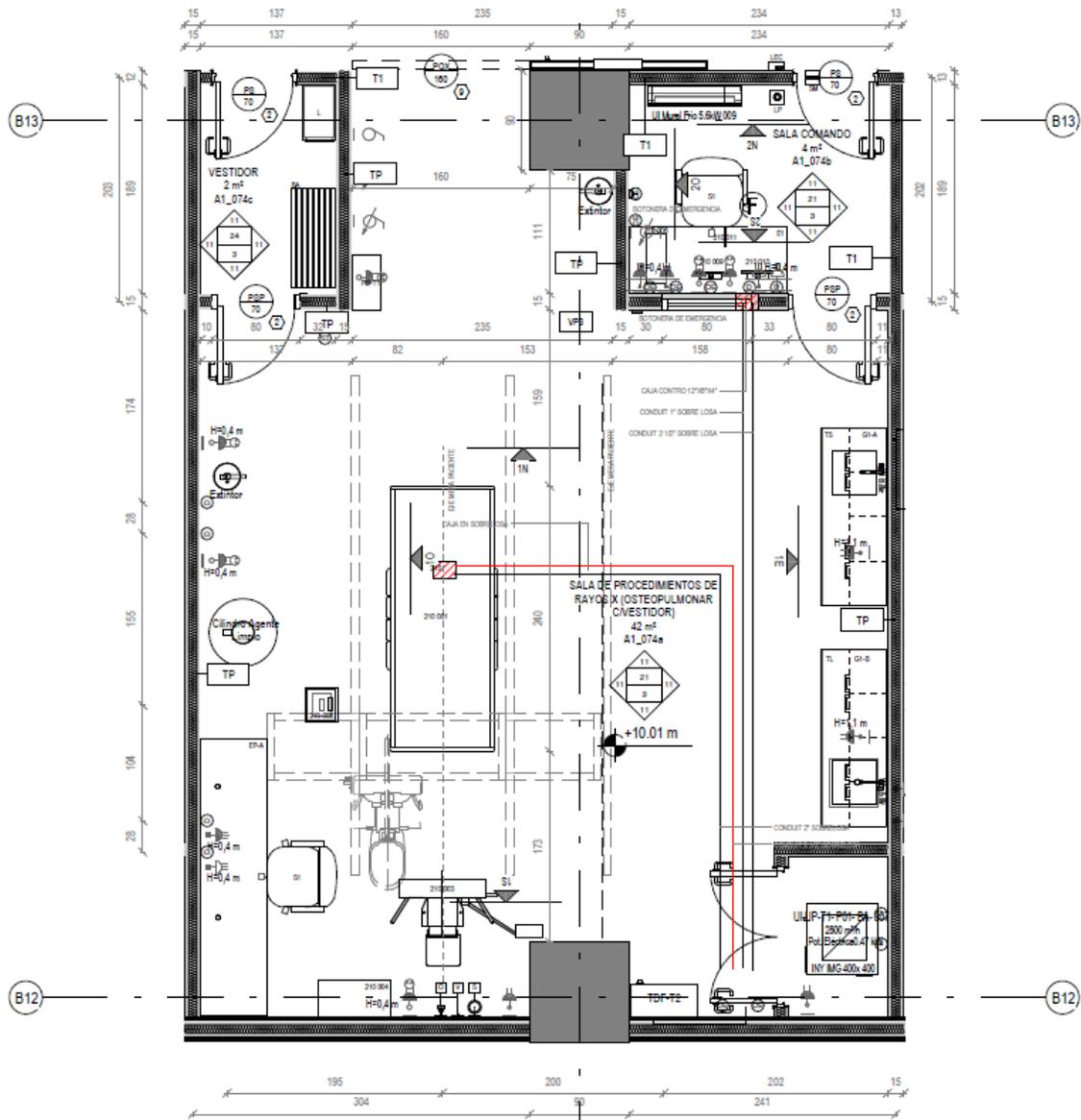


## Forma de uso

Su forma de uso tiene que ver principalmente con la coordinación del mobiliario empotrado y los elementos de especialidad presentes en muros. Si bien la revisión de funcionalidad de enchufes y puntos de red ya habría sido revisada en la planta original de ELE y CES, es de gran utilidad poder revisar la coherencia de estos mismos elementos con otros elementos en muros, como estaciones terminales de correo neumático, equipamientos médicos o cualquier otro elemento que funciona a la altura de usuario y presenta condiciones de empotramiento.

3

Ejemplos



**GRÁFICA 27.** PLANTA DE COORDINACIÓN BAJO CIELO DE SALA RX OSTEOPULMONAR. ELECTRICIDAD, CORRIENTES DÉBILES, AGUA POTABLE, MOBILIARIO, GASES CLÍNICOS Y EQUIPAMIENTO MÉDICO.

Fuente: Geister Consultores.

4

## Recomendaciones gráficas

Es recomendable considerar una estrategia gráfica que permita diferenciar a cada especialidad por color, siempre en coherencia con lo indicado previamente en el plan de ejecución BIM del proyecto. Además, cada elemento debe presentar la simbología original de la especialidad, para elementos de menor tamaño. Esto debe aplicar también para mobiliario y equipamiento.

Finalmente, ya que el fuerte de este entregable tiene que ver con contenidos en y sobre muros y tabiques, se recomienda realizar una diferenciación gráfica para estos elementos. La diferenciación puede considerar uno o más de los siguientes criterios:

**Según espesor:** Diferenciación por color según espesor, principalmente enfocado en tabiques de espesor poco tradicional, cuando existan tabiques que contienen instalaciones que lo requieren, como por ejemplo instalaciones sanitarias y alcantarillado de artefactos con descarga a muro.

**Según impermeabilización:** Diferenciación de tabiques que consideran tratamientos especiales de impermeabilización, comúnmente cuando consideran lavamanos o inodoros.

**Según reforzamiento estructural:** Diferenciación por color para tabiques que requieren reforzamiento, ya sea por contar con muebles aéreos colgados, o artefactos colgados, o deben sostener un gabinete contra incendios, o estaciones terminales de alguna especialidad.

Integrar cotas a ejes y a elementos estructurales más cercanos, que sirvan de referencia para su posterior ejecución.

5

## Contenidos en viñeta

Los contenidos en viñeta, para este entregable, deben considerarse como mínimo los siguientes contenidos:

1 Presentación de colores (o tipos de línea en caso de preparación en blanco y negro) para diferenciación de especialidades u otros criterios aplicados, por especialidad.

2 Presentación de simbologías para elementos de especialidad.

3 Aclaración de jerarquía. Según el escenario metodológico, las plantas de coordinación pueden contener información más o menos relevante que la planta de especialidad. Se debe aclarar qué planta prima, en caso de diferencias de información.

4 Aclaración de funcionamiento. Explicación de su funcionamiento y forma de uso.

5 Codificación para diferenciación de tipos de tabiquería.

6 En casos de escalas que requieran dividir la planta general del proyecto, agregar "keyplan" a la viñeta, que muestre el sector visible respecto del total.

### 6.1.5. Planta de coordinación de sobrelosa

La planta de coordinación de sobrelosa considera la presentación de elementos menores que puedan estar contenidos en este estrato. Este entregable de coordinación es bastante específico y se usa generalmente en la coordinación de equipamientos médicos y montajes industriales, pero también puede ser usado para la presentación de consideraciones de una sala de basura residencial.

Se recomienda evaluar si este entregable es necesario, ya que esta información podrá integrarse en las plantas de coordinación bajo cielo, dependiendo de la cantidad de información que con la que se cuente o se busque presentar.



## Contenidos

1

Considera la presentación de canalizaciones, comúnmente eléctricas y de corrientes débiles, asociadas al funcionamiento de equipos, ya sea médicos u odontológicos, como industriales, que puedan requerir de canalizaciones superficiales y tapas de registro en suelo.

2

Muy importante considerar la definición, o en su defecto, el mejor acercamiento posible, a los puntos de anclaje de los equipos empotrados. Se busca evitar posicionar canalizaciones donde posteriormente se realizarán perforaciones.

3

En salas de basura o de condiciones sanitarias especiales, es clave la presentación de pendientes, piletas de piso y canaletas de desagüe.

4

Mismo caso para salas técnicas, cuando contengan canaletas para retención de derrame de combustibles, en caso de existir equipos con estanques propios, o en el caso de Helipuertos.

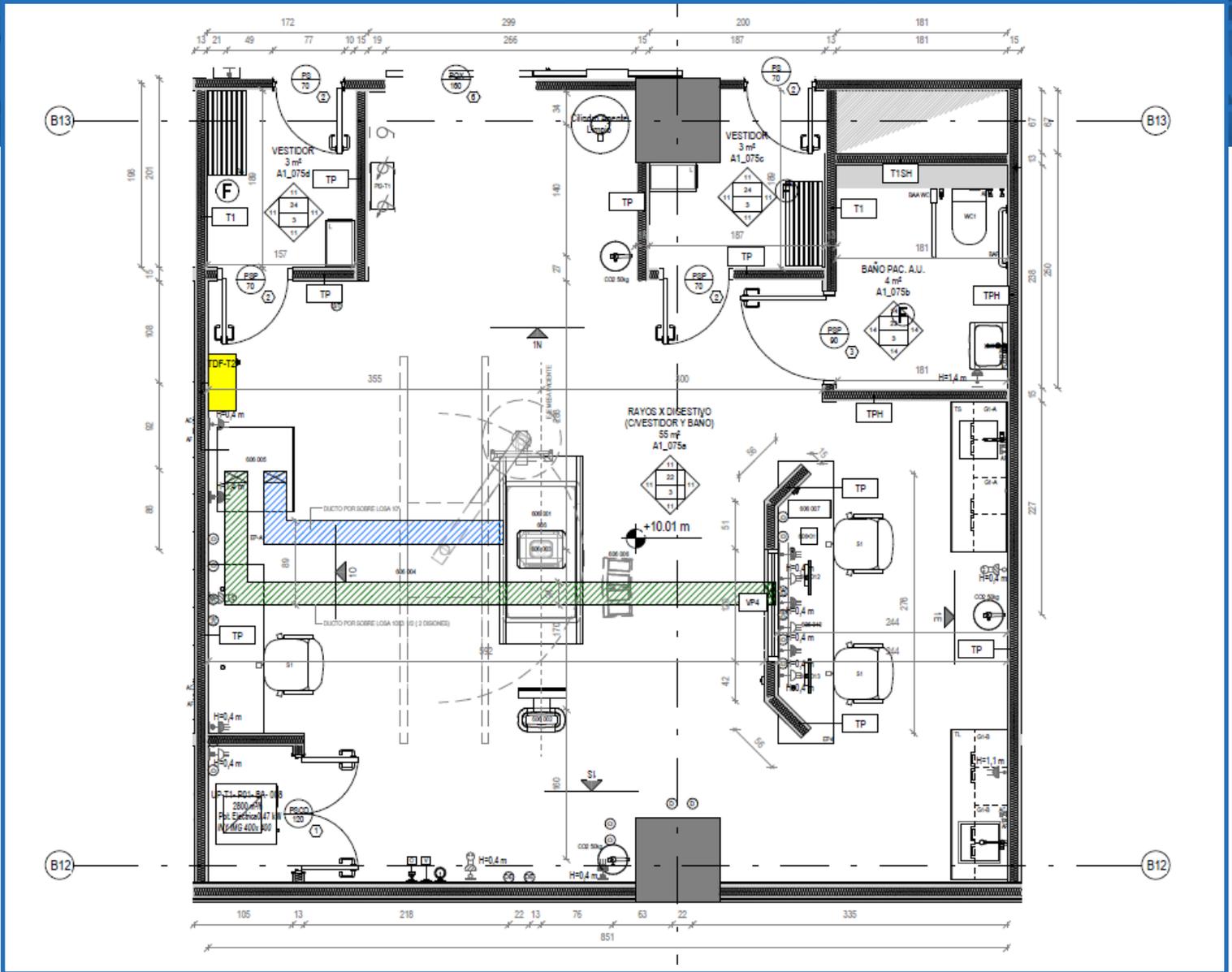


## Forma de uso

El entregable considera la presentación de todas las perforaciones, anclajes y elementos embebidos en la sobrelosa. Su uso se da inicialmente en diseño, para evitar choques y evaluar factibilidad técnica de la instalación de estos elementos en la sobrelosa (contrastando con el espesor de la sobrelosa propuesto por Arquitectura). Posteriormente, para construcción, podrá ser un insumo que, a modo de checklist, permita revisar que especialidades deben ser ejecutadas previo al hormigonado de la misma.

3

Ejemplos



**GRÁFICA28.** PLANTA DE COORDINACIÓN DE SOBRE LOSA Y BAJO CIELO PARA SALA RX DIGESTIVO. SE IDENTIFICAN CANALIZACIONES PARA EQUIPOS MÉDICOS.

Fuente: Geister Consultores.

4

## Recomendaciones gráficas

1

Se recomienda presentar las canalizaciones diferenciadas según especialidad, mediante colores o achurados, tal como en el resto de los entregables de coordinación.

2

En estos casos, es recomendable evaluar si realmente se hace necesario contar con esta información modelada en 3 dimensiones, o bastará con una presentación de recorridos mediante el uso de anotaciones 2D.

3

Considerar la presentación diferenciada para equipos presentes en la planta, además de la ubicación de sus puntos de anclaje, acotados a los ejes más cercanos.

4

Incluir flechas de presentación de pendientes y cotas para canalizaciones y anclajes a ejes o a los elementos que se considerarán construidos anticipadamente, más cercanos.

5

## Contenidos en viñeta

Los contenidos en viñeta, para este entregable, deben considerar como mínimo los siguientes contenidos:

1

Presentación de colores (o tipos de línea en caso de preparación en blanco y negro) para diferenciación de especialidades u otros criterios aplicados, por especialidad.

2

Presentación de simbologías para elementos de especialidad. Énfasis en piletas de piso, pendientes, luminarias de suelo, etc.

3

Aclaración de jerarquía. Según el escenario metodológico, las plantas de coordinación pueden contener información más o menos relevante que la planta de especialidad. Se debe aclarar qué planta prima, en caso de diferencias de información.

4

Aclaración de funcionamiento. Explicación de su funcionamiento y forma de uso.

5

Codificación para diferenciación de tipos de pavimentos, si procede por requerimientos especiales de instalación o materialidad.

6

En casos de escalas que requieran dividir la planta general del proyecto, agregar "keyplan" a la viñeta, que muestre el sector visible respecto del total.

## 6.1.6. Planta de coordinación por nodos: El nodo de coordinación

Si bien es recomendable documentar la coordinación completa del proyecto, pueden darse casos específicos donde el tamaño y complejidad del proyecto requiera anticipar la presentación de la coordinación en sectores específicos. Es necesario recordar que el uso de coordinación 3D, reconocido por Plan BIM, abarca las etapas de planificación, diseño y construcción<sup>14</sup>, por lo que es posible encontrarse con un escenario en el cual el diseño concluye y la coordinación geométrica y funcional continúa. Para estos casos, lo recomendable es realizar una selección de áreas representativas de la mayor complejidad en cuanto espacio y solicitud de especialidades pueda tener el proyecto (como refuerzo y para criterios de selección de estas áreas, remítase al punto 5.9. "Jerarquización de zonas para coordinación" del presente documento) para luego coordinarlas y documentarlas. Para estos casos, llamaremos al entregable "nodo de coordinación" que se presentará a través de planta, sección y vista 3D, presentando la implementación de todos los criterios a implementar en este nodo y posteriormente en el resto del proyecto.



### Contenidos

Los contenidos mínimos para estos casos son los siguientes:

1

Planta general del proyecto identificando la ubicación de nodos: Considerar una planta por piso del proyecto, a una escala que permita identificar el proyecto completo. Según la complejidad del proyecto la cantidad de nodos puede variar, pero a modo de ejemplo, para un proyecto de alta complejidad se recomienda al menos un nodo cada 3.500 metros cuadrados.

2

Lámina de nodo:

» **Plantas:** Considera la presentación de los contenidos de la planta de coordinación sobre cielo, pero acotado al sector específico reconocido como nodo:

- Vistas en planta de todas las especialidades en este estrato.
- Diferenciación de tipos de cielos (modular, liso, ausencia de cielo, etc.).
- Identificación de subidas y bajadas en shafts.
- Áreas de anclajes y rieles de equipos anclados a losa.

» **Cortes:** Considera al menos dos cortes (uno por pasillo en los casos donde la selección del nodo considere cruce de los mismos) que incluya lo siguiente:

- Diferenciación por colores de las especialidades.
- Sistemas de arriostre y colgado.
- Distanciamientos acotados.

» **Vistas isométricas:** Una o dos vistas isométricas que permitan el claro entendimiento del nodo seleccionado.

- Diferenciación por colores de las especialidades.
- Sistemas de arriostre y colgado modelados.

14. Tabla 06, Usos BIM. Estándar BIM para proyectos públicos. Planbim, 2019.



## Forma de uso

Estos contenidos podrán ser presentados para dar cierre a etapas específicas, durante el diseño. Generalmente se requerirá avances considerables en el diseño del proyecto y sus especialidades, por lo que apunta principalmente al cierre del diseño, mediante la presentación de “una demostración” del avance de la coordinación, la cual deberá ser completada en su totalidad posteriormente, en las primeras fases de la construcción, asegurando un tiempo considerable entre su término y la ejecución del proyecto o piso del proyecto según la selección de nodos realizada (o según la programación “de autosuficiencia” del proyecto).

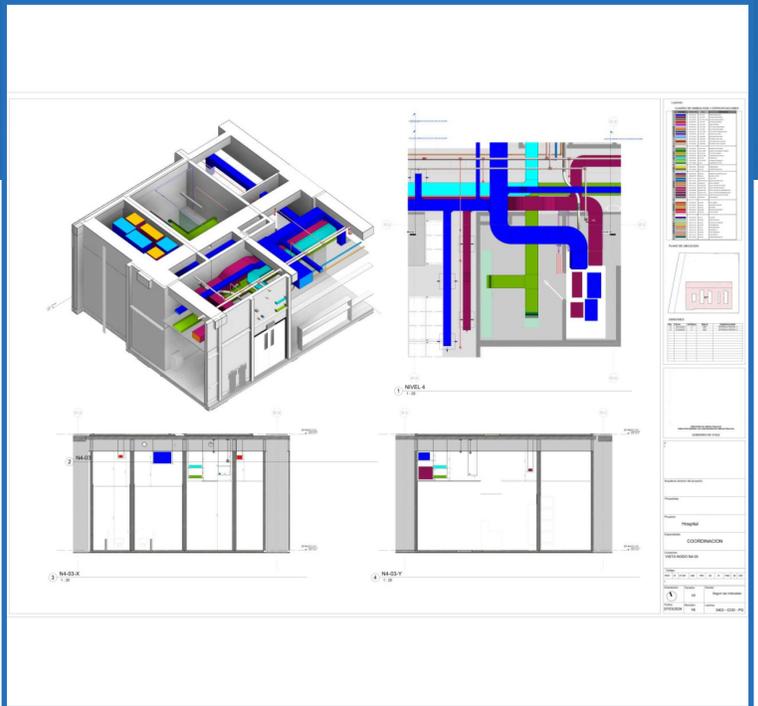
3

## Ejemplos



**GRÁFICA 29.** PLANTA DE SELECCIÓN DE NODOS DE UN HOSPITAL. SELECCIÓN DE NODOS SEGÚN COMPLEJIDAD: CRUCE DE PASILLOS CERCANOS A SHAFTS Y NUCLEOS DE ESCALERAS.

Fuente: Geister Consultores.



**GRÁFICA 30.** LÁMINA TIPO DE COORDINACIÓN DE NODO, CONSIDERANDO PLANTA, DOS CORTES (UNO POR PASILLO) Y VISTA ISOMÉTRICA.

Fuente: Geister Consultores.

4

## Recomendaciones gráficas

1 En plantas, para proyectos con alta densidad de especialidades es recomendable utilizar sólo líneas (eliminar uso de sombreados sólidos) ya que es posible que se cuente con varias alturas montadas, donde elementos grandes, como ductos de climatización o bandejas, podrán cubrir a cañerías y otros elementos menores.

2 Se recomienda integrar acotado a ejes y a otros elementos que se sabe serán ejecutados previamente a las especialidades, como la obra gruesa. Aplica para plantas y cortes.

