

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**Automatización en la elaboración del presupuesto y
calendario valorizado a nivel de casco estructural en la
etapa de licitación de un proyecto de edificación**

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Civil**, que presenta los bachilleres:

Andrea Elizabeth Braul Moreno

Renzo Giancarlo Rios Rugel

ASESOR: Mag. Danny Eduardo Murguía Sánchez

Lima, Enero de 2018

INDICE

ANEXO 01: CRITERIOS DE MODELADO.....	1
ANEXO 02: AUDITORIA DEL MODELO DE LA ESPECIALIDAD DE ESTRUCTURAS.....	14

LISTA DE TABLAS

<i>Fig. A1- 1</i> Tipos de material	3
<i>Fig. A1- 2</i> Criterio de modelado para solado	4
<i>Fig. A1- 3</i> Criterio de modelado para falsa zapata	5
<i>Fig. A1- 4</i> Criterio de modelado para zapata.....	5
<i>Fig. A1- 5</i> Criterio de modelado para cimiento corrido.....	6
<i>Fig. A1- 6</i> Criterio de modelado para cimiento armado	6
<i>Fig. A1- 7</i> Criterio de modelado para cimiento trapezoidal	7
<i>Fig. A1- 8</i> Criterio de modelado para viga de cimentación.....	7
<i>Fig. A1- 9</i> Criterio de modelado para sobrecimiento	8
<i>Fig. A1- 10</i> Criterio de modelado para falso piso.....	8
<i>Fig. A1- 11</i> Criterio de modelado para muro anclado	9
<i>Fig. A1- 12</i> Criterio de modelado para muro de contención.....	9
<i>Fig. A1- 13</i> Criterio de modelado para columna.....	10
<i>Fig. A1- 14</i> Criterio de modelado para placa	10
<i>Fig. A1- 15</i> Criterio de modelado para muro de concreto.....	11
<i>Fig. A1- 16</i> Criterio de modelado para escalera.....	11
<i>Fig. A1- 17</i> Criterio de modelado para viga	12
<i>Fig. A1- 18</i> Criterio de modelado para losa	12
<i>Fig. A1- 19</i> Criterio de modelado para rampa	13
<i>Fig. A2- 1</i> Losa entre paños	14
<i>Fig. A2- 2</i> Intersecciones Viga-Placa.....	15

<i>Fig. A2- 3</i> Columnas	15
<i>Fig. A2- 4</i> Parámetros de construcción	16
<i>Fig. A2- 5</i> Parámetros Nivel de Elemento - Constricts.....	17
<i>Fig. A2- 6</i> Nomenclatura de vistas	18
<i>Fig. A2- 7</i> Configuración de plantillas de planos y datos del proyecto	18
<i>Fig. A2- 8</i> Configuración de plantillas de cuadro de metrados	19
<i>Fig. A2- 9</i> Nomenclatura de familia sistemas	20
<i>Fig. A2- 10</i> Modelo de estructura	23
<i>Fig. A2- 11</i> Modelo de estructuras existente	24

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Porcentajes de pesos para cada cualidad.....	21
Tabla 2. Pesos para cada nivel de calificación.....	22
Tabla 3. Resultados finales	22

ANEXO 01: CRITERIOS DE MODELADO

El presente documento define los lineamientos mínimos que debe considerar un modelador BIM al momento de realizar un modelo en la plataforma Autodesk Revit con el objetivo de obtener metrados confiables. Cabe mencionar, que este documento solo considera las especificaciones de la disciplina de estructuras.

1. Objetivos

- Obtener los metrados del proyecto de manera automatizada, rápida y precisa.
- Establecer un estándar de modelado para la disciplina de Estructuras.
- Conocer los parámetros necesarios para la obtención de metrados directamente del modelo.