3 En cortes, diferenciación de colores nuevamente. Agregar cotas y diferencias gráficas para tabiquería y muros estructurales. Incluir sistemas de colgado y arriostre.

5

## Contenidos en viñeta

Los contenidos en viñeta, para este entregable, deben considerarse como mínimo los siguientes contenidos:

1 Presentación de colores (o tipos de línea en caso de preparación en blanco y negro) para diferenciación de especialidades u otros criterios aplicados, por especialidad.

2 Presentación de simbologías para elementos de especialidad.

3 Aclaración de jerarquía. Según el escenario metodológico, las plantas de coordinación pueden contener información más o menos relevante que la planta de especialidad. Se debe aclarar qué planta prima, en caso de diferencias de información.

4 Aclaración de funcionamiento. Explicación de su funcionamiento y forma de uso.

5 En casos de escalas que requieran dividir la planta general del proyecto, agregar "keyplan" a la viñeta, que muestre el sector visible respecto del total.

## 6.2. CORTES DE COORDINACIÓN, SEGÚN AVANCE DEL PROYECTO

El corte de pre-coordinación, el corte coordinado, el corte inmobiliario e incluso shafts presentan el uso de este punto de vista, que busca la demostración de constructividad del proyecto a través de la revisión de espacios de convergencia de especialidades.

Debido a lo delicado de la información que compila y comparte, se propone mantener una visión constante de éste entregable en el tiempo, tanto a modo de planificación (con el corte de pre-coordinación) como a modo de resultado final (el corte coordinado).

### 6.2.1. El corte de pre-coordinación

El corte de pre-coordinación es la presentación anticipada al diseño de las especialidades concurrentes, comúnmente en un pasillo o área de gran solicitud técnica, donde convergen matrices de las distintas especialidades del proyecto. El corte de pre-coordinación es la presentación de los criterios de coordinación de estas matrices, y busca demostrar, en una primera instancia, la factibilidad de ejecución, distanciamiento normativo, colgado, arriostre, operación, mantención, de cada una de las especialidades que allí concurren.

La función de este entregable es iniciar la discusión respecto de alturas de entrecielos disponibles, de anchos de pasillos (salvo los anchos de pasillos que respondan a condiciones normativas), de selección y distribución de formatos de palmetas de cielo, de distribución e incluso de estrategia de iluminación de los mismos.

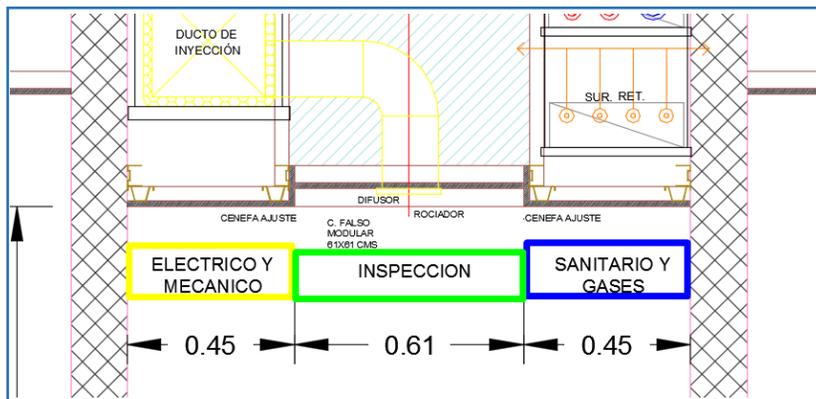
Finalmente, este entregable debe ser desarrollado por el equipo de coordinación de especialidades. Se recomienda encarecidamente que cuente con la aprobación, por escrito, del equipo de cálculo estructural o vulnerabilidad sísmica, así como también con el visto bueno del equipo de ejecución en obra de las especialidades. Este punto es especialmente sensible, ya que este corte es el primer entregable que requiere de la participación y relación entre equipos de diseño y equipos de construcción. Factores externos, como preexistencias en bodegas y otros de similar naturaleza deben ser considerados al momento de desarrollar esta presentación de criterios. Mientras más participantes del proyecto revisen y aprueben este entregable, mayores son las probabilidades de llevar estos criterios a su ejecución definitiva.

# 1



## Contenidos

- 1 Toda la información debe ser correctamente etiquetada, diferenciada por color y acotada a cielo, fondo de losa y nivel de piso terminado correspondiente.
- 2 Considerar factibilidad de realizar trazados perpendiculares a la matriz presente en el corte. Esto se consigue comúnmente considerando otra altura de colgado para ramales, la cual también debe presentarse en el corte.
- 3 El corte debe mostrar la factibilidad de colgar las especialidades, mediante la integración de colgadores y perfiles que presenten sus dimensiones aproximadas.
- 4 El corte debe mostrar la factibilidad de arriostramiento de las especialidades. En casos donde existe gran densidad y poco espacio, será factible presentar arriostres compartidos o "multi-trade" que permitan arriostar a varias especialidades simultáneamente. Esta información permitirá iniciar de manera temprana el diseño de secciones para elementos de arriostre y anclaje a losa, por parte del equipo de vulnerabilidad sísmica o de cálculo estructural, según sea el alcance del contrato. Es clave contar con la aprobación por escrito de este profesional, antes de avanzar con la coordinación de especialidades.
- 5 El ordenamiento de las especialidades debe considerar el correcto funcionamiento de las mismas. Para esto, es recomendable utilizar criterios de distribución de las especialidades que las relacionen en grupos afines, ubicados en las mismas "áreas" del pasillo o sector mostrado en el corte. Las mínimas son las siguientes:



**GRÁFICA31.** CORTE PROPUESTO PARA PASILLO DE HOSPITAL, DIFERENCIANDO INICIALMENTE TRES ÁREAS.

Fuente: Geister Consultores.

» **Área electromecánica:** Área designada a ductos de climatización y bandejas eléctricas y de corrientes débiles. La combinación de estas especialidades se da de manera natural y no presentan grandes restricciones o necesidades de espacio respecto al distanciamiento entre ellas. Importante considerar el acceso a mantención de piezas eléctricas en ductos de inyección, o priorizar la cercanía de la bandeja eléctrica que lleva fuerza a iluminación con el cielo falso donde se encuentran las luminarias. Es recomendable considerar esta área a uno de los costados del pasillo o espacio revisado, el costado que facilite de mejor manera la llegada de ramales desde las matrices presentadas en el corte.

» **Área de inspección, mantención y operación:** Área designada al espacio libre de matrices longitudinales, para permitir el acceso de una persona y realizar cambios o mantenciones. Esta área se ubica regularmente en el centro del pasillo y separa el área electromecánica del área hidrosanitaria. En su recorrido longitudinal, para el caso de pasillos, recibirá regularmente bajadas de terminales de especialidad, como rociadores de protección contra incendios, o difusores de climatización, por dar sólo algunos ejemplos. Deberá considerar escotillas o cielos modulares registrables que permitan realizar las labores antes descritas. Si bien no existe normativa específica respecto al tamaño de este espacio, es clave considerar la factibilidad de acceso mediante escalera.

» **Área hidrosanitaria:** Área designada a todo tipo de cañerías que contengan líquidos o gases. El ordenamiento dentro de esta área debe incluir criterios de ordenamiento internos. Por ejemplo, es recomendable considerar las cañerías más pesadas (las de mayor diámetro o las que contienen líquidos constantemente) lo más cerca del fondo de losa o lugar de anclaje, para reducir posibilidades de oscilaciones pendulares durante sismos.



## Contenidos por especialidad

A continuación, se señala una serie de puntos respecto a contenidos mínimos por cada especialidad, al momento de presentar un corte de pre-coordinación. Estos contenidos podrán variar más adelante en cuanto a su forma y posición, pero son la base del corte coordinado.

- 1 **Arquitectura**  
Presentar soluciones para estructuración de cielo  
Presentar definiciones de tipos de cielo  
Presentar posición y espesor de tabiques
- 2 **Cálculo estructural**  
Presentar vigas, losas, pilares y capiteles, cuando intervengan en el desarrollo de la geometría del pasillo.
- 3 **Electricidad y corrientes débiles**  
Incluir bandejas para ambas especialidades  
Incluir ductos de barra, si procede  
Incluir cualquier equipo que pueda interferir con el desarrollo del pasillo
- 4 **Climatización ductos**  
Incluir ductos de inyección y extracción, debidamente diferenciados. Diferenciar también cualquier subtipo o subsistema de ductos (aire graso, aire exterior pretratado, etc.)  
Incluir aislación en ductos de inyección.
- 5 **Climatización cañerías**  
Incluir cañerías, considerando diámetros y función (surtido, retorno, caliente, fría)  
Incluir aislación de cañerías de surtido y retorno de agua caliente, si procede. En proyectos de climas extremos, podrá ser requerimiento la consideración de aislación para cañerías de agua fría.  
Incluir la presentación de posición tipo para válvulas y su respectiva factibilidad de acceso.
- 6 **Protección contra incendios y detección**  
Integrar matrices de la especialidad y bajadas (o "velas") hasta rociador. Se recomienda siempre considerar al menos un codo entre matriz y bajada a rociador, para permitir factibilidad de ajuste, en caso de que matriz de PCI no esté ubicada exactamente al centro del pasillo en estudio.  
Incluir la presentación de posición tipo para válvulas y su respectiva factibilidad de acceso.

- 7 Agua potable fría, caliente y retorno**  
Incluir cañerías, considerando diámetros y subsistema (fría, caliente, mezclada).  
Incluir aislación de cañerías. En proyectos de climas extremos, podrá ser requerimiento la consideración de aislación para cañerías de agua fría.  
Incluir la presentación de posición tipo para válvulas y su respectiva factibilidad de acceso.
- 8 Alcantarillado**  
Incluir cañerías, considerando diámetros y subsistema (aguas grasas, grises, recicladas, ventilaciones).  
Incluir tapas de registro y factibilidad de acceso a ellas.
- 9 Especialidades electrónicas**  
Se debe incluir la ubicación de detección, audio evacuación, sensorización y cualquier otra especialidad que cuente con terminales electrónicos que tengan presencia en cielo o fondo de losa. Demostrar ubicación y factibilidad de acceso para mantención.
- 10 Gases clínicos**  
Incluir cañerías, considerando diámetros y subsistema (identificando el gas).  
Incluir la presentación de posición tipo para válvulas y su respectiva factibilidad de acceso.
- 11 Correo neumático**  
Incluir trazados y diversores que puedan existir en pasillos.
- 12 Vulnerabilidad sísmica**  
Incluir geometría básica para arriostres de especialidades, o arriostres compartidos, si procede.



## Forma de uso

Una de las principales funciones del corte de pre-coordinación, es advertir y mostrar el espacio requerido por normativas, entre especialidades. Este espacio libre puede ser identificado y presentado mediante gráficas 2D. Por ejemplo, el espacio de 30 cms para el peinado de cables sobre una bandeja eléctrica o de corrientes débiles, puede ser demostrado en un corte de pre-coordinación a través de una cota que demuestre la existencia de este espacio. Todas las conclusiones respecto al funcionamiento de las especialidades deben ser expuestas y potenciadas.

1

En etapas tempranas del diseño de proyectos, ya contando con el desarrollo básico de Arquitectura y el predimensionamiento de elementos de cálculo estructural, como losas, vigas y pilares.

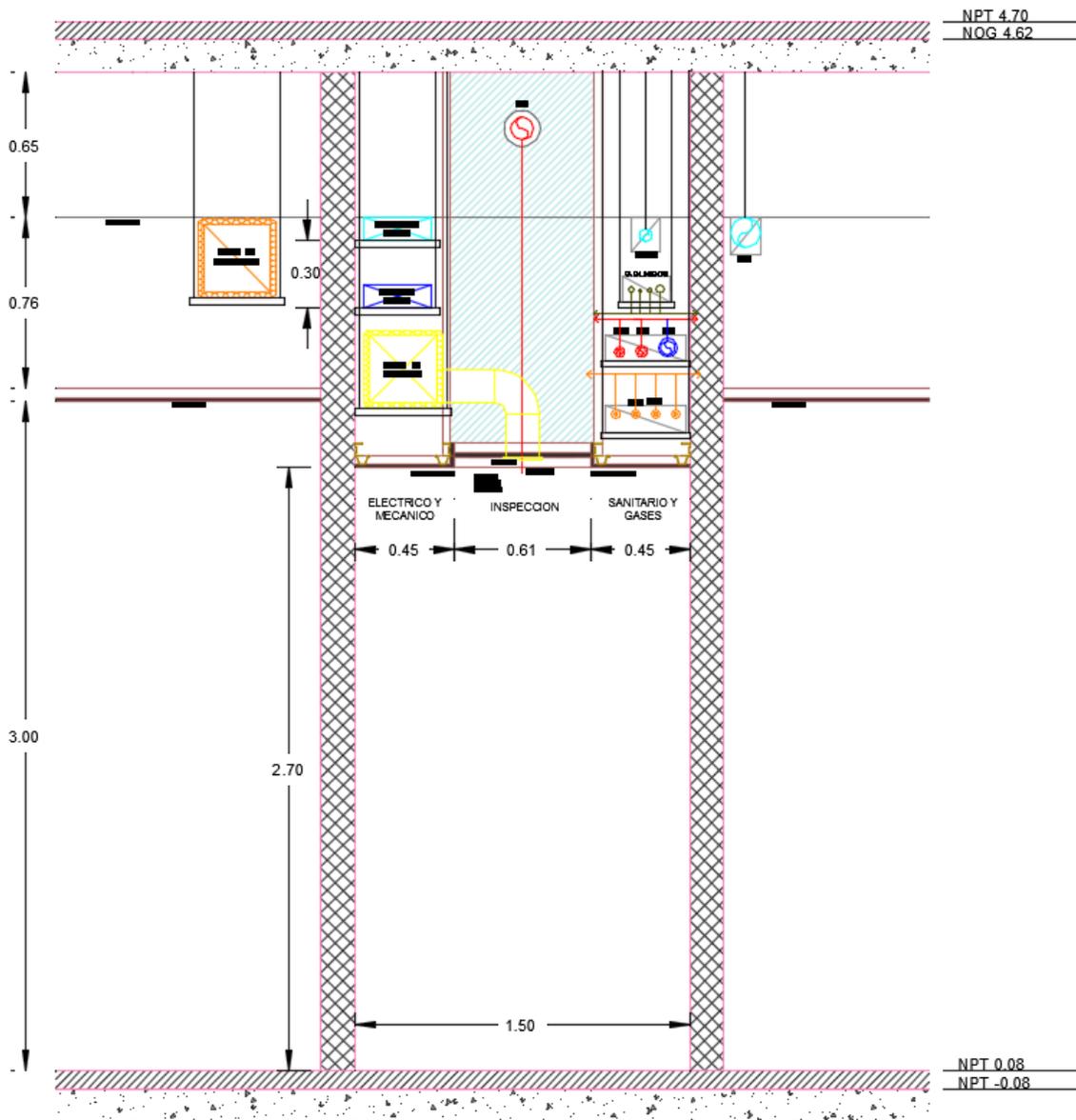
2

Las conclusiones del uso de este entregable deben incluir definiciones de uso de cenefas y sistema de estructuración de cielos, estrategia de distribución de luminarias en pasillos, altura mínima de fondo de losa a cielo y alturas mínimas o normativas para piso terminado a cielo.

3

## 4

## Ejemplos



**GRÁFICA 32.** EJEMPLO DE CORTE DE PRE-COORDINACIÓN PARA UN PASILLO NORMATIVO DE 150 CMS DE ANCHO. CONSIDERA LA IDENTIFICACIÓN Y ACOTADO DE LAS MATRICES DE ESPECIALIDADES PRESENTES. SE REALIZÓ CORRECCIÓN POSTERIORMENTE, ACERCANDO BANDEJAS A CIELO.

Fuente: Geister Consultores.



## Recomendaciones gráficas

Las recomendaciones gráficas para este tipo de entregable no son muy diferentes de las anteriormente ya descritas. Algunos detalles:

- 1 Incluir gráfica para la estructura de cielos. Considerar estructura horizontal y también la estructura a fondo de losa.
- 2 Considerar la identificación por color y etiqueta de las especialidades y sus partes presentes en el entregable.
- 3 Identificar claramente las áreas, electromecánica, hidrosanitaria y de operación o registro.
- 4 Presentar terminales en cielo: Difusores, extractores, luminarias, señalética, etc.
- 5 En caso de elementos en cielo que requieran estructuración, como señaléticas pesadas, se debe incluir la gráfica del arriostre de la señalética.
- 6 Diferenciar tipos de tabiques y muros estructurales.



## Contenidos en viñeta

Además de todas las recomendaciones gráficas presentadas para entregables de coordinación, se agrega la recomendación de incluir algunos detalles respecto de la jerarquía de especialidades en caso de interferencias. Existirán algunas más disponibles para generar saltos, que otras. También otros detalles, como diferenciación de contenidos en estratos o zonas, es relevante. A continuación, un ejemplo:

NOTA: EL CORTE DE COORDINACIÓN PROPUESTO PARA EL COLGADO DE LAS ESPECIALIDADES PODRÁ VARIAR, SEGÚN REQUERIMIENTOS DE CANTIDAD DE LINEAS Y LA DIMENSIONES ESPACIALES DE LOS ENTRECIELOS TÉCNICOS.

**GEISTERCONSULTORES**  
INGENIERÍA | ARQUITECTURA | COORDINACIÓN BIM  
WWW.GEISTERCONSULTORES.COM



<p><u>JERARQUÍA DE ESPECIALIDADES EN CASO DE INTERFERENCIAS:</u></p> <p><u>1. DUCTOS DE BARRA:</u> Nula posibilidad de saltos.</p> <p><u>2. AL CANTARILLADO / AGUAS LLUVIAS:</u> Poca posibilidad de saltos considerando pendientes de las tuberías.</p> <p><u>3. CAÑERIAS DE CLIMA:</u> Se evitarán saltos debido a generación de burbujas y acumulación de sarro.</p> <p><u>4. DUCTOS DE CLIMA:</u> Ductos de extracción saltan sobre ductos inyección (evitar ruidos molestos en d. de inyección). Extracción no requiere inspección.</p> <p><u>5. CAÑERIAS DE AGUA:</u> Evitar saltos en matrices desde Ø100 mm, posibilidad de mayores saltos en cañerías de menor diámetro.</p> <p><u>6. REDES EXTINCIÓN:</u> Evitar saltos en matrices. respetar ubicación de caída de rociadores.</p> <p><u>7. GASES CLÍNICOS / G. COMBUSTIBLE:</u> Posibilidad de saltos sobre otras especialidades.</p> <p><u>8. BANDEJAS ELÉCTRICAS:</u> Alta posibilidad de saltos, por ductilidad de bandejas por sobre las otras especialidades.</p>	<p><u>1. ZONA ELÉCTRICA</u> Especialidades involucradas: - Bandejas eléctrica - Correo Neumático</p>	<p><u>4. ESTRATO FONDO DE LOSA</u> Especialidades involucradas: - Red extinción. considerar pasadas por viga para paso de matrices. - Cableado eléctrico y cajas de distribución</p>
	<p><u>2. ZONA REGISTRABLE</u> Necesaria para registro de bandejas eléctricas, G. clínicos, llaves de paso, entre otras. Especialidades involucradas: - Difusores. - Iluminación. - Rociadores. - Bandejas.</p>	<p><u>5. ESTRATO FONDO DE VIGA</u> Generalmente proyectista ubica ductos en pasillo, sin embargo en mucho de los casos se saca ducto de extracción de pasillos por falta de espacio, priorizando las otras especialidades con necesidad de registro.</p>
	<p><u>3. ZONA MÚLTIPLE ESPECIALIDADES</u> Se considera área para colgado de las otras especialidades dependiendo de la carga del pasillo:  - Se prioriza dejar Ducto de inyección dada su función de climatización y renovación de aire (difusores) en áreas comunes.</p>	<p><u>6. ESTRATO SOBRE CIELO</u> Para colgado de cañerías; el orden y la disposición de las especialidades puede variar. Considerar que gases clínicos debe estar cercano al área registrable. Especialidades involucradas: Alcantarillado / Calefacción-Cañerías clima / Agua Potable / Gases clínicos</p>

GRÁFICA 33. VIÑETA DE LÁMINA DE COORDINACIÓN.

Fuente: Geister Consultores.

## 6.2.2. El corte coordinado

Versión definitiva del corte de coordinación, ya extraído directamente del modelo BIM y considerando la presentación de todas las entidades 3D del modelo en su posición coordinada.



### Contenidos

Los contenidos mínimos para este entregable consideran las siguientes recomendaciones:

- 1 Diferenciación de cada elemento cortado de especialidad por color, en coherencia con lo especificado previamente en el plan de ejecución BIM del proyecto.
- 2 Etiquetado de especialidad, tipo de elemento y tamaño.
- 3 Acotado entre elementos. Se recomienda revisar con el equipo de obra la mejor solución para acotado de ubicación en altura de especialidades. En general acotar a Nivel de Obra Gruesa (NOG) del piso en cuestión es la mejor alternativa, ya que entregará un dato válido para realizar la instalación posteriormente. En otros casos, el equipo a cargo de la ejecución podrá requerir acotar a fondo de losa, como alternativa válida de referencia de altura, para prefabricar colgadores, por ejemplo.
- 4 Diferenciación de zona de operación (puede ser un color o achurado).
- 5 Presencia de elementos de Arquitectura circundantes al corte: Tabiques perimetrales, sobrelosas y terminación de piso, cielo falso con estructura soportante, entre otros.
- 6 Presencia de elementos de Estructura en el corte: Vigas con sus correspondientes pasadas si compete, pilares o muros estructurales correctamente identificados, en caso de que incidan en la definición del espacio que comprende el corte.
- 7 Identificación de arriostre compartido o singular, considerando etiquetado del tipo y graficando medidas reales de sección del mismo, además de anclajes a fondo de losa o muros para el caso de repisas.
- 8 Identificación de colgadores, considerando etiquetado del tipo y graficando medidas reales de sección del mismo.

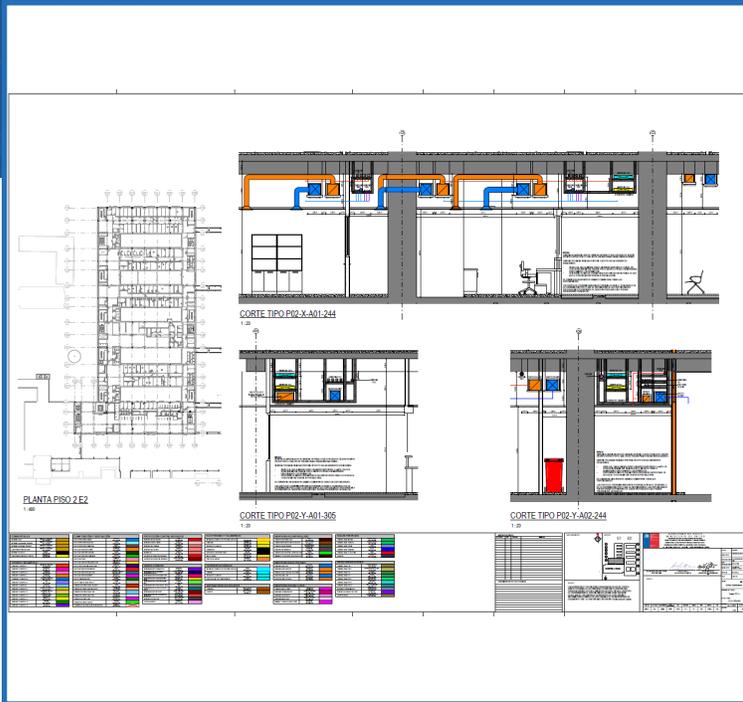


## Forma de uso

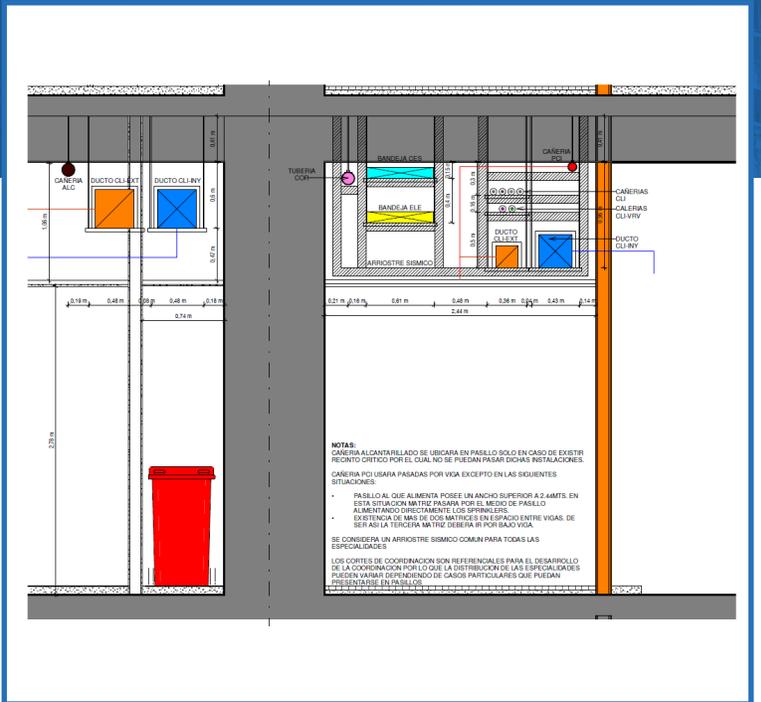
El corte coordinado es la representación final resultante de la coordinación de especialidades. Se extrae directamente del modelo de coordinación que a su vez federa a todas las especialidades. Presenta información anotativa o geométrica del sistema de arriostre, previamente diseñado por VUS, así como también información de los sistemas de colgado para las especialidades. Dado que es una referencia sobre el trabajo terminado, regularmente se logra conseguir en la fase final de diseño, o en la primera fase de construcción. La información contenida en estos cortes es la representación gráfica de la geometría tridimensional de los modelos coordinados, por lo que es una "bajada" de la información BIM a formatos bidimensionales y debe siempre ser complementado con el uso del modelo BIM de referencia.

3

Ejemplos



**GRÁFICA 34.** LÁMINA DE CORTES COORDINADOS EXTRAÍDA DE MODELO BIM.  
Fuente: Geister Consultores.



**GRÁFICA 35.** DETALLE DE CORTE TIPO COORDINADO, EXTRAÍDO DE MODELO BIM. CONSIDERA SISTEMAS DE COLGADO Y ARRIOSTRE COMPARTIDO.  
Fuente: Geister Consultores.

4

## Recomendaciones gráficas

Mismas recomendaciones gráficas que para el corte de pre-coordinación, anteriormente ya descritas. En este caso, es importante volcar estas recomendaciones a las plantillas de vista en el software nativo de desarrollo. Los detalles:

- 1 Incluir gráfica para la estructura de cielos. Considerar estructura horizontal y también la estructura a fondo de losa.
- 2 Considerar la identificación por color y etiqueta de las especialidades y sus partes presentes en el entregable.
- 3 Identificar claramente las áreas electromecánica, hidrosanitaria y de operación o registro.
- 4 Presentar terminales en cielo: Difusores, extractores, luminarias, señalética, etc.
- 5 En caso de elementos en cielo que requieran estructuración, como señaléticas pesadas, se debe incluir la gráfica del arriostre de la señalética.
- 6 Diferenciar tipos de tabiques y muros estructurales.

5

## Contenidos en viñeta

- 1 Presentación de colores (o tipos de línea en caso de preparación en blanco y negro) para diferenciación de especialidades u otros criterios aplicados, por especialidad.
- 2 Presentación de simbologías para elementos de especialidad.
- 3 Aclaración de jerarquía. Según el escenario metodológico, los cortes de coordinación pueden contener información más o menos relevante que la planta de especialidad. Se debe aclarar qué fuente de información primará, en caso de diferencias de información.
- 4 Aclaración de funcionamiento. Explicación de su funcionamiento y forma de uso.
- 5 Codificación para diferenciación de tipos de pavimentos, si procede por requerimientos especiales de instalación o materialidad.
- 6 Codificación para diferenciación de tipos de tabiquería y muros estructurales.

### 6.2.3. Corte tipo de Pasillo Inmobiliario

En proyectos inmobiliarios es común encontrarse con gran concurrencia de especialidades en áreas comunes. Es regular que estas áreas comunes también sean áreas repetitivas, doble razón por la cual se recomienda realizar una coordinación detallada para estas zonas. Una de las herramientas es el corte tipo de pasillo, que permitirá revisar la cabida de especialidades en el espacio común disponible.



## Contenidos

Se recomienda considerar los siguientes contenidos y recomendaciones:

- 1 Igualar contenidos y recomendaciones gráficas del entregable "Corte coordinado" visto en el punto anterior.
- 2 Identificar y agrupar conduits embebidos en losa por especialidad. Graficar espacio para enfierraduras. En casos de falta de espacio, se deberá recurrir a consulta con Ingeniero Calculista, para evaluar condiciones mínimas. En general, para ahorrar espacio se recomienda agrupar conduits de a dos, dejando al menos 5 centímetros entre parejas de conduits. Se busca asegurar el paso del vertido del hormigón, al momento de hormigonar la losa, y evitar nidos por falta de espacio.
- 3 Se recomienda ordenar las especialidades embebidas en losa en dos alturas dentro de la misma. Una altura para trazados longitudinales (a favor de la dirección del pasillo) y otra altura para acometida al departamento (en sentido perpendicular al pasillo), o para salida o entrada a shafts o salas técnicas. De esta manera, se evitarán saltos individuales de conduits que pueden producir problemas al mediano plazo.



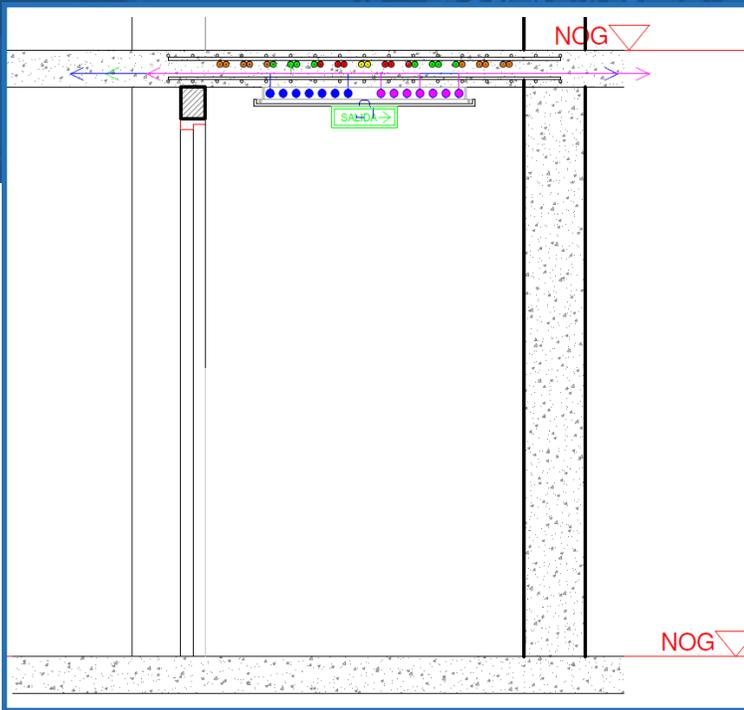
## Forma de uso

Se recomienda el uso de este entregable, durante el inicio del diseño y luego previo a la ejecución. Este corte es en realidad la implementación del corte de pre-coordinación y del corte coordinado, según la etapa del proyecto, pero aplicado a desarrollos inmobiliarios. Se propuso la diferenciación, ya que los contenidos de especialidades son diferentes a los de un proyecto de alta complejidad, como son los hospitales. En este caso, los usos son:

- 1 Identificar tempranamente la cabida de cañerías de agua fría y caliente.
- 2 Requerir detalles de terminación a Arquitectura de forma temprana. Existencia o no de cielos, sistemas de abrazaderas o colgado para instalaciones en losa, tipo de cielo o tipo de pintura para terminación, solución de cielo en salidas de shafts o de salas de remarcadores, etc.
- 3 Definir tempranamente la estrategia para abordar la cantidad de conduits que puedan quedar embebidos en losa. En coordinación directa con el calculista del proyecto, los especialistas de electricidad, corrientes débiles, telefonía y citofonía, señalética y el de iluminación, deben proyectar y presentar la cantidad total de conduits a considerar en el pasillo, para toma de decisiones por parte del calculista.

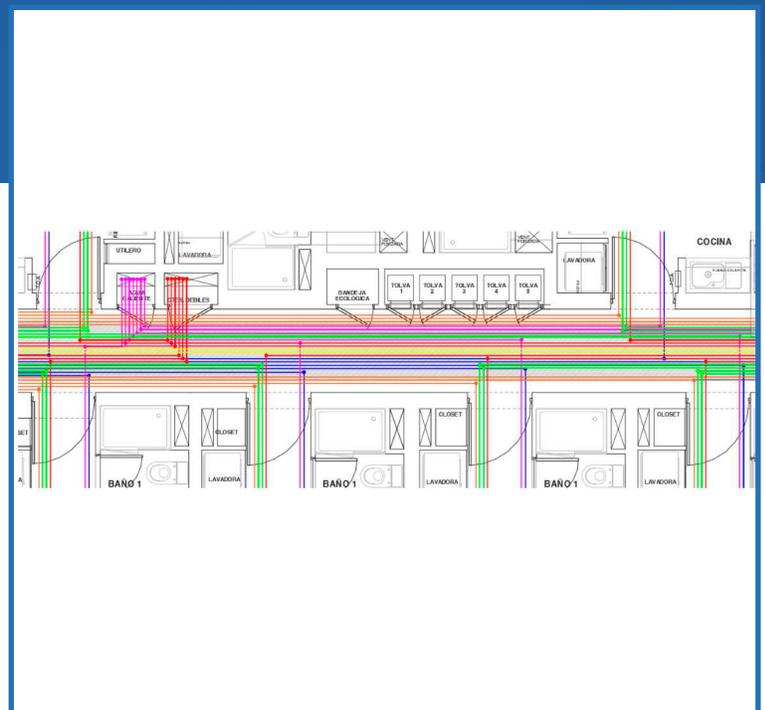
3

Ejemplos



**GRÁFICA 36.** CORTE DE PASILLO INMOBILIARIO. SE IDENTIFICAN CONDUITS EN LOSA Y ENFIERRADURA.

Fuente: Geister Consultores.

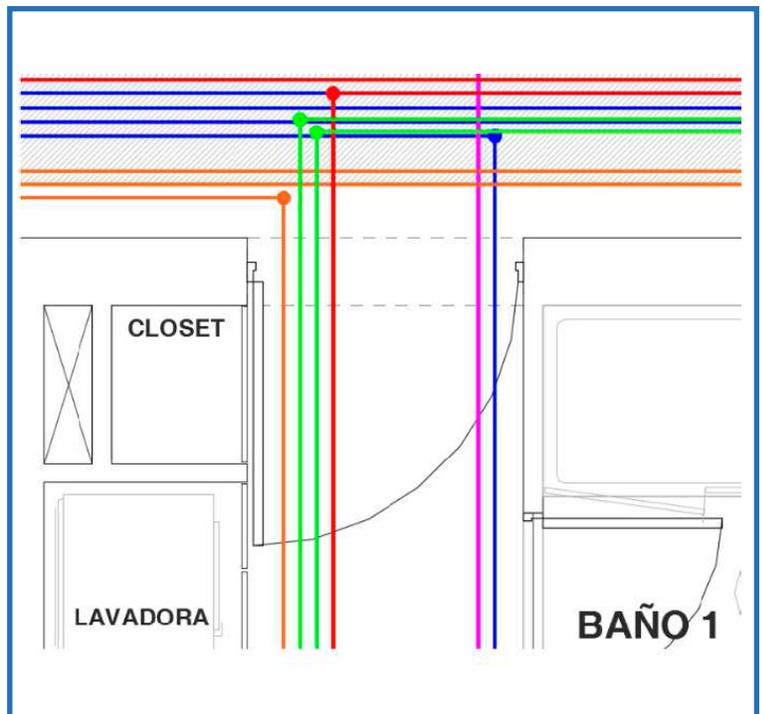
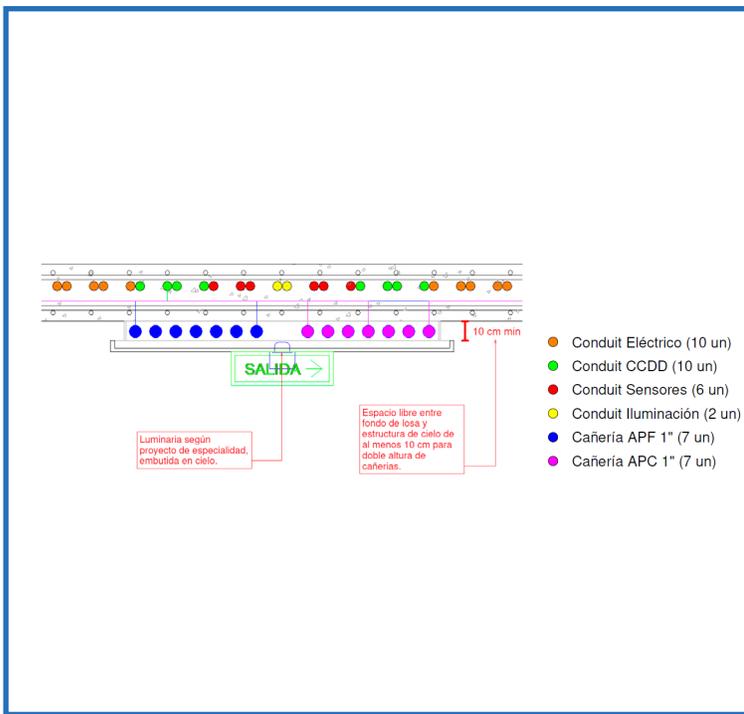


**GRÁFICA 37.** PRESENTACIÓN EN PLANTA DE TRES ALTURAS DE INSTALACIÓN DE CONDUITS Y CAÑERÍAS.

Fuente: Geister Consultores.

Ejemplo de corte de pasillo inmobiliario. Se identifican las especialidades por colores y se muestran con flechas los trazados perpendiculares al pasillo, con una altura especialmente propuesta. Se grafica la enfierradura de la losa, el cielo falso con su altura y estructura, además de otros elementos, como señalética colgante.

La representación en planta mantiene los colores, pero reduce el nivel de detalle a líneas. Se muestra una gran concurrencia, en al menos 3 alturas.



**GRÁFICA 38.** COMPLEMENTO DE INFORMACIÓN EN CORTE DE PASILLO INMOBILIARIO.

Fuente: Geister Consultores.

**GRÁFICA 39.** ACOMETIDAS POR LOSA, DIFERENCIADAS EN CADA PUERTA. IZQUIERDA PARA ELE-CES Y DERECHAR PARA SAN.

Fuente: Geister Consultores.

En el detalle, se identifican las especialidades concurrentes, en viñeta se definen cantidades, medidas y colores.

Finalmente, esta metodología permitirá diferenciar la acometida a cada departamento: Por la mitad izquierda, se realizará el ingreso de canalizaciones eléctricas y de corrientes débiles. Se ha elegido este lado, ya que la ubicación de tableros y cajas está en el tabique interior izquierdo. Para la mitad derecha, se han conducido las cañerías de agua fría y caliente, ya que tienen una primera estación que atender, que es el baño de visitas.



## Recomendaciones gráficas

Mismas recomendaciones gráficas que para el corte de pre-coordinación, anteriormente ya descritas. Los detalles:

- 1 Incluir gráfica para la estructura de cielos.
- 2 Considerar la identificación por color y etiqueta de las especialidades y sus partes presentes en el entregable.
- 3 Se muestran con flechas los trazados perpendiculares al pasillo, con una altura especialmente propuesta.
- 4 Identificar claramente las áreas: electromecánica, hidrosanitaria y de operación o registro.
- 5 Presentar terminales en cielo: Difusores, extractores, luminarias, señalética, etc.
- 6 En caso de elementos en cielo que requieran estructuración, como señaléticas pesadas, se debe incluir la gráfica del arriostre de la señalética.
- 7 Diferenciar tipos de tabiques y muros estructurales.
- 8 Se grafica la enfierradura de la losa.
- 9 Se debe presentar acotado completo.