2. Configuración de la plantilla

Con la finalidad de alcanzar los objetivos de este documento, surge la necesidad de crear ciertos parámetros compartidos, donde ellos nos ayudaran a presentar un trabajo más ordenado y entendible.

a. Parámetro “Elemento”

Dicho parámetro ha sido incorporado con la finalidad de diferenciar y agrupar elementos de la misma familia en distintos grupos. La lista muestra las siguientes opciones:

- Solado
- Falsa Zapata
- Falsa Zapata Escalonada
- Zapata
- Platea de Cimentación
- Cimiento Corrido
- Cimiento Armado
- Cimiento Trapezoidal
- Viga de Cimentación
- Sobrecimiento

- Cisterna
- Falso Piso
- Muro Anclado
- Muro de Contención
- Columna
- Placa
- Muro de Concreto
- Escalera
- Viga
- Viga Sección Variable
- Viga Postensada
- Losa Aligerada
- Losa Nervada
- Losa Maciza
- Losa Postensada
- Rampa
- Capitel

b. Parámetro “Nivel del Elemento”

Es necesario asignar dicho parámetro para identificar cada elemento con su respectivo nivel.

Se recomienda colocar al final del modelo los niveles correspondientes, mediante la selección en conjunto de los elementos.

c. Parámetro “Sector”

Dicho parámetro se utilizará cuando el proyecto a metrar sea en consorcio con otras empresas y se tenga que presentar los metrados por separado; O cuando el proyecto se encuentre en obra (ejecutándose), y haya que realizar el cronograma de trabajo junto al equipo de Oficina Técnica del proyecto.

d. Parámetro “Tipo de Altura”

Los tipos de altura a trabajar serán los siguientes:

- Simple.- Será cuando el nivel de piso a piso no sea mayor a 3.60m ($h < 3.60$)
- Doble.- Será cuando el nivel de piso a piso se encuentre entre 3.60m y 6.70m ($3.60 < h < 6.70$)
- Triple.- Será cuando el nivel de piso a piso sea mayor a 6.70m ($h > 6.70$)

e. Tipos de material / Tipo de concreto - Encofrado

Con el fin de minimizar el tiempo en la asignación del tipo de concreto a cada elemento, se recomienda realizar dicha acción al final del modelado del proyecto; mediante la selección en conjunto de los elementos.



Fig. A1- 1 Tipos de material

3. Criterios de modelado para metrados

Debido a los diferentes criterios para modelar un elemento estructural en la herramienta Revit, a continuación establecemos las pautas a considerar para el desarrollo de modelos 3D, que luego facilitarán el procesamiento y obtención de la información.