## Contenidos en viñeta

- 1 Presentación de colores (o tipos de línea en caso de preparación en blanco y negro) para diferenciación de especialidades u otros criterios aplicados, por especialidad
- 2 Presentación de simbologías para elementos de especialidad.
- 3 Aclaración de jerarquía. Según el escenario metodológico, los cortes de coordinación pueden contener información más o menos relevante que la planta de especialidad. Se debe aclarar qué fuente de información primará, en caso de diferencias de información.
- 4 Aclaración de funcionamiento. Explicación de su funcionamiento y forma de uso.
- 5 Codificación para diferenciación de tipos de tabiquería y muros estructurales.
- 6 Se recomienda agregar una tabla resumen de cantidad de conduits presentados, para casos específicos con gran cantidad de estos elementos embebidos en el hormigón de la losa cortada.

## 6.3. EL SHAFT

El shaft es uno de los sectores de mayor complejidad en proyectos de gran cantidad de especialidades. No solo por el espacio, comúnmente ajustado, sino también por los requerimientos específicos de condiciones de ejecución de las propias especialidades, en vertical.

La recomendación general es integrar los shafts a las estructuras de nombramiento de espacios, ya que es común que no se incluyan los shafts como recintos (o como parte del programa médico arquitectónico en hospitales, por ejemplo). Dado que el mismo shaft aparecerá en varios pisos, se recomienda implementar una metodología para nombrarlos, considerando el cruce de ejes más cercano, o las especialidades que contiene, los pisos que atraviesa o simplemente un número correlativo que permita identificar al shaft posteriormente, desde la visión de especialidades, Arquitectura y cálculo estructural.

### 6.3.1. Shaft compartido entre especialidades

El shaft compartido regularmente requiere la implementación de criterios de coordinación y de ubicación de especialidades, tal como lo requiere un corte de pasillo, pero ahora considerando la verticalidad de las especialidades. Las condiciones de operación y acceso a shafts son condicionantes que afectarán directamente a la Arquitectura (en casos donde sea necesario agregar puertas de acceso) y al cálculo estructural o VUS (vulnerabilidad sísmica) mediante la integración de pasarelas de grating metálico para acceso a las especialidades, o subestructuras de soporte entre pisos, para permitir el colgado de las especialidades en vertical.



## Contenidos

Dada la peculiar espacialidad de estos espacios, se hace necesario utilizar todas las herramientas de visualización y presentación posibles. Los contenidos mínimos recomendados son los siguiente:

1

**Plantas:** Se recomienda considerar una vista en planta para cada nivel que el shaft atraviesa, donde se presentan todas las especialidades contenidas, las subestructuras que las sostienen y las subestructuras que permiten el acceso para operación de shaft, si procede.

2

**Elevaciones:** Vistas laterales que muestran el desarrollo completo de los elementos dentro del shaft. Considera la presentación de niveles y también de cualquier estructura secundaria interna de soporte que el shaft pueda considerar

3

**Isométricas:** Vistas tridimensionales de apoyo. Podrán ser del shaft completo o vistas parciales de los pisos que presenten mayor complejidad.

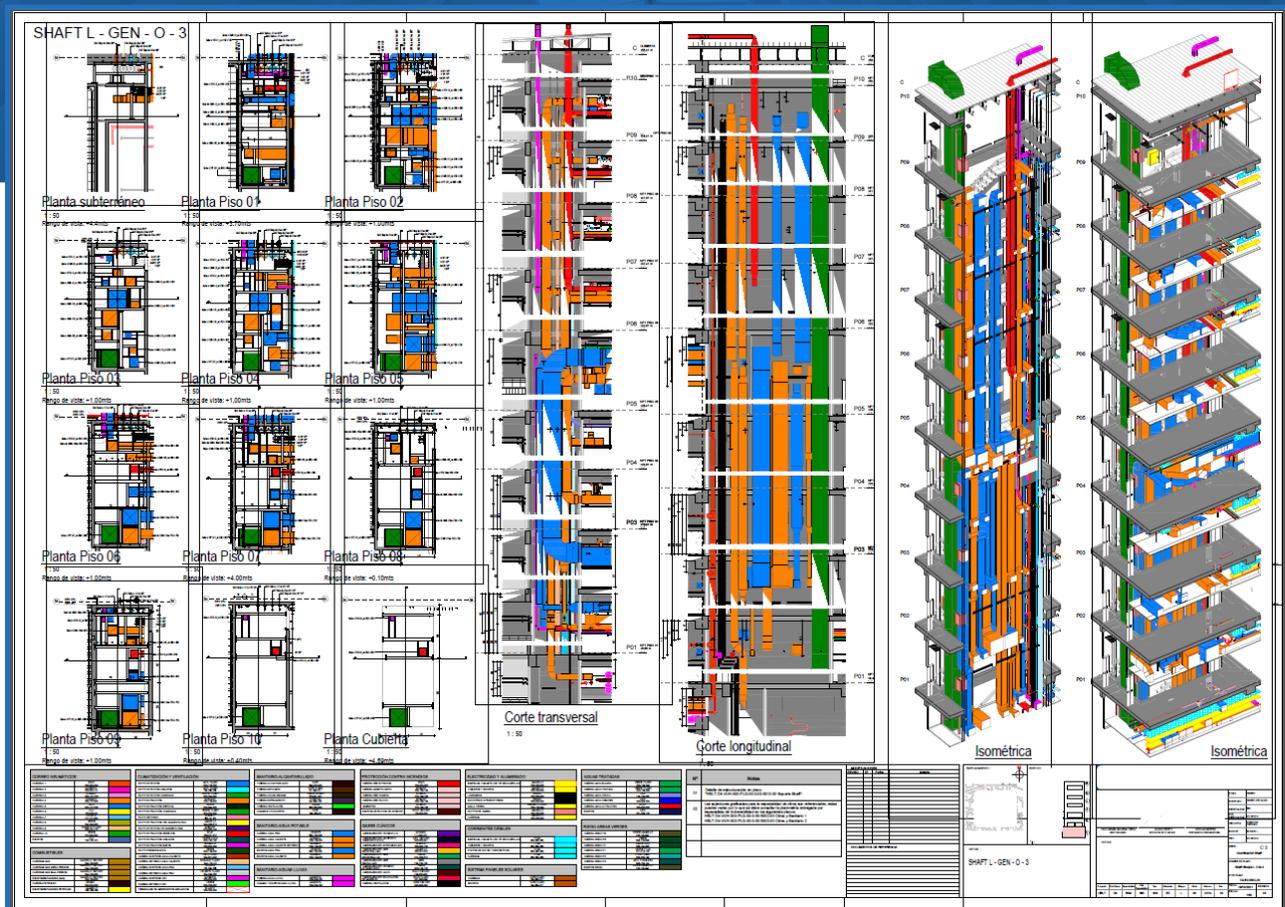


## Forma de uso

La función de este entregable y su forma de uso apuntan inicialmente a la presentación de suficiencia y constructividad del shaft, en relación al espacio disponible para ubicar las especialidades. Posteriormente, llegado el proceso de construcción, las láminas de shafts servirán para presentar subestructuras y la forma de instalar cada especialidad.

## 3

## Ejemplos

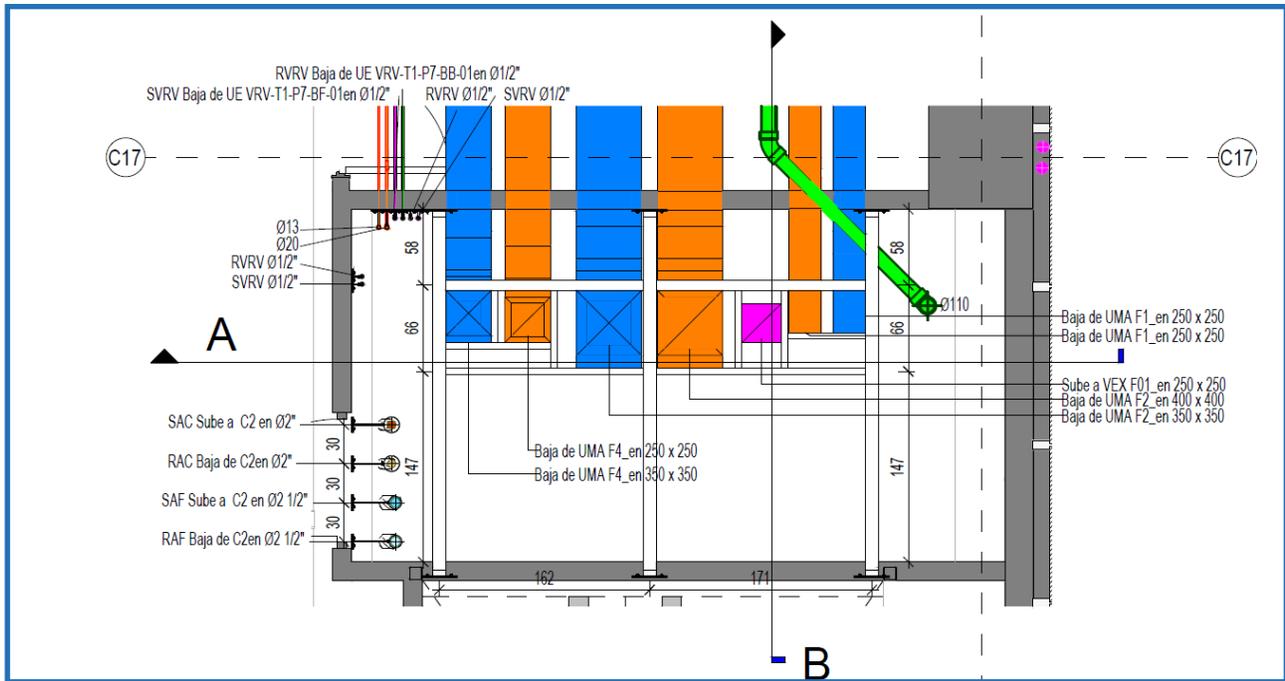


GRÁFICA 40. LAMINA DE PRESENTACIÓN DE SHAFT PARA HOSPITAL.

Fuente: Geister Consultores.

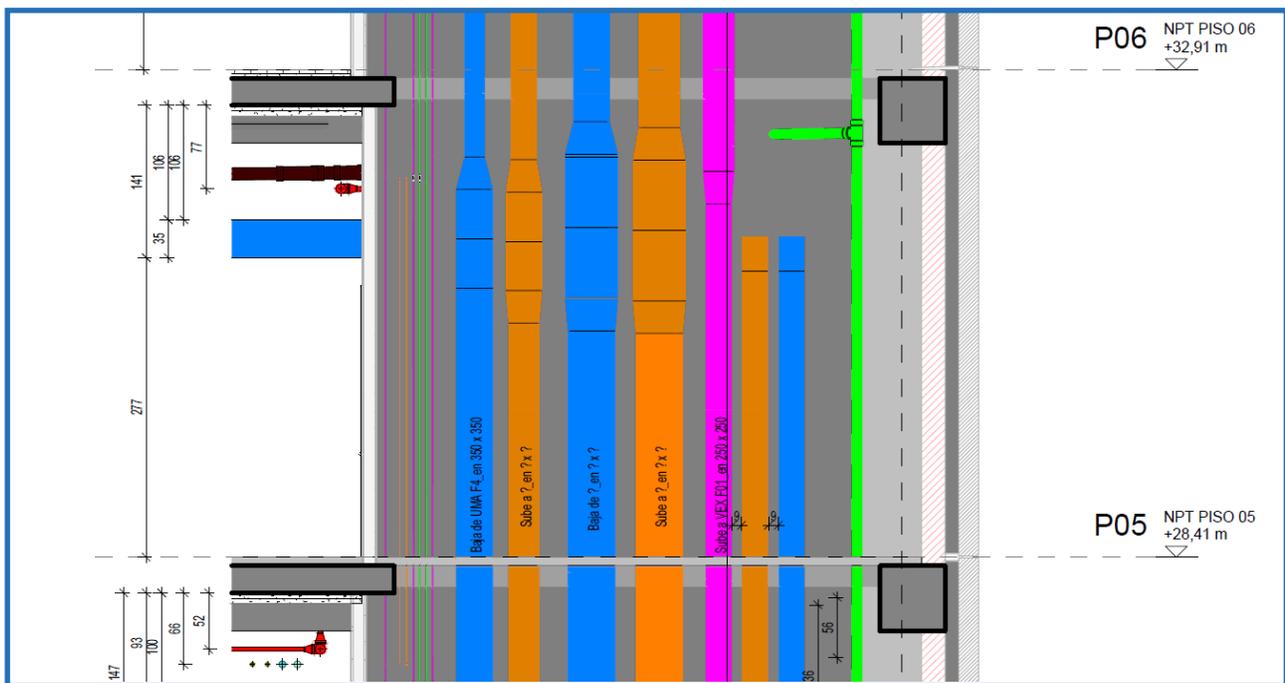
Lámina de ejemplo de coordinación de shaft para climatización de un hospital. En el primer tercio a la izquierda, la revisión en planta de cada uno de los pisos que aborda el shaft (en este caso 12 pisos). En el centro, las dos elevaciones más solicitadas del shaft (las otras dos dan a muro estructural, que no presenta perforaciones) y en el tercio derecho, dos vistas isométricas de apoyo, para graficar de mejor manera las acometidas y salidas de ductos desde y hacia el shaft.

6 • LISTADO TIPO DE ENTREGABLES PLANIMÉTRICOS DE COORDINACIÓN



**GRÁFICA 41.** DETALLE DE PLANTA DE SHAFT. SE INCLUYEN ELEMENTOS METALICOS DE SOPORTACIÓN MEP, PREVIAMENTE DISEÑADOS POR VUS. FUENTE: GEISTER CONSULTORES. AMINA DE PRESENTACIÓN DE SHAFT PARA HOSPITAL.

Fuente: Geister Consultores.



**GRÁFICA 42.** TRAMO DE SECCIÓN DE SHAFT, PARA PRESENTACIÓN DE VARIACIONES DE TAMAÑOS.

Fuente: Geister Consultores.



## Recomendaciones gráficas

Regularmente los shafts se presentan en láminas propias. Sus contenidos son los siguientes:

### En planta

- Diferenciación de sistemas, mediante colores, en coherencia con plan de ejecución BIM del proyecto. Esto aplica para cañerías y ductos, en este caso.
- Acotado entre ejes de elementos que componen la sub estructura de soporte.
- Integración de al menos uno o dos ejes, para facilitar la ubicación del shaft.
- Etiquetado de equipo al cual asiste o desde el cual viene, específicamente para climatización.
- Se grafica la estructura secundaria para soporte de ductos y otros. En este caso, perfilera de ángulos en fierro negro, que permitirán anclar los ductos. Esta estructura podrá ser presentada como geometría inicial por el coordinador geométrico de especialidades, información que deberá ser validada y diseñada por el proyectista de vulnerabilidad sísmica (VUS). En esta memoria se deberán incluir detalles de pletinas de anclajes y altura de ubicación de cada una de estas sub estructuras de soporte.
- Presentación de ubicación de escotillas o puertas de acceso, además de estructuras secundarias para recorrido, como gratings metálicos u otras plataformas.

1

### En corte

- Diferenciación de sistemas, mediante colores, en coherencia con plan de ejecución BIM del proyecto. Esto aplica para cañerías y ductos, en este caso.
- Integración de uno o dos ejes estructurales para ubicación en el proyecto
- Presentación de niveles (pueden ser NPT, NOG o NTN, dependiendo del caso) que permitan relacionar la situación dentro del shaft al resto del proyecto.
- Acotado de elementos horizontales al eje o nivel más cercano. También es recomendable acotar al fondo de losa para los elementos colgados cerca de losa.

2

### En vista isométrica:

- Diferenciación de sistemas, mediante colores, en coherencia con plan de ejecución BIM del proyecto. Esto aplica para cañerías y ductos, en este caso.
- Presentación de al menos 2 metros alrededor del shaft, para presentación de elementos de entrada o salida.
- Presentación de entidades relevantes del shaft: Válvulas de cañerías por piso, templadores corta fuego en ductos, etc.

3



## Contenidos en viñeta

La revisión de shaft tiene mucho que ver con la gráfica recomendada para pasillos. Los detalles:

- 1 Considerar la identificación por color y etiqueta de las especialidades y sus partes presentes en el entregable.
- 2 Identificar la gráfica de los elementos presentados en el shaft: templadores, sensores, luminarias de emergencia, challa de agua potable para lavado, etc.
- 3 Keyplan para identificar la posición de shaft respecto del proyecto total.
- 4 Nombre y/o numeración correspondiente del shaft.

### 6.3.2. Shaft inmobiliario tipo

El shaft inmobiliario es muy estandarizable. Sus contenidos y distribución interna presenta pocas variaciones y siempre deberá considerar el mínimo tamaño posible, considerando que resta superficie a áreas comercializables. Sin embargo, es clave considerarlos en posiciones favorables para el desarrollo de mantenimientos y reparaciones.



## Contenidos

El shaft inmobiliario tipo es relativamente estándar en cuanto a lo que contiene. En general, se considera lo siguiente:

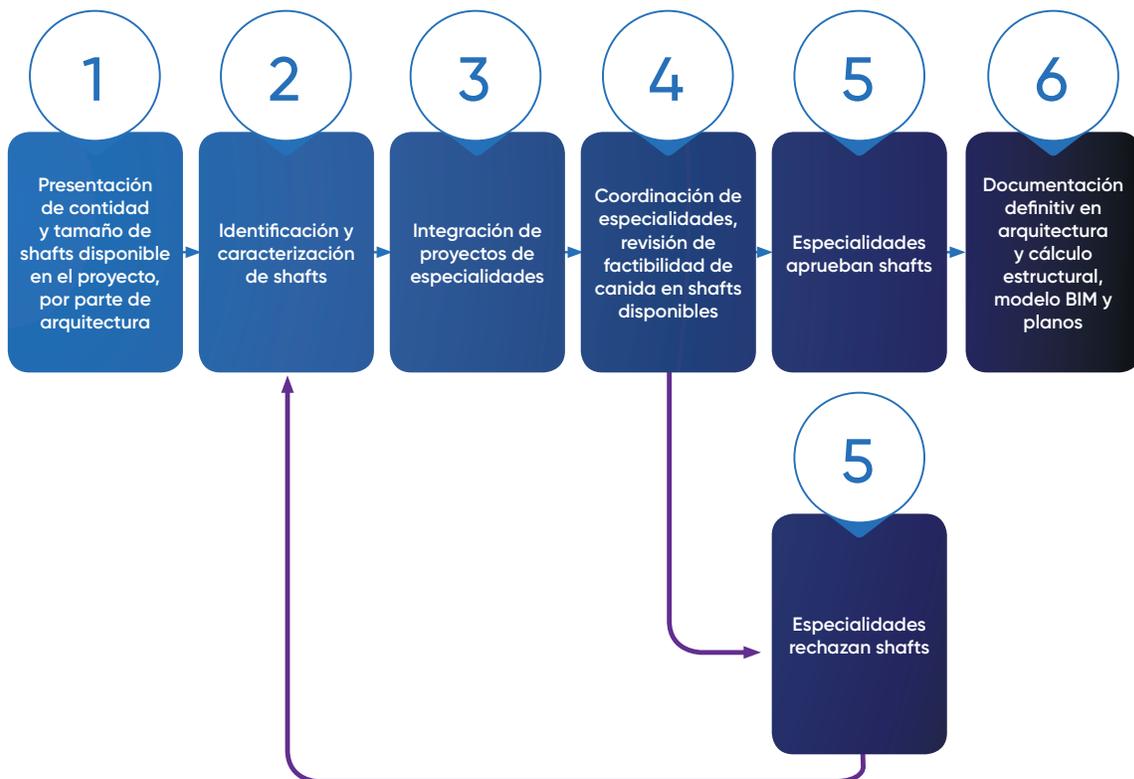
Algunas consideraciones para la definición del espacio del shaft:

- |  |  |
|--|--|
| <p>1 Descargas de alcantarillado, para baños y cocinas. Puede considerarse una descarga aparte para lavadoras</p>  | <p>1 Tanto para descargas como para descompresiones, se recomienda siempre considerar la pieza de registro, además de identificar los accesos al shaft.</p>  |
| <p>2 Descompresión o ventilación de las descargas. Esto es otra cañería de similares condiciones que la descarga principal, conectada mediante fittings tipo "ye" entre ellas.</p>   | <p>2 En general las cañerías de 110 cms de diámetro requieren una distancia de al menos 30 cms de eje a eje con la siguiente cañería vertical, en caso de estar conectadas (como es el caso de descarga y descompresión). Esta distancia es necesaria ya que las piezas de conexión o "ye" deben permitir conectarse entre ellas</p> |
| <p>3 Ductos de extracción, que pueden ser de campanas de cocina como de extracción de baños.</p>   | <p>3 La distribución de descargas de alcantarillado debe ser prioritaria, ya que es una especialidad que funciona gravitacionalmente. En este sentido, la conexión con el zócalo del baño es muy importante, por lo que ese espacio dentro del shaft debe estar asegurado.</p>   |
| <p>4 Existen variados tipos de terminales de extracción, que regularmente estarán en la pared misma del shaft, desde rejillas regulares hasta extractores eléctricos. En estos casos, es importante considerar una distancia mínima a la ducha de 60 centímetros, ya que el extractor es eléctrico (y además requiere un punto de alimentación eléctrica).</p> |  |
| <p>5 Se excluyen contenidos de electricidad y corrientes débiles, ya que es regular que estas especialidades se presenten en traslados verticales propios, acompañados de salas propias, piso a piso.</p>  |  |



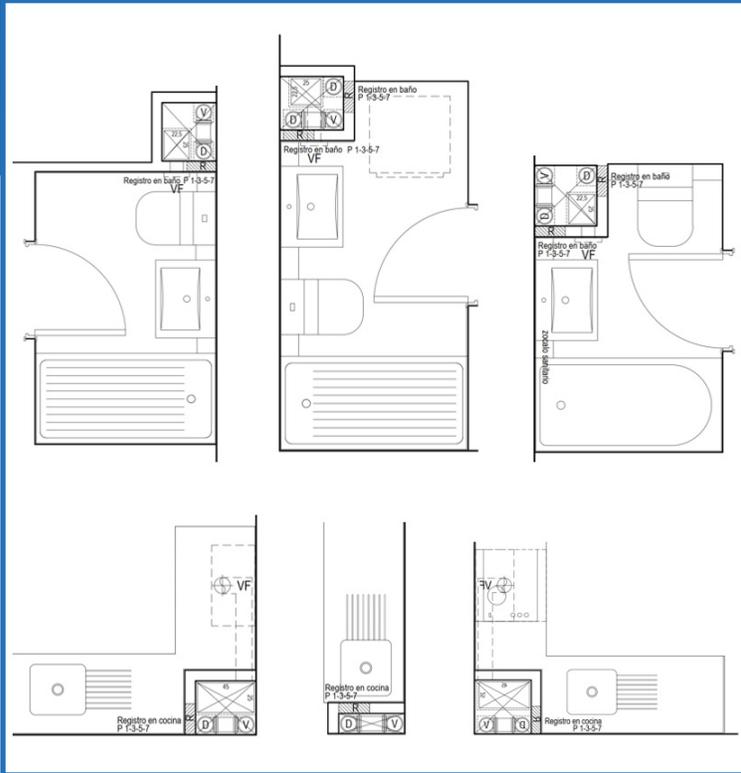
## Forma de uso

La principal forma de uso de este entregable tiene que ver con la coordinación entre MEP y Arquitectura, por lo que se utiliza en etapas tempranas del desarrollo del proyecto. Se podrá identificar de forma temprana la factibilidad de llevar trazados verticales por el shaft propuesto, permitiendo realizar cambios en el trazado de especialidades, si procede.



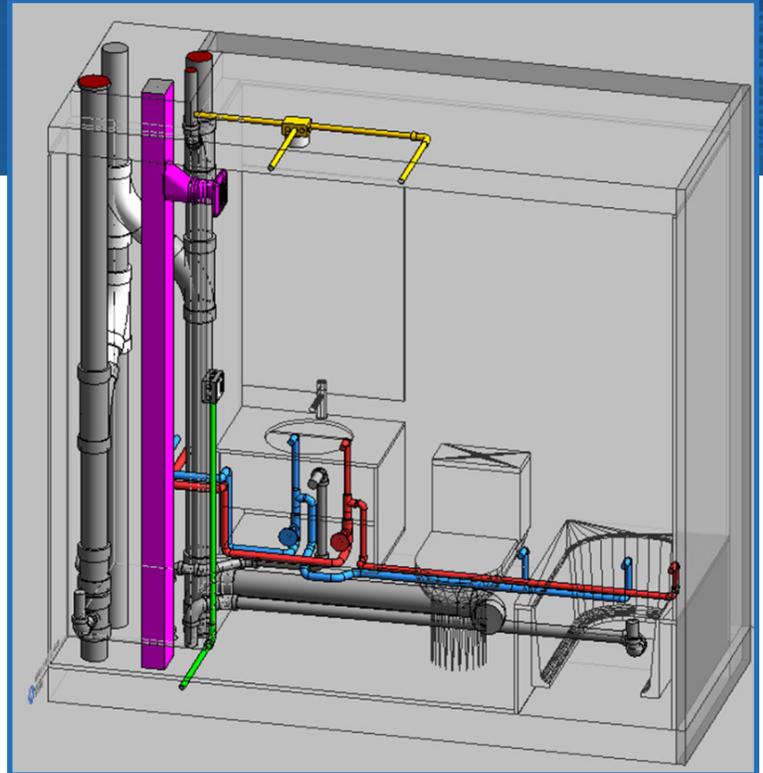
## 3

## Ejemplos



**GRÁFICA 43.** EL SHAFT INMOBILIARIO PUEDE TENER DIFERENTES FORMAS, PERO LOS REQUERIMIENTOS DE ESPACIO DE LAS ESPECIALIDADES CONTENIDAS NO VARÍAN, LO QUE ABRE UNA POSIBILIDAD DE ESTANDARIZACIÓN.

Fuente: Arquitecto Tomás González.



**GRÁFICA 44.** EN LA IMAGEN, SHAFT DETALLADO Y CONECTADO A ZÓCALO. CONVERGENCIA DE AGUA POTABLE FRÍA Y CALIENTE, ALCANTARILLADO, EXTRACCIÓN Y ELECTRICIDAD.

Fuente: Geister Consultores.



## Recomendaciones gráficas

Regularmente los shafts se presentan en láminas propias. Sus contenidos son los siguientes:

### En planta

- 1 · Diferenciación de sistemas, mediante colores, en coherencia con plan de ejecución BIM del proyecto. Esto aplica para cañerías y ductos, en este caso.
- Integración de al menos uno o dos ejes, para facilitar la ubicación del shaft.
- Etiquetado de equipo al cual asiste o desde el cual viene, específicamente para climatización.
- Presentación de tapas de registro.



## Contenidos en viñeta

La revisión de shaft tiene mucho que ver con la gráfica recomendada para pasillos. Los detalles:

- 1 Considerar la identificación por color y etiqueta de las especialidades y sus partes presentes en el entregable.
- 2 Identificar la gráfica de los elementos presentados en el shaft: templadores, sensores, luminarias de emergencia, challa de agua potable para lavado, etc.
- 3 Keyplan para identificar la posición de shaft respecto del proyecto total.
- 4 Nombre y/o numeración correspondiente del shaft.

## 6.4. PASADAS ESTRUCTURALES

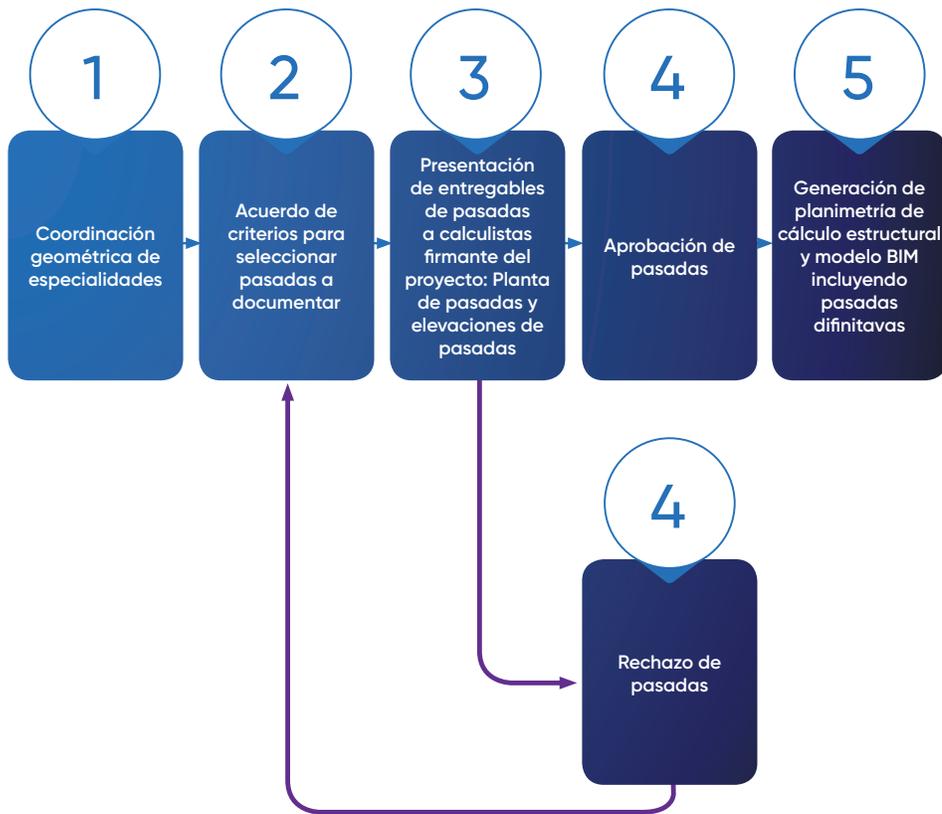
El proceso de coordinación y sus entregables buscará siempre optimizar los proyectos, tanto en relación a la lógica de sus trazados, así como también la simplificación de procesos constructivos. En este aspecto, la documentación de pasadas a través de elementos del cálculo estructural es un tema sensible y debe ser tratado con la mayor rigurosidad posible.

La gestión de información para documentación de pasadas es un proceso que requiere de la participación de varios integrantes del equipo, liderados por el coordinador (o equipo de coordinación) del proyecto. Ya que se busca identificar las pasadas en la condición más definitiva posible, es clave que los proyectos de especialidad y la coordinación geométrica de las mismas esté muy avanzada o terminada. En este punto de avance, el equipo de coordinación genera la detección y selección de pasadas existentes. En base a esta primera selección de pasadas, se deben proponer y acordar criterios para su documentación. Algunos ejemplos son:

- Todas las interferencias entre ductos y bandejas eléctricas versus losas deben ser identificadas y presentadas.
- No se aceptan pasadas de ningún tipo en pilares ni fundaciones.
- Todas las interferencias entre cañerías sobre 75mm de diámetro y losas deben ser presentadas. Se excluirán las pasadas con menor diámetro que el comentado, ya que no presentan relevancia a nivel de ejecución ni tampoco atentan contra la integridad estructural de las losas perforadas.
- En vigas, sólo se aceptarán dos pasadas circulares, siempre ubicadas en el tercio medio y centradas en la altura total de la viga. Las pasadas tendrán un diámetro de 160mm y se ubicarán a no menos de 20cms entre ellas, o respetando la distancia entre estribos.
- Las holguras para pasadas de cañerías será utilizando el siguiente diámetro mayor comercial y para ductos y bandejas de 5 cms por lado.

El proceso podrá tener rechazo de pasadas, por parte del calculista del proyecto. Esta situación es común frente a la identificación de posibilidades de optimización del ordenamiento de las especialidades. Casos comunes son la reducción de pasadas de alcantarillado en baños con gran cantidad de artefactos, implementando soluciones por zócalo, u ordenamiento en grupos para pasadas de ductos de climatización sobre pabellones.

El proceso de presentación de pasadas se puede resumir con el siguiente gráfico de flujo de información:



### 6.4.1. Planta de pasadas

Entregable para presentación de pasadas por losa, principalmente. En casos donde existan pocas pasadas por vigas o muros estructurales, también es factible incluir esta información.



## Contenidos

La planta de pasadas identifica los siguientes contenidos:

- 1 Pasadas de elementos verticales por losa.
- 2 Pasadas de elementos horizontales por muros y vigas, en casos donde la cantidad de pasadas es menor y no requiere elevaciones.
- 3 Información de los elementos en interferencia: Etiquetado del elemento MEP que requiere la pasada y del elemento estructural que contendrá la pasada.
- 4 Demarcación de la forma y tamaño de la pasada, previo acuerdo de criterios de holguras según entidad.

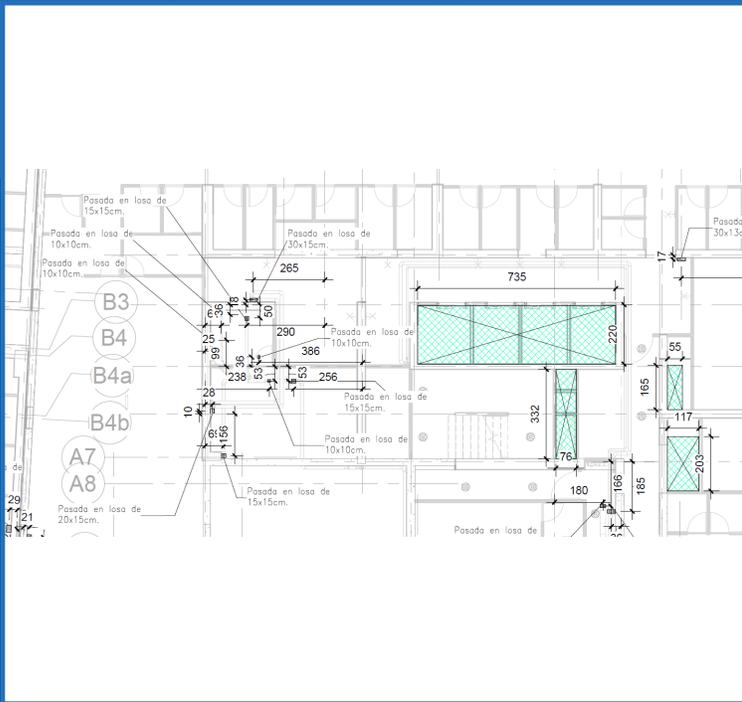


## Forma de uso

El entregable de planta de pasadas hace referencia a una versión de trabajo para presentación de pasadas por losa al calculista. Esta presentación es preliminar y busca ser la base inicial para la revisión y aprobación de pasadas por parte del calculista. Una vez que las pasadas están aprobadas, deberán ser integradas en las planimetrías definitivas del proyecto de cálculo estructural. Puede darse el caso de utilizar las plantas de pasadas como un legajo de planimetría complementaria al proyecto de cálculo estructural, siempre que se consideren notas aclaratorias en las viñetas de la planimetría de cálculo y las plantas de pasadas.

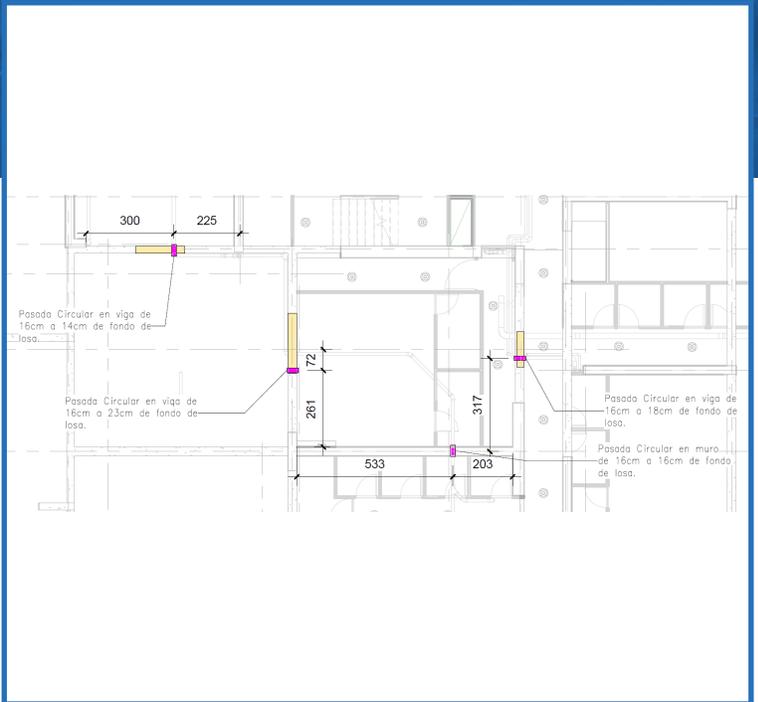
3

Ejemplos



**GRÁFICA 45.** EJEMPLO DE PLANTA DE PASADAS. SE IDENTIFICAN PASADAS INDIVIDUALES Y PASADAS PARA SHAFTS.

Fuente: Geister Consultores.



**GRÁFICA 46.** EJEMPLO DE PLANTA DE PASADAS PARA VIGAS Y MUROS.

Fuente: Geister Consultores.

4

## Recomendaciones gráficas

Las recomendaciones gráficas son las siguientes:

1

Presentación de todos los elementos que perforan losas, según criterio pre acordado entre los participantes del proyecto y el equipo de coordinación.

2

Integración de etiquetas para elementos MEP que incluya información de la especialidad a la que pertenece y tamaño o diámetro del elemento. La información de la especialidad podrá ser una diferenciación por colores según PEB, o tipos de línea para impresión en blanco y negro.

3

En casos de pocas pasadas por elementos verticales como muros o vigas, se podrá integrar información gráfica que represente en planta a estas pasadas, considerando etiquetar el tamaño de la pasada y su altura a un punto de referencia identificado.

4

Acotado del tamaño de la pasada y de su distancia en X e Y a los ejes o elementos estructurales más cercanos.

5

## Contenidos en viñeta

1

Explicación del funcionamiento para las medidas de las pasadas: En casos de pasadas para cañerías, hay que aclarar que se ha identificado el diámetro de la cañería y que la pasada se deberá realizar con el siguiente diámetro mayor comercial disponible. Por ejemplo, para cañerías de 110mm se deberán considerar pasadas con 160mm. Si, por el contrario, se han documentado pasadas en su tamaño requerido, también debe dejarse claro. Mismo caso con las holguras acordadas previamente para pasadas de bandejas eléctricas y ductos de climatización.

2

Notas para presentación de criterios acordados previamente.

3

Nota para explicación de funcionamiento de la lámina de pasadas, en caso de considerar estos entregables para uso complementario a la planimetría de la especialidad de cálculo estructural.

## 6.4.2. Elevaciones de pasadas

Las elevaciones de pasadas son entregables similares a las plantas de pasadas, y apuntan a la presentación de pasadas complejas o en muros con más de una pasada. Se presentan como complemento a las plantas, cuando se haga necesario.



### Contenidos

Las elevaciones de pasadas, muy similar a las plantas de pasadas, considerarán los siguientes contenidos:

- 1 Pasadas de elementos horizontales por muros y vigas.
- 2 Información de los elementos en interferencia: Etiquetado del elemento MEP que requiere la pasada y del elemento estructural que contendrá la pasada.
- 3 Demarcación de la forma y tamaño de la pasada, previo acuerdo de criterios de holguras según entidad.
- 4 Identificación de niveles de obra gruesa (NOG).
- 5 Al menos dos ejes cercanos



## Forma de uso

1

Es muy común presentar estos entregables en muros perimetrales del primer subterráneo, considerando las acometidas de electricidad, corrientes débiles, alcantarillado, agua potable, salidas de aguas lluvias, etc.

2

La revisión de pasadas en muros perimetrales del primer subterráneo (y eventualmente en pisos inferiores, si procede) debe considerar la presencia de pilas de entibación y solcalzado, en una coordinación previa.

3

El entregable de elevaciones de pasadas hace referencia a una versión de trabajo para presentación de pasadas por muros y vigas al calculista. Esta presentación es preliminar y busca ser la base inicial para la revisión y aprobación de pasadas por parte del calculista. Una vez que las pasadas están aprobadas, deberán ser integradas en las planimetrías definitivas del proyecto de cálculo estructural. Puede darse el caso de utilizar las elevaciones de pasadas como un legajo de planimetría complementaria al proyecto de cálculo estructural, siempre que se consideren notas aclaratorias en las viñetas de la planimetría de cálculo y las elevaciones de pasadas.