a. Solado

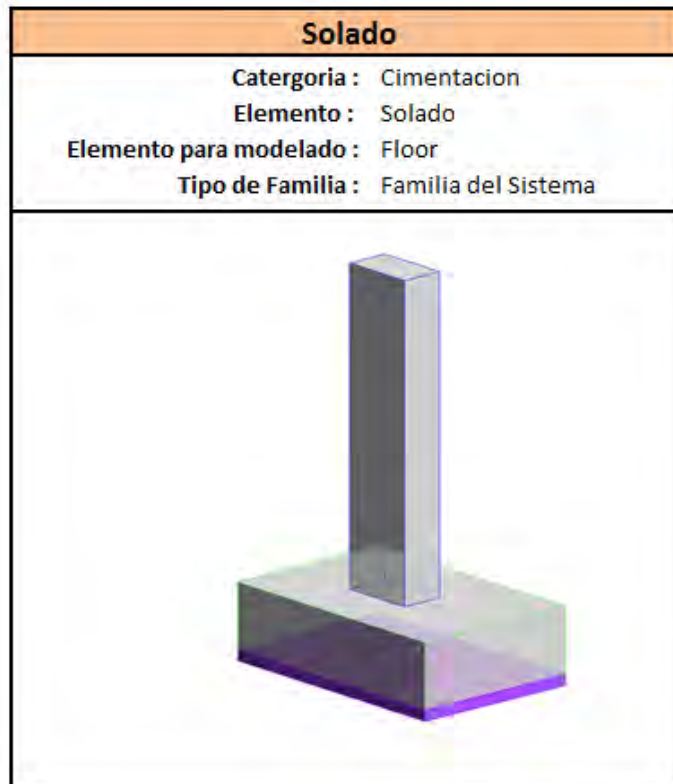


Fig. A1- 2 Criterio de modelado para solado

b. Falsa Zapata

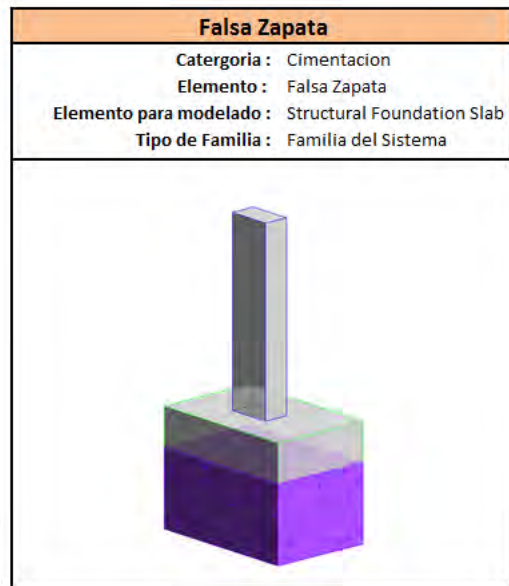


Fig. A1- 3 Criterio de modelado para falsa zapata

c. Zapata

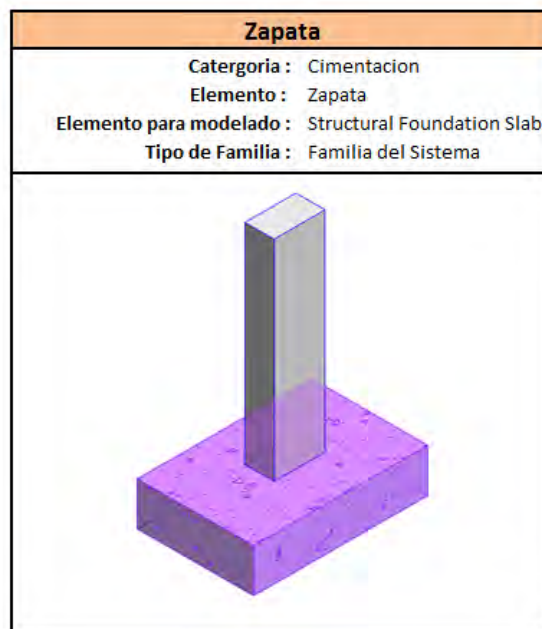


Fig. A1- 4 Criterio de modelado para zapata

d. Elemento “Cimiento Corrido”