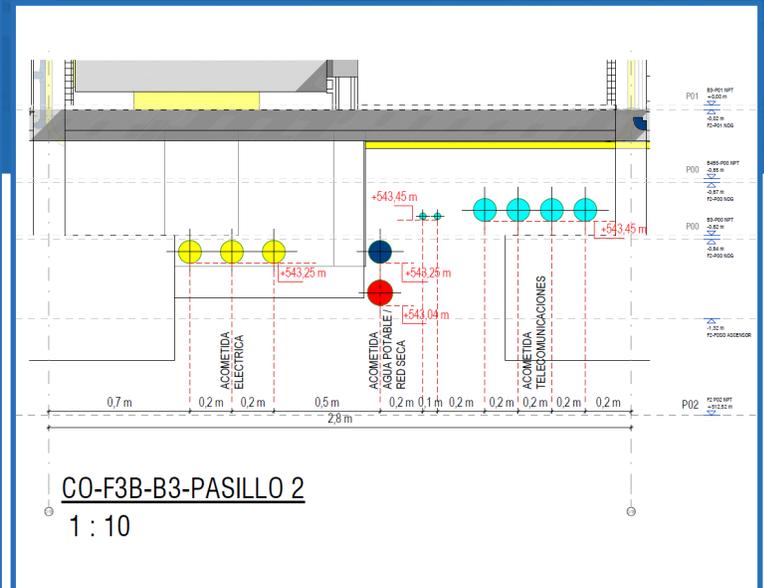
3

Ejemplos



**GRÁFICA 47.** VISTA DE LÁMINA DE PRESENTACIÓN DE ELEVACIONES DE VIGAS PARA PASADAS DE ACOMETIDAS DE ESPECIALIDADES.

Fuente: Geister Consultores.



**GRÁFICA 48.** PRESENTACIÓN EN PLANTA DE TRES ALTURAS DE INSTALACIÓN DE CONDUITS Y CAÑERÍAS.

Fuente: Geister Consultores.

4

## Recomendaciones gráficas

Las recomendaciones gráficas son las siguientes:

1

Presentación de todos los elementos que perforan muros y vigas, según criterio pre acordado entre los participantes del proyecto y el equipo de coordinación.

2

Integración de etiquetas para elementos MEP que incluya información de la especialidad a la que pertenece y tamaño o diámetro del elemento. La información de la especialidad podrá ser una diferenciación por colores según PEB, o tipos de línea para impresión en blanco y negro.

3

Acotado del tamaño de la pasada y de su distancia en X e Y a los ejes o elementos estructurales más cercanos.

4

Presentación de niveles de obra gruesa (NOG) en la elevación.

5

## Contenidos en viñeta

1

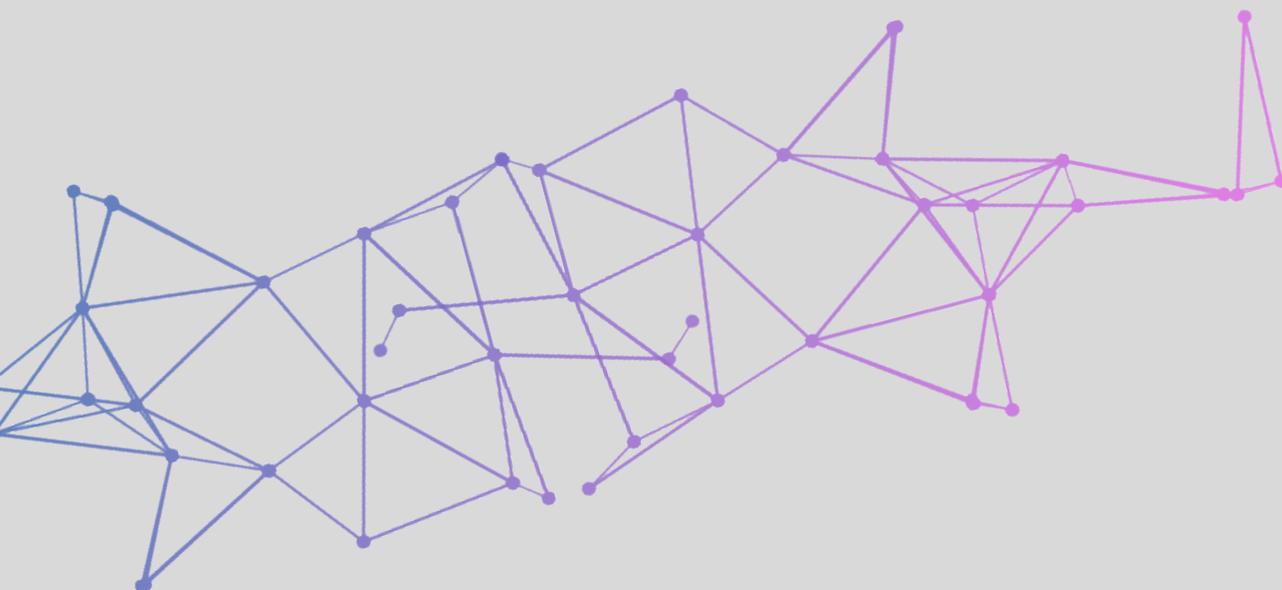
Explicación del funcionamiento para las medidas de las pasadas: En casos de pasadas para cañerías, hay que aclarar que se ha identificado el diámetro de la cañería y que la pasada se deberá realizar con el siguiente diámetro mayor comercial disponible. Por ejemplo, para cañerías de 110mm se deberán considerar pasadas con 160mm. Si, por el contrario, se han documentado pasadas en su tamaño requerido, también debe dejarse claro. Mismo caso con las holguras acordadas previamente para pasadas de bandejas eléctricas y ductos de climatización.

2

Notas para presentación de criterios acordados previamente.

3

Nota para explicación de funcionamiento de la lámina de pasadas, en caso de considerar estos entregables para uso complementario a la planimetría de la especialidad de cálculo estructural.



HERRAMIENTAS DE BASE  
TÉCNOLÓGICA, COMO EL  
ANÁLISIS DE INTERFERENCIAS  
MEDIANTE EL USO DE MODELOS  
BIM, ES UNA PRÁCTICA HABITUAL.



# ANÁLISIS DE INTERFERENCIAS

Herramientas de base tecnológica, como el análisis de interferencias mediante el uso de modelos BIM, es una práctica habitual. El análisis de interferencias se documenta a través de listados ordenados que contienen información de referencia de cada una de las interferencias detectadas. Si bien este documento en sí mismo puede ser un entregable, se recomienda más bien utilizarlo como una referencia dentro de un proceso más complejo de detección, análisis, identificación, caracterización y solución de interferencias. Este proceso debe ser iniciado y guiado por el equipo de coordinación, y debe presentarse de forma ordenada.

## 7.1. DETECCIÓN AUTOMÁTICA

La detección automática requiere establecer prioridades. Las herramientas para realizar detecciones automáticas nos permiten realizar pruebas de "todo contra todo", práctica que garantizará que la gran mayoría de las interferencias detectadas no son reales y/o no son necesarias de coordinar. Por ende, pasa a ser necesario que se programen criterios, que pueden ser pensados como filtros o en algunos casos ordenados como "matrices" de coordinación, en las que estén incorporadas en las reglas de detección.

Dicho lo anterior, es muy importante identificar el estado de avance del proyecto, ya que su maduración podrá ofrecer resultados diversos. Realizar detecciones automáticas al inicio del proyecto, puede entregar resultados bajos si las especialidades no han sido totalmente modeladas. El escenario es completamente distinto si la detección se desarrolla con especialidades completas, pero sin coordinación, entregando cantidades inmanejables de interferencias. Para ambos ejemplos, se recomienda definir previamente la función de la detección, previamente. En el caso de implementarla regularmente durante el ciclo de vida del proyecto, se podrán tomar sus resultados de forma cuantitativa y de representación netamente numérica del estado de avance de la coordinación. En el caso de implementarla para coordinar, se recomienda aplicar matrices ordenadas y con una selección de pruebas, una vez que la coordinación geométrica general ya tenga avances demostrados.

Es muy relevante considerar una revisión visual de cada sector del proyecto, piso a piso, para complementar la revisión automática. Idealmente, la coordinación debe iniciar con la selección de áreas complejas, labor que regularmente se realiza de forma visual. Resolver los conflictos que “saltan a la vista” inicialmente, permitirá obtener resultados automáticos más controlados y más orientados a permitir ordenarlos y conducirlos a acciones para solucionarlos.

Se podría establecer como criterio, por ende, que el ideal sería el equilibrio adecuado entre la revisión automática y la revisión visual, donde la efectividad de este equilibrio va a depender de la calidad de la programación de reglas, que pueden variar según el tipo o etapa del proyecto en revisión.

La detección automática tiene riesgos. Sin la aplicación de inteligencia detrás de la selección y jerarquización de criterios para aplicar una detección de interferencias automática, podemos obtener muchos falsos positivos, o información muy abultada que no conducirá a acciones concretas por parte de los autores. Por ejemplo, realizar una detección entre todas las cañerías del proyecto de agua potable y las losas de la estructura. Entendiendo que en casos donde hay cañerías embebidas en losa, los resultados pueden entregar una cantidad masiva de interferencias que, finalmente no tienen relevancia. En este caso, se recomienda seleccionar previamente un sector específico (los pasillos versus conduits en proyectos de vivienda en altura) o un rango de diámetros para cañerías (sobre 25mm de diámetro permitiría dejar fuera cañerías PEX de calefacción, por ejemplo).

Es muy común contar con requerimientos de detección (o “mapeo”) de interferencias en SDI o términos de referencia de proyectos públicos y privados, ya que al resultado de estos procesos se asocia la calidad de la coordinación de especialidades aplicada. Por lo mismo, es un proceso delicado y debe ser manejado con cautela, ya que una detección automática sin los criterios aplicados adecuadamente puede entregar una imagen errónea del avance de la coordinación o calidad de los modelos.

Como se mencionaba anteriormente, la detección automática tiene riesgos, sin embargo, también tiene virtudes que no pueden dejar de ser evaluadas. La experiencia indica que un equilibrio entre detección automática y manual son clave.

### 7.1.1. Desafíos con la detección automática

- 1 Exceso de confianza en un resultado.
- 2 Volumen excesivo de resultados, dependiendo de las reglas.
- 3 Poca conducencia a acción. Presentar una cantidad de interferencias sin una interpretación, agrupación o jerarquización de estas en el proceso, produce estancamiento y poco impacto en el proceso de diseño y coordinación.

### 7.1.2. Oportunidades con la detección automática

- 1 Rigurosidad y velocidad.
- 2 Permitirá una visión general del estado de avance de la coordinación, en caso de interpretar correctamente sus resultados. En la interpretación de las cifras, hay grandes oportunidades.

		EST		AIS		ARQ				ARQ		APO	ATR	ALC	ALL	GCL	PCI	ELE	CEC	COR	CLI						
		VIGAS	COLUMNAS	MURO ESTRUCTURAL	LOSAS	AISLADORES	CIELOS	PUERTAS	VENTANAS	MUROS CORTINA	TABIQUERÍA	ARTEFACTOS	MOBILIARIO	EQUIPAMIENTO	CAÑERÍAS	CAÑERÍAS	CAÑERÍAS	CAÑERÍAS	CAÑERÍAS	CAÑERÍAS	BANDEJAS	BANDEJAS	CAÑERÍAS	DUCTOS	CAÑERÍAS		
EST	VIGAS	N/A																								0	
	COLUMNAS	N/A	N/A																								0
	MURO ESTRUCTURAL	N/A	N/A	N/A																							0
AIS	LOSAS	N/A	N/A	N/A	N/A																						0
	AISLADORES	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A																					0
ARQ	CIELOS	50	295	52	5	N/A	N/A																				402
	PUERTAS	17	1	8	N/A	N/A	N/A	N/A																			26
	VENTANAS	32	0	1	N/A	N/A	60	1	N/A																		94
	MUROS CORTINA	295	57	36	393	N/A	68	13	0	0																	905
	TABIQUERÍA	N/A	661	204	N/A	N/A	1864	7	0	31	121																2888
	ARTEFACTOS	228	0	1	97	N/A	N/A	1	0	0	96	24															447
EQP	MOBILIARIO	0	8	0	0	N/A	N/A	26	4	0	210	39	492													779	
	EQUIPAMIENTO	6	0	14	N/A	N/A	N/A	3	0	0	193	3	469	467													1155
APO	CAÑERÍAS	48	14	37	37	0	404	12	3	0	N/A	N/A	N/A	0													555
ATR	CAÑERÍAS	1	0		4	1	7	0	1	0	N/A	N/A	0	0													14
ALC	CAÑERÍAS	262	12	71	25	242	318	3	3	9	N/A	N/A	25	13													983
ALL	CAÑERÍAS	47	4	23	N/A	0	217	0	0	7	N/A	0	26	11													335
GCL	CAÑERÍAS	0	0	8	25	34	6	2	0	0	N/A	N/A	21	0													96
PCI	CAÑERÍAS	1568	2	62	348	50	188	0	1	12	N/A	N/A	0	0													2231
ELE	BANDEJAS	10	14	0	43	31	20	0	0	111	N/A	N/A	0	0													229
CEC	BANDEJAS	14	0	1	14	32	36	0	0	2	N/A	N/A	0	0													99
COR	CAÑERÍAS	1	0	0	21	0	49	0	0	0	N/A	N/A	0	0									0				71
CLI	DUCTOS	130	7	19	157	58	736	4	0	44	N/A	N/A	1	54											904	2114	
	CAÑERÍAS	12	0	25	85	26	63	0	2	9	N/A	N/A	15	1											549	0	787
		2720	1075	562	1254		4036	72	14	269	620	66	1049	546	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14210

GRÁFICA 49. MATRIZ DE INTERFERENCIAS EN DESARROLLO.

Fuente: Geister Consultores.

Ejemplo de matriz simple de detección de interferencias, en desarrollo. El cruce entre especialidades de manera ordenada y automática entrega cifras, pero la interpretación de éstas es la clave para conducir a una lista de acciones:

0	<b>CONCLUSIONES A NIVEL GENERAL</b>
0	
0	Existen varios cielos que están chocando levemente con columnas y muros, es solo tema de modelación no configura problema real en obra
0	
0	
402	
26	Existen varios mobiliario chocando con los mismos mobiliario o equipamiento, se considera que esta en proceso por orden en arquitectura
94	
905	La fachada choca con losas y muros cortina, revisar modelación si influye en el diseño de la fachada
2888	El mismo caso que los muros estructurales los tabiques chocan porque no se ha cortado el cielo
447	
779	
1155	404 Cañerías de agua potable chocan con los cielos, considerar cielos que van de eje de muro a eje de muro para filtrar
555	
14	
983	Se deben solucionar choques con vigas, columnas y muros estructurales, no se consideran choques con losa porque todo el trazado baja por losa
335	Existen 262 choques con viga que debe solucionarse para ver la altura real de los trazados
96	Existen cajas de válvulas den las estaciones de enfermería que no han sido coordinadas con arquitectura
2231	Existen múltiples choques con viga producto del estrato de las cañerías y la pasada
229	Existen choques con muros cortina en el sector de COSAM
99	Existen bajos choques comparado con otras especialidades
71	Los choques con cielos producto de la verticalidad del trazado
2114	Existe una alta cantidad de choques con cielos a resolver
787	Existe una baja cantidad de choques comparado con ductos
14210	

**GRÁFICA 50.** TABLA PRELIMINAR DE CONCLUSIONES RESPECTO DE LOS RESULTADOS DE TESTS DE LA MATRIZ DE INTERFERENCIAS. SE BUSCA ACLARAR LAS ACCIONES A IMPLEMENTAR.

Fuente: Geister Consultores.

## 7.2. CRITERIOS DE ANÁLISIS

Ya revisada la importancia de implementar criterios para el desarrollo de procesos de detección y análisis de interferencias, se recomienda revisar en conjunto con los gestores y autores del proyecto, los criterios para llevar a cabo estas labores. A continuación, se mencionan los mínimos que deben ser discutidos y acordados:



### Metodología

La metodología para llevar el proceso debe considerar la identificación de responsables, la plataforma tecnológica que permitirá la comunicación entre ellos y permitirá albergar sus resultados.



### Software

Entendiendo que estos procesos se basan en la automatización de labores, es clave acordar previamente el o los softwares asociados al proceso general de análisis de interferencias.



### Jerarquías

Finalmente, el entendimiento de lo urgente y relevante versus lo que no lo es o será para el proyecto, es lo que define la línea de trabajo general de este proceso.

## 7.3. EJEMPLO DE ORDENAMIENTO DE PRUEBAS PARA DETECCIÓN AUTOMÁTICA

En el siguiente ejemplo, se realizó una selección de pruebas en base al estado de avance del proyecto, el cual constaba de una coordinación realizada con varias iteraciones y actualizaciones ya coordinadas entre Arquitectura y Especialidades, por lo que el fuerte trataba de la revisión de interferencias de Especialidades con Cálculo Estructural, dada la cercanía con la fecha de inicio de las obras de construcción. El ejemplo trata de un hospital de 95.000 m<sup>2</sup> en la zona centro sur de Chile.

### 7.3.1. Definición de metodología

La metodología apunta principalmente a la detección, clasificación y solución de interferencias de Especialidades y de Arquitectura con Cálculo estructural. Luego, la detección y clasificación de interferencias entre Especialidades.

Para este ejemplo, será utilizado el software Navisworks. En cada entrega de avance de detección de interferencias se agrega un archivo Navisworks en formato NWD con los sets de búsqueda para cada modelo anidado dentro del archivo de coordinación, con el fin de poder realizar detecciones de interferencias de forma automatizada con las actualizaciones de cada modelo.

Los sets de búsqueda serán realizados por especialidad, nivel de referencia y tipo de elemento, quedando de la siguiente forma (nombres y códigos se han integrado sólo a modo de ejemplo):

#### 02-CAL (código modelo)

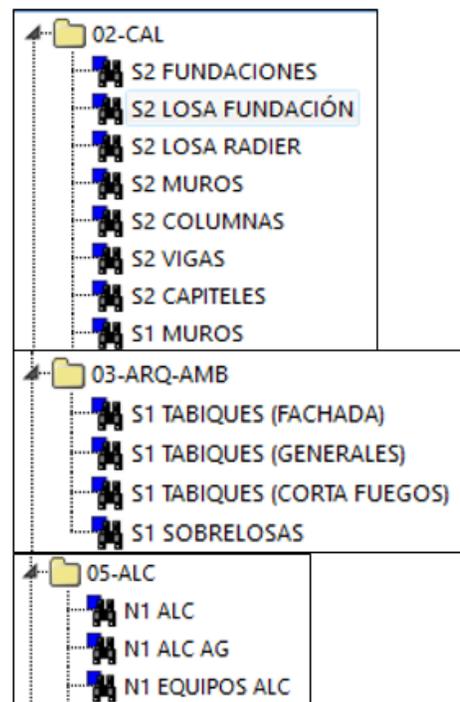
- Nivel NX
  - Fundaciones
  - Losas
  - Columnas
  - Vigas

#### 03-ARQ-CLI

- Nivel NX
  - Tabiques (fachada)
  - Sobrelosas
  - Tabiques (generales)
  - Tabiques corta fuego

#### 0X-ESP

- Nivel NX
  - Elemento (ductos, cañerías, bandejas)
  - Equipos (bombas, chillers, cámaras, etc)



**GRÁFICA 51.** PRESENTACIÓN PRELIMINAR DE GRUPOS DE ENTIDADES SELECCIONADOS POR SU RELEVANCIA EN EL PROGRAMA DE EJECUCIÓN, O POR SU COSTO.

Fuente: Geister Consultores.

La identificación de estos sets de búsqueda básicos permitirá realizar una “mantención” de los resultados de las detecciones de interferencias. Es clave entender que las conclusiones de los resultados numéricos es realmente el resultado buscado. Estos resultados deben ser medidos y actualizados constantemente, en paralelo al avance del diseño y la coordinación.

### 7.3.2. Primera Jerarquía: Estructuras

El desarrollo de la detección de interferencias N°1 busca revisar en primera instancia las posibles interferencias a considerar en la obra gruesa, además de las posibles incongruencias de la estructura con Arquitectura. Esta prioridad ha sido definida considerando los procesos de ejecución de obra, sobre los cuales la estructura es lo primero a ser ejecutado. Es regular que las interferencias con estructura generen retrasos y deficiencia en la calidad de las soluciones, por lo que se enfatiza que esta primera detección tenga una orientación constructiva, dirigida a resolver problemas reales y específicos de la siguiente etapa, de obra.

La revisión de Estructuras de la primera jerarquía presenta tres partes, definidas de la siguiente forma:

1

#### Mapeo 1A

Estructuras versus  
Arquitectura

2

#### Mapeo 1B

Estructuras versus  
Instalaciones de  
mayor relevancia

3

#### Mapeo 1C

Estructuras versus  
Instalaciones de  
menor relevancia

LISTADO GENERAL		LISTADO DE DETECCIONES Y DETALLE			
<b>2. EST VS</b>		<b>1. ARQ</b>	<b>MAPEO 1A</b>		<b>DETALLE</b>
		<b>3. ENE</b>	2. EST VS	1. FAC   TABIQUES DE FACHADAS	VERSUS LOSAS EST
		<b>7. ELE</b>		1. ARQ   TABIQUERÍA INTERIOR	VERSUS TODO EST
		<b>8. CEC</b>		1. ARQ   SOBRELASAS	VERSUS LOSAS EST
		<b>10. CLI</b>		1. ARQCLI   ESCALERA	VERSUS LOSAS EST
		<b>11. APS</b>		1. ARQ   ASCENSORES	VERSUS LOSAS EST
		<b>13.COM</b>		1. FAC   ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	VERSUS LOSAS EST
		<b>18. GCL</b>		15. PAV   PAVIMENTACIÓN EXTERIOR	VERSUS FUNDACIONES
		<b>19. SEG</b>	<b>MAPEO 1B</b>		<b>DETALLE</b>
		<b>20. TRV</b>	2. EST VS	10. CLI   CLIMA	MATRICES VERSUS TODO EST
		<b>22. COR</b>		24. ALC   ALCANTARILLADO	MATRICES VERSUS TODO EST
		<b>23. INS</b>		25. ALL   AGUAS LLUVIAS	MATRICES VERSUS TODO EST
		<b>24. ALC</b>		11. APS   AGUA POTABLE	MATRICES VERSUS TODO EST
		<b>25. ALL</b>		7. ELE   ELÉCTRICO	TODO
		<b>26.3. BIO</b>		26.7. EQP   EQUIPAMIENTO MÉDICO	TODO
		<b>26.5. LFA</b>		8. CEC   CABLEADO ESTRUCTURADO	TODO
		<b>26.6. DAT</b>		10. CLI   GEOTERMIA	VERSUS FUNDACIONES
		<b>26.7. EQP</b>	<b>MAPEO 1C</b>		<b>DETALLE</b>
		<b>26.8. ATR</b>	2. EST VS	22. COR   CORREO NEUMÁTICO	VERSUS TODO EST
		<b>26.10. PTR</b>		26.10. PTR   RX	VERSUS TODO EST
		<b>26.11. PSJ</b>		18. GCL   GASES CLÍNICOS	VERSUS TODO EST
		<b>26.12. VIB</b>		19. SEG   EXTINCIÓN	VERSUS TODO EST
				13. COM   GAS COMBUSTIBLE	VERSUS TODO EST
				16.12. VIB   CONTROL DE VIBRACIONES	BASES DE INERCIA VERSUS TODO EST
				26.11. PSJ   RIEGO	VERSUS MUROS Y FUNDACIONES EST
				10. CLI   CLIMA	VENTILACIÓN EQP VERUSU TODO EST
			26.6. DAT   DATACENTER	TODO	
			26.5. LFA   LIMPIEZA DE FACHADAS	TODO	
			10. CLI   CLIMA	ÁREAS BIOLIMPIAS VERSUS TODO EST	
			26.8. ATR   AGUAS TRATADAS	TODO	
			26.11. PSJ   PAISAJISMO	VERSUS FUNDACIONES Y LOSAS EST	

**GRÁFICA 52.** LISTADO DE ESPECIALIDADES Y "MAPEOS" REALIZADOS PARA UN HOSPITAL. SE REALIZA SELECCIÓN Y ORDEN JERARQUIZADO DE LAS DETECCIONES.

Fuente: Elaboración Propia.



## Mapeo 1A Estructuras versus Arquitectura

La revisión de congruencia entre estructura y Arquitectura se asegura y corrobora mediante ciertas detecciones de interferencias a desarrollar. El enfoque de estos tests tiene que ver con sectores del proyecto donde es regular encontrar diferencias, como en shafts y bordes de losa versus fachadas:

1

### Estructuras vs Arquitectura

- Detección visual de coherencia de NPT y NOG.
- Detección visual de revisión de losas estructurales vs sobrelosas.
- Coherencia de Shafts.
- Vigas vs tabiques cortafuegos
- Muros estructurales vs tabiques
- Losa estructural vs cubiertas verdes

2

### Estructura vs Arquitectura (envolvente)

- Losas estructurales vs terminaciones interiores (muros) de fachadas
- Losas estructurales vs terminaciones exteriores (muros cortina) de fachada
- Vigas perimetrales vs muros y muros cortina de fachadas

3

### Estructura vs Arquitectura (mobiliario ambulatorio, clínico y hospitalización)

- Mobiliario (equipamiento médico) vs pilares. En otro tipo de proyectos este equipamiento puede ser mobiliario empotrado, o equipos técnicos que presenten anclajes a muro o losa, etc.
- Mobiliario (equipamiento médico) vs vigas
- Mobiliario (equipamiento médico) vs muros estructurales

4

### Estructura vs Arquitectura (obras exteriores)

- Fundaciones vs losas pavimentación
- Muros estructurales vs pavimentación
- Losas estructurales vs pavimentación

# 2



## Mapeo 1B Estructuras versus Instalaciones de mayor relevancia

Con el fin de detectar anticipadamente las interferencias que puedan requerir cambios en diseño de Arquitectura, se realiza el siguiente listado de detecciones propuesto:



**GRÁFICA 53.** PRESENTACIÓN INICIAL DE TESTS A REALIZAR ENTRE ENTIDADES MEP Y ENTIDADES DE CÁLCULO ESTRUCTURAL. SE PRESENTA LA SELECCIÓN DE PRUEBAS EN BASE A EXPERIENCIA DE PROBLEMAS REALES DE OBRA. Fuente: Geister Consultores.

De esta forma, por ejemplo, la detección de pasadas por losa del proyecto sanitario puede permitir presentar al ingeniero calculista todas las pasadas de alcantarillado de 110mm, que por cercanía o cantidad puedan afectar la integridad estructural de la misma y posteriormente requiera un cambio en la estrategia sanitaria, a soluciones por zócalo, que afectarán al diseño de SSHH y distribución de artefactos. A modo de filtrar la cantidad de interferencias se realizaron test de detección priorizando situaciones puntuales que pudieran incidir o modificar el desarrollo de arquitectura y calculo en su avance programado. El detalle de las detecciones anteriormente descritas es el siguiente:

Este listado de detecciones presentará las siguientes condiciones:

- 1 Se realizará sobre modelos con un 100% de avance en su modelación.
- 2 La resolución de conflictos se desarrollará de la misma manera en que se ha abordado la detección: jerarquizando inicialmente las detecciones más importantes, que serán seleccionadas con anticipación en conjunto con el equipo de obra. En cada revisión con el equipo de diseño y obra, en el software seleccionado, se podrán seleccionar las interferencias más importantes y diferenciar mediante comentario o asignación. De esta manera se podrá comprometer un listado específico de correcciones, a medida que la coordinación avance.

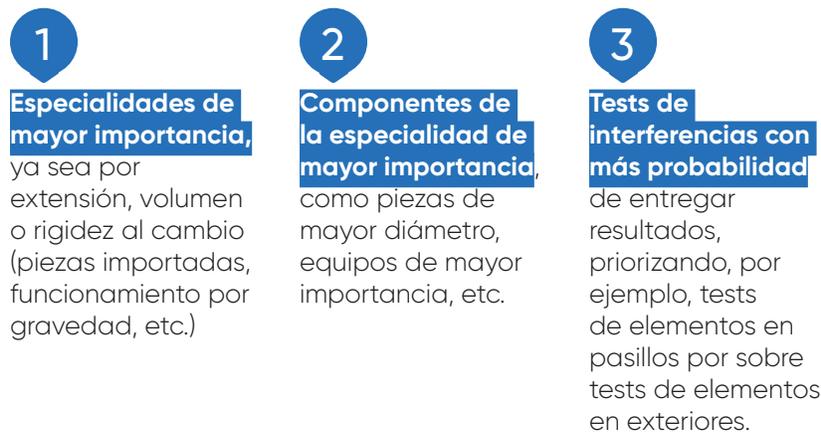


## **Mapeo 1C Estructuras versus Instalaciones de menor relevancia**

Finalmente, se realiza una detección entre Estructuras e Instalaciones que presentarán una mejor disponibilidad frente a la modificación o ajuste, en caso de interferir con obra gruesa. En general estas interferencias se levantan para identificar sectores con cantidades inusuales y corregir la ubicación de trazados generales. En casos donde las interferencias no son solucionables, como resultados automáticos de interferencias entre cañerías embebidas en elementos estructurales (que constituirían falsos positivos), se podrá realizar el levantamiento de incidencias sólo con el fin de mantener vigente la advertencia, para posteriormente aportar al proceso de ejecución.

### 7.3.3. Segunda Jerarquía: Instalaciones

En esta segunda jerarquía, se busca profundizar en la coordinación de especialidades. Considerando que regularmente las detecciones de interferencias entre especialidades se desarrollan integrando a las especialidades completas, es que se propone un sistema jerarquizado de detecciones, priorizando de la siguiente forma:



La detección de interferencias entre especialidades debe tener como principal prioridad el poder asegurar la constructibilidad del proyecto. El desarrollo de este punto requiere la diferenciación de elementos en áreas que tienen más confluencia de especialidades, como son los pasillos. En estas áreas también existen especialidades con más requerimientos e importancia que otras, debido a los tres puntos antes mencionados. De esta manera, la distribución jerárquica de especialidades es la siguiente:



**GRÁFICA 54.** PROPUESTA DE JERARQUÍA PARA DESARROLLO DE TEST DE INTERFERENCIAS PARA UN HOSPITAL.

Fuente: Geister Consultores



Esta información se cruza dentro de la matriz de detección de interferencias, o “matriz Clash”, obteniendo el siguiente resultado:

MATRIZ DE DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS  
HBU

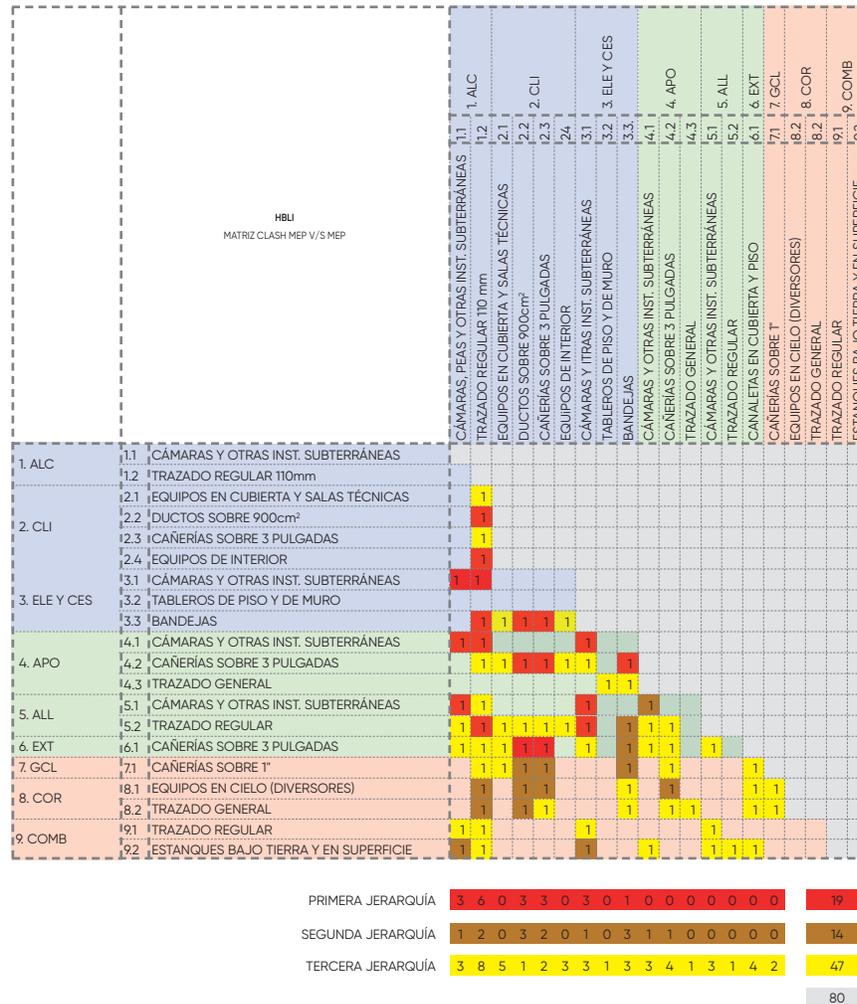
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>1</b>	<b>ALC</b>	<b>CU</b>	<b>ELE Y CES</b>	<b>APO</b>	<b>ALL</b>	<b>EXT</b>	<b>GCL</b>	<b>COR</b>	<b>COMB</b>
11	CÁMARAS Y OTRAS INST. SUBTERRÁNEAS								
12	D 110mm								
13	TRAZADO REGULAR								
21	DUCTOS INYECCIÓN SOBRE 900cm²								
22	EQUIPOS EN CUBIERTA Y SALAS TÉCNICAS								
23	DUCTOS EXT. Y RET. SOBRE 900cm²								
24	DUCTOS INYECCIÓN BAJO 900cm²								
25	DUCTOS EXT. Y RET. BAJO 900cm²								
26	TERMINALES EN CIELO								
27	CAÑERÍAS SOBRE 3 PULGADAS								
28	CAÑERÍAS BAJO 3 PULGADAS								
29	EQUIPOS DE INTERIOR								
31	CÁMARAS Y OTRAS INST. SUBTERRÁNEAS								
32	TABLEROS DE PISO								
33	TABLEROS DE MURO								
34	BANDEJAS								
35	ENCHUFES								
36	DUCTOS INYECCIÓN SOBRE 900cm²								
41	CÁMARAS Y OTRAS INST. SUBTERRÁNEAS								
42	CAÑERÍAS SOBRE 3 PULGADAS								
43	CAÑERÍAS BAJO 3 PULGADAS								
44	BOMBAS HIDRÁULICAS								
45	TRAZADOS DENTRO DE ESTANQUES								
46	TRAZADO GENERAL								
51	CÁMARAS Y OTRAS INST. SUBTERRÁNEAS								
52	Dº SOBRE 16cm								
53	TRAZADO REGULAR								
54	CANALETAS EN CUBIERTA Y PISO								
61	CAÑERÍAS SOBRE 3 PULGADAS								
62	EXTRACCIÓN DE HUMOS DE GRUPO ELECT.								
63	ESTANQUES BAJO TIERRA Y EN SUPERFICIE								
64	GRUPO ELECTRÓGENO								
65	EXTRACCIÓN DE HUMOS DE GRUPO ELECT.								
66	ESTANQUES BAJO TIERRA Y EN SUPERFICIE								
71	CABECERAS PORTA INSTALACIONES								
72	CAÑERÍAS SOBRE 1"								
73	CAÑERÍAS BAJO 1"								
74	EQUIPOS								
81	EQUIPOS EN CIELO (DIVERSORES)								
82	ESTACIONES Y EQUIPOS EN PISO								
83	TRAZADO GENERAL								
91	GRUPO ELECTRÓGENO								
92	EXTRACCIÓN DE HUMOS DE GRUPO ELECT.								
93	ESTANQUES BAJO TIERRA Y EN SUPERFICIE								

GRÁFICA 56. MATRIZ PRELIMINAR PROPUESTA PARA UN HOSPITAL. SE REVISAN PROBLEMAS REALES DE CONSTRUCCIÓN, MEDIANTE EL USO DE SETS DE BÚSQUDA ELEGIDOS.

Fuente: Geister Consultores

El cruce de estas partidas seleccionadas por especialidad nos arroja una matriz con más de 2800 tests de interferencias a realizar, lo que hace inviable nuevamente su implementación.

Por la razón antes expuesta, y considerando todos los órdenes jerárquicos presentados en la presente propuesta, se presenta la siguiente tabla resumen:



**GRÁFICA 57.** MATRIZ DE DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS PROPUESTA PARA UN HOSPITAL. SE PRESENTAN PRUEBAS ORDENADAS Y RELACIONADAS CON PROBLEMAS REALES DE LA CONSTRUCCIÓN.

Fuente: Geister Consultores

En esta propuesta, se realizarán 80 tests de interferencias entre las distintas especialidades. Esta matriz sólo cuenta MEP v/s MEP, se debe considerar la cantidad de tests que se han propuesto en los puntos anteriores para la detección 1, entregando un total de más de 100 tests.

Finalmente, también se propone un ordenamiento jerárquico de los tests (rojo, naranja y amarillo) que organiza la importancia de los resultados a obtener de cada prueba.

## 7.4. REPORTE DE ANÁLISIS DE INTERFERENCIA Y SEGUIMIENTO DE SOLUCIONES

Es clave entender que la generación de incidencias es meramente el inicio del proceso de gestión de la información para conseguir finalmente las soluciones o respuestas a cada una de ellas. Estos procesos deben ser liderados por el Coordinador y/o el equipo de coordinación, y podrá ser presentado y estructurado mediante reuniones colaborativas (ver ejemplo de reuniones ICE) o atendidas directamente a través de plataformas dedicadas.

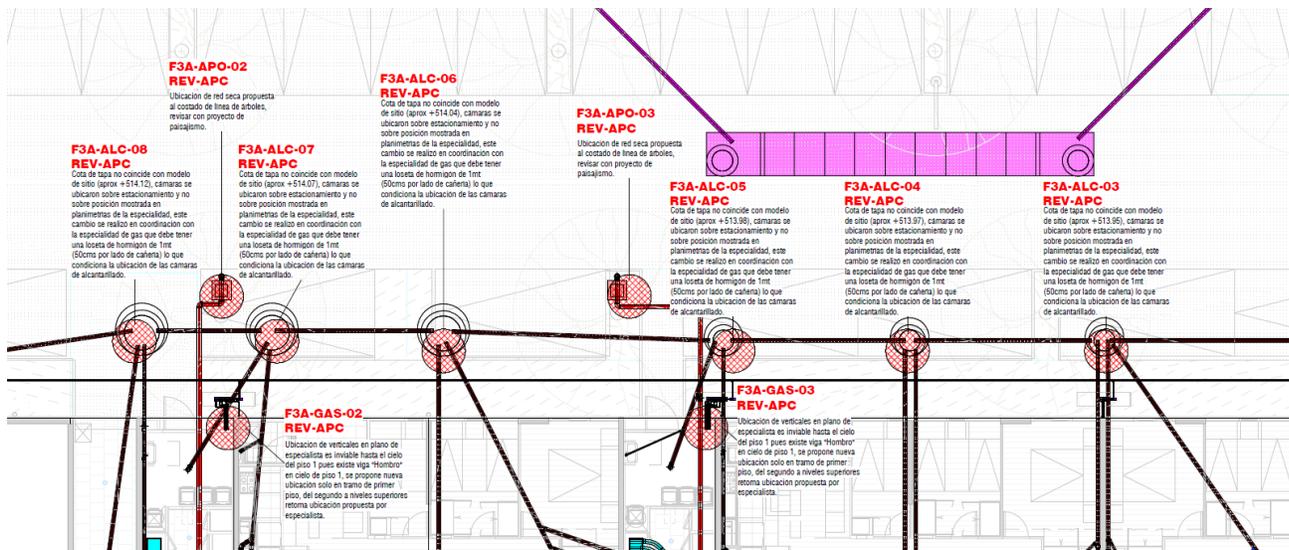
Los reportes de análisis de interferencias son el medio principal para llevar una estructura ordenada de las interferencias detectadas, y poder desarrollar las conclusiones y tareas derivadas que permitirán identificar las acciones y los encargados para conseguir las soluciones. Los formatos y contenidos son diversos, ya que dependen del tipo de proyecto y la etapa en curso. Mucho software BIM ofrece reportes automáticos que consideran, como mínimo, los siguientes datos:

- 1 Numeración correlativa de la incidencia
- 2 Especialidades involucradas
- 3 Nivel de jerarquía
- 4 Descripción breve de la interferencia detectada
- 5 Identificación de nivel y ejes más cercanos del proyecto
- 6 Imagen complementaria de la incidencia
- 7 Encargado de la solución
- 8 Fecha máxima para presentación de la solución
- 9 Identificación del aprobador y aprobación de la solución

Existen muchas metodologías de base BIM para llevar un control de incidencias. Dentro de las más comunes se encuentran las siguientes:

### 7.4.1. Control gráfico directo

Mediante la generación de láminas de coordinación que presentan las incidencias en directa relación con la planta donde se identifican. Este control debe realizarse directamente en BIM mediante entidades especialmente dedicadas para contener ésta información. En el ejemplo a continuación, se integran entidades esféricas de colores que cambian según la gravedad o estado de la incidencia detectada, directamente en el modelo de coordinación (o modelo federado), permitiendo llevar un control ordenado y jerarquizado.



**GRÁFICA 58.** IMAGEN DE CONTROL DE INTERFERENCIAS DESDE PLANTAS DEL MODELO DE COORDINACIÓN. SE GRAFICAN SOBRE EL LUGAR DE LA INCIDENCIA.

Fuente: Geister Consultores

### 7.4.2. Control por ficha

Metodología más similar a procesos tradicionales de obra mediante la gestión de fichas de interferencias o requerimientos de coordinación. Nuevamente, la jerarquización, asignación de encargado y de tiempo máximo de resolución permite mantener un control constante del avance y cierre de pendientes.

<b>REPORTE DE INTERFERENCIA</b>	<b>Nº</b> <b>F3A-A1-ALC-01</b>			
<p>Por el presente documento se informa a la constructora de la situación o problema que se describe a continuación y se le solicita una aclaración:</p>				
<p>A: <input style="width: 100%;" type="text"/></p>				
FECHA EMISIÓN:	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">26-02-2024</td> <td style="width: 40%;">Area/Especialidad:</td> <td style="width: 30%;">ALCANTARILLADO</td> </tr> </table>	26-02-2024	Area/Especialidad:	ALCANTARILLADO
26-02-2024	Area/Especialidad:	ALCANTARILLADO		
<b>DOCUMENTOS ASOCIADOS:</b>				
NIVEL:	N1			
EJES:	B10/BL			
<b>DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN O PROBLEMA:</b>				
<p>Trazado no está propuesto por zócalo, pasada por muro según propuesta planimétrica no fue aprobada por cálculo, por eso es necesario que sea por zócalo.</p>				
<b>IMAGEN INTERFERENCIA:</b>				
FECHA RESPUESTA: <input style="width: 100%;" type="text"/>				
ENCARGADO: <input style="width: 100%;" type="text"/>				
RESPUESTA:				
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>				
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>				
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>				
<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr> <td>REV.: A</td> </tr> </table>		REV.: A		
REV.: A				

**GRÁFICA 59.** FICHA TIPO DE CONTROL DE INTERFERENCIAS O DE REQUERIMIENTO DE COORDINACIÓN. PERMITE TAMBIÉN EL CONTROL Y SEGUIMIENTO ORDENADO.

Fuente: Geister Consultores

### 7.4.3. Control por tabla

El desarrollo inicial de incidencias controlado desde tablas resumen que permitirán distribuirlas de manera expedita a los encargados, cuando los resultados son en grandes cantidades. Se recomienda integrar la mayor cantidad de parámetros posible para permitir un control sencillo durante el proceso de revisión y cierre de las mismas. Este formato va regularmente relacionado de forma directa con el modelo BIM que las emite.

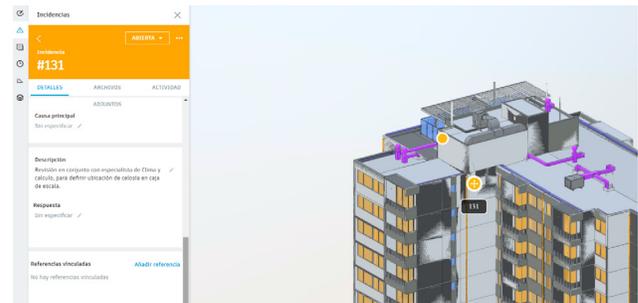
		<b>REPORTE DE INTERFERENCIAS</b>	
<b>PROYECTO:</b>			
LISTADO DE OBSERVACIONES LOTE    TORRE			
ALC	F3A.A1-ALC-01	B10.BL	Frazado no está propuesto por zócalo, pasada por muro según propuesta planimétrica no fue aprobada por cálculo, por eso es necesario que sea por zócalo.
ALC	F3A.A1-ALC-02	B2.BN	Espacio entre cielo y losa es insuficiente para pasar ducto de clima y conduits de telecomunicaciones, se requieren como mínimo 4 cms más de espesor de entrecielo.
ALC	F3A.A1-ALC-03	B11.BO	En plano de piso 4 se indica que corresponde a piso 3 y 4, si es así descarga en este sector solo aplica para piso 4 y no para piso 3.
ALC	F3A.A1-ALC-04	B11.BO	En plano de piso 4 se indica que corresponde a piso 3 y 4, si es así descarga en este sector solo aplica para piso 4 y no para piso 3.
APO	F3A.A1-APO-01	B5.BN	Vertical de APC y APF interfiere con ducto de climatización en piso superior, se reubica verticales para subsanar interferencia.
APO	F3A.A1-APO-02	B5.BN	Vertical de APC y APF interfiere con ducto de climatización en piso superior, se reubica verticales para subsanar interferencia.
APO	F3A.A1-APO-03	B5.BN	Vertical de APC y APF interfiere con ducto de climatización en piso superior, se reubica verticales para subsanar interferencia.
APO	F3A.A1-APO-04	B5.BN	Vertical de APC y APF interfiere con ducto de climatización en piso superior, se reubica verticales para subsanar interferencia.
APO	F3A.A1-APO-05	B5.BN	Vertical de APC y APF interfiere con ducto de climatización en piso superior, se reubica verticales para subsanar interferencia.
ARG	F3A.A1-ARG-01	B2.BO	Pasada en losa en modelo de Arquitectura ya no es necesaria en este nivel.
ARG	F3A.A1-ARG-02	B2.BO	Espacio entre cielo y losa es insuficiente para pasar ducto de clima, se requieren como mínimo 4 cms más de

**GRÁFICA 60.** FICHA GENERAL DE REPORTE DE INTERFERENCIAS, PRESENTANDO LOS PARÁMETROS REQUERIDOS POR EL MANDANTE: ESPECIALIDAD, CÓDIGO, CRUCE DE EJES Y DETALLE DEL TEMA.

Fuente: Geister Consultores

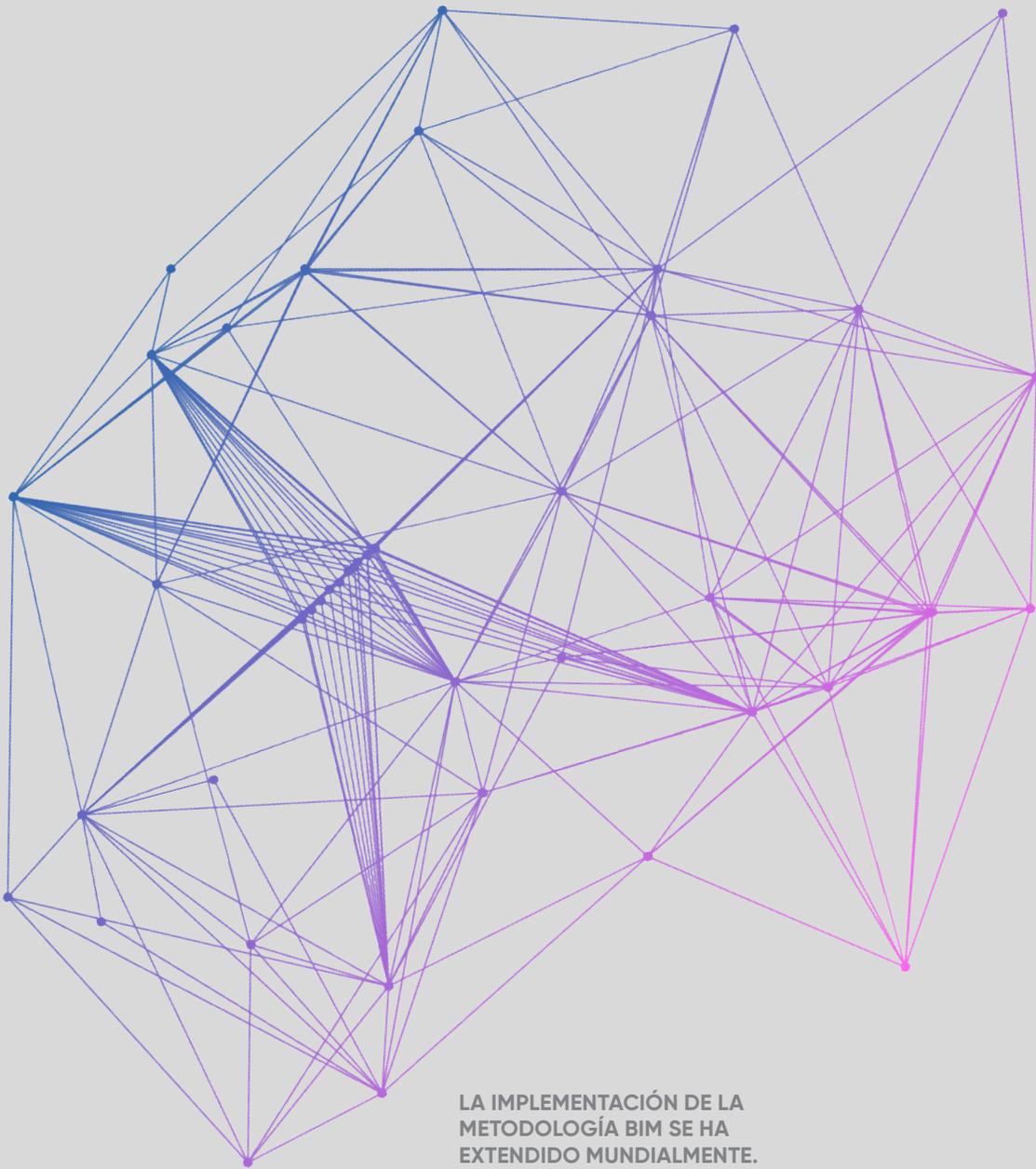
### 7.4.4. Control mediante plataformas dedicadas

Hoy en día existe gran variedad de plataformas para control de incidencias. Prácticamente todas las casas de software que ofrecen soluciones BIM presentan también plataformas dedicadas a la gestión de modelos y documentación, además de la gestión de incidencias.



**GRÁFICA 61.** CONTROL DE INCIDENCIAS CON PLATAFORMAS ONLINE. EN LA IMAGEN, UNA INCIDENCIA "ABIERTA" EN AUTODESK B36.

Fuente: Geister Consultores



LA IMPLEMENTACIÓN DE LA  
METODOLOGÍA BIM SE HA  
EXTENDIDO MUNDIALMENTE.



# SIGLAS Y CONCEPTOS TÉCNICOS BÁSICOS

La implementación de la metodología BIM se ha extendido mundialmente. Por esta razón es común encontrarse con siglas en inglés que hacen referencia a distintos contenidos y estándares relacionados. Con la integración de estándares nacionales, estas siglas y conceptos asociados se han traducido, simplificado y ajustado a la realidad nacional. Es muy importante que el profesional que inicia su integración en esta metodología maneje algunos conceptos que son parte del contexto mencionado. Si bien existe amplia bibliografía al respecto, además de una gran velocidad de actualización y modernización de estos conceptos, hemos agregado algunas referencias y explicaciones breves de los más relevantes:



## BIM: Building Information Modeling

BIM (por su acrónimo en inglés) es “un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual”<sup>15</sup>. “Es decir, por una parte, las tecnologías permiten generar y gestionar información mediante modelos a lo largo del ciclo de vida de un proyecto. Por otra parte, las metodologías, basadas en estándares, permiten compartir esta información de manera estructurada entre todos los actores involucrados, fomentando el trabajo colaborativo e interdisciplinario, agregando así, valor a los procesos de la industria... BIM viene a replantear la forma tradicional de trabajo individual y fragmentado, proponiendo una metodología de trabajo colaborativo. Esta metodología pone en el centro de interés la generación de información concisa de un proyecto y el intercambio fluido de ésta entre los diferentes actores involucrados a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto”<sup>16</sup>.

## BCF: BIM Collaboration Format



El intercambio de datos BIM mediante modelos IFC permite simplificar muchos procesos. Uno de estos procesos, que es muy común, se basa en resolver la necesidad de comunicar temas específicos como interferencias o requerimientos de información. Usar el correo o comentar por teléfono sobre el problema “ubicado en la tercera columna desde la derecha en el segundo piso” produce falta de claridad e induce al error. Es por ello que se creó el “Formato de colaboración BIM”, BIM Collaboration Format (BCF).

El formato de colaboración BIM permite que diferentes aplicaciones BIM comuniquen problemas basados en modelos entre sí, aprovechando los datos IFC que se han compartido previamente entre los colaboradores del proyecto. BCF se creó para facilitar las comunicaciones abiertas y mejorar los procesos basados en IFC, para identificar e intercambiar más fácilmente problemas basados en modelos entre herramientas de software BIM, sin pasar por formatos y flujos de trabajo patentados<sup>17</sup>.

15. Extracto de documento “Estándar BIM para proyectos públicos” de Planbim disponible en <https://Planbim.cl/biblioteca/documentos/estandar-bim-para-proyectos-publicos/>
16. Sochitrán | Octubre 7, 2019 Carlos Moya S. <https://sochitrán.cl/2019/10/07/avances-y-desafios-de-la-metodologia-building-information-modeling-bim-en-el-ambito-del-diseno-de-proyectos-de-infraestructura-de-transporte/>
17. Guía, instructivo e información técnica disponible en [www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/bim-collaboration-format-bcf/](http://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/bim-collaboration-format-bcf/)



## CDE: Ambiente común de datos

El intercambio de información es esencial para el éxito de un proyecto y debe realizarse en un entorno fiable, seguro, ágil y correctamente estructurado. El Common Data Environment (CDE) o Entorno Común de Datos es un elemento clave en los proyectos desarrollados en BIM, representa el manejo y gestión de los datos e información de forma estructurada en el flujo de la información del proyecto o activo.

BIM es trabajar de forma colaborativa y organizada. La diversidad de interesados en un proyecto exige una plataforma común de trabajo interconectado, con intereses y responsabilidades muy diversas, pero con reglas de juego comunes para todos. Un CDE es una herramienta informática que se utiliza para recopilar, gestionar y difundir datos de modelo y documentos del proyecto entre equipos multidisciplinares en un proceso gestionado, independientemente de su tamaño.

Permite, así mismo, un proceso auditable, transparente y controlable.

Al trabajar en un CDE se asegura que la información es generada una sola vez y se utiliza las veces que sea necesario por todos los colaboradores e interesados del proyecto. Esto garantiza el trabajo sobre las actualizaciones aprobadas y que la información se vaya enriqueciendo de forma ordenada a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Es muy importante considerar que en un CDE la información pertenece a quien la origina. Aunque pueda compartirse y reutilizarse, solo su propietario la puede modificar. Se debe entender "propiedad" no en un sentido de propiedad intelectual, sino del control y la responsabilidad del entregable asignado al colaborador<sup>18</sup>.



## COBie: Construction Operations Building information exchange

1 Desarrollada por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de USA, COBie es un conjunto de estándares (internacional) para generar intercambio de datos y que entrega información útil y estructurada sobre las instalaciones, simplificando la planificación y el diseño de un proyecto para su puesta en marcha, operación y mantenimiento. Permite suministrar datos al cliente u operador de la edificación o infraestructura construida para completar las herramientas de toma de decisiones, Facility Management (FM) y sistemas de gestión de activos. Asegura que el intercambio de información pueda ser revisado y validado para cumplimiento, continuidad e integridad del activo.

2 COBie contiene información sobre las ubicaciones espaciales, los equipos y los componentes de la Instalación en su conjunto y sus espacios constitutivos, agrupados en Zonas, Pisos, Tipos y Sistemas de clasificación, alcanzando su punto más enriquecido de información en la etapa de operación<sup>19</sup>.

18. Más información disponible en [www.buildingsmart.es](http://www.buildingsmart.es)

19. Más información disponible en [www.wbdg.org/bim/cobie](http://www.wbdg.org/bim/cobie)



## IFC: Industry Foundation Class

IFC es un modelo estandarizado de datos que se codifica de un modo lógico, un estándar global, abierto y neutral, usado para describir objetos y compartir e intercambiar información para la gestión de activos. Entrega un set de definiciones, reglas y guías para definir qué información es la que se intercambiará entre los distintos softwares para todos los tipos de elementos de los objetos del proyecto, dispuestos en una estructura de datos basada en texto, que guarda esas definiciones en un archivo de datos, que puede incluir geometría e información alfanumérica ("texto") tal como propiedades, cantidades, clasificaciones a los objetos del modelo y que estas relaciones se mantengan durante el intercambio de información. Como formato de datos es neutral, es decir, no es parte de, ni tampoco promociona ningún producto comercial en particular<sup>20</sup>.



## MEI: Manual Básico de Entrega de Información (MEI)

1

El MEI pretende estructurar y organizar la información para asegurar disponibilidad sobre los objetos para su futuro uso<sup>21</sup>. El método desarrollado y difundido por buildingSMART que tiene como objetivo establecer la Definiciones de Vista de Modelo, y busca mejorar la posibilidad de compartir e intercambiar información bajo la certeza de la calidad de los entregables BIM, garantizando la disponibilidad y/o reutilización de la información de los modelos. Facilita la revisión de la consistencia básica de los modelos BIM.

2

El "Information delivery manual" (IDM) es una norma ISO destinado a "facilitar la interoperabilidad entre las aplicaciones de software utilizadas en el proceso de construcción, promover la colaboración digital entre los diferentes agentes intervinientes y establecer una base para un intercambio de información preciso, fiable, reproducible y de alta calidad" ISO 29481-1:2016<sup>22</sup>.

20. Más información en [www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes/](http://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes/)

21. Fuente y más información en [www.bimloket.nl/documents/BIM\\_basis\\_ILS\\_v1\\_0\\_ENG.pdf](http://www.bimloket.nl/documents/BIM_basis_ILS_v1_0_ENG.pdf)

22. Fuente y más información en [www.technical.buildingsmart.org/standards/information-delivery-manual/](http://www.technical.buildingsmart.org/standards/information-delivery-manual/)



## SDI: Solicitud de Información

Indica formalmente y explicita los entregables BIM necesarios a desarrollar. La "Solicitud de información BIM" o SDI BIM se entiende como un documento que define por qué y para que se utilizará BIM en un proyecto. Es generado por el Solicitante, y el éxito de este depende de que existan previamente objetivos claros definidos para su utilización. Debe ser entregado a él o los Proveedores Oferentes que pueden ser externos o equipos internos. El documento puede actuar como complemento o anexo a una solicitud de información mayor.

Su contenido mínimo incluye: Objetivos, Usos Bim, Tipos y Niveles de información, Entregables BIM, la estrategia de colaboración y la organización de modelos<sup>23</sup>.

## PEB: Plan de Ejecución BIM



Busca cumplir con las expectativas y necesidades sobre el intercambio de información entre el mandante, proveedores y entre los distintos proveedores. Es un documento preparado por la parte contratante que asegura que todas las partes participantes del proyecto, en cualquiera de sus etapas, sean conscientes de cómo llevarán a cabo los aspectos de modelación e intercambio de la información del proyecto, quienes son los actores participantes y sus responsabilidades, la infraestructura tecnológica y las competencias que tiene el Proveedor para el desarrollo del modelado de información en el proyecto. Formulada en respuesta al requerimiento para el intercambio de información (EIR), el PEB debe reflejar el alcance de la incorporación de BIM a lo largo de las etapas del ciclo de vida del activo.

Denominado "planificación del desarrollo de la información" en la ISO 19650-1:2018, el plan estimula la planificación de comunicación en el proyecto y estructura los procesos de definición acuerdo a garantizar suficiencia, consistencia y calidad en la interoperabilidad de la información compartida.

En el caso nacional, el PEB para acotar su alcance utiliza cuatro conceptos, Usos BIM, Estados de avance de la información de los Modelos, Niveles de información y Tipos de información. En el caso de los proyectos públicos existe un Plan de Ejecución BIM de Oferta, pre contrato y uno Definitivo, post contrato.

23. Extracto de documento "Estándar BIM para proyectos públicos" de Planbim disponible en <https://Planbim.cl/biblioteca/documentos/estandar-bim-para-proyectos-publicos/>