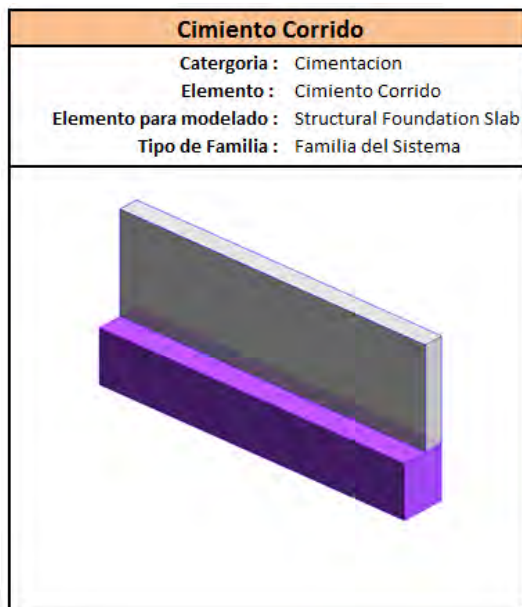


Fig. A1- 5 Criterio de modelado para cimiento corrido

e. Cimiento Armado

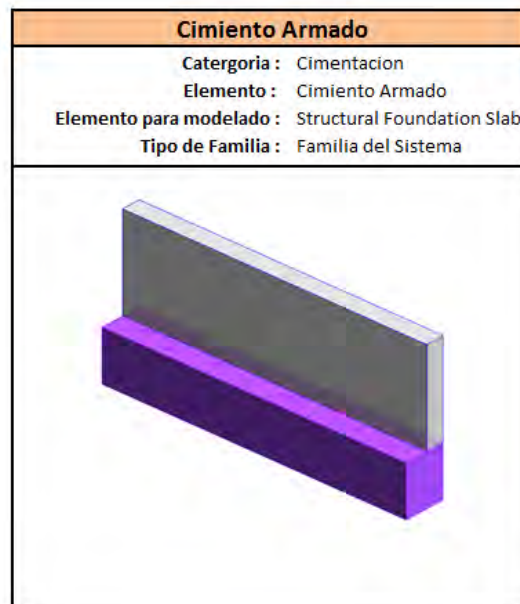


Fig. A1- 6 Criterio de modelado para cimiento armado

f. Cimiento Trapezoidal

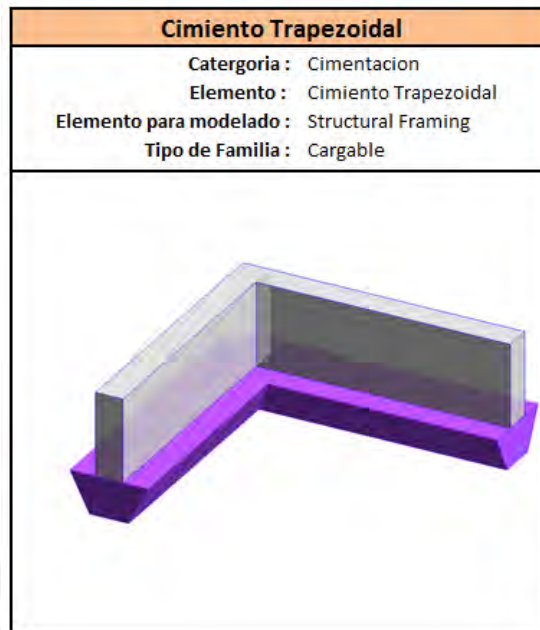


Fig. A1- 7 Criterio de modelado para cimiento trapezoidal

g. Viga de Cimentación

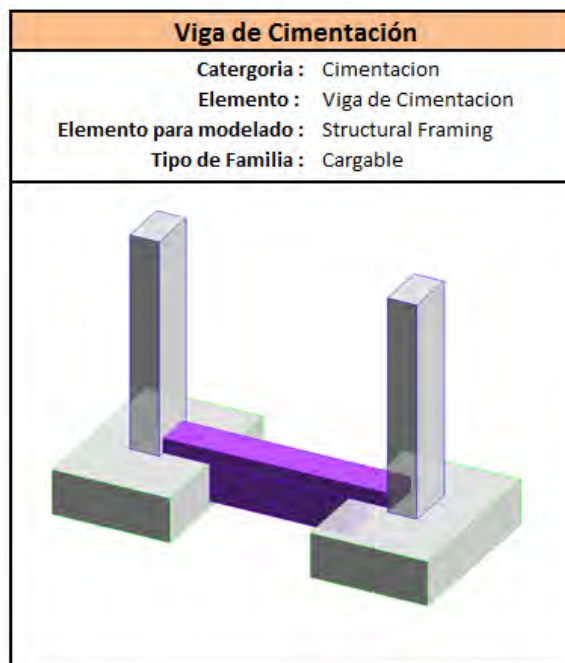


Fig. A1- 8 Criterio de modelado para viga de cimentación

h. Sobrecimiento

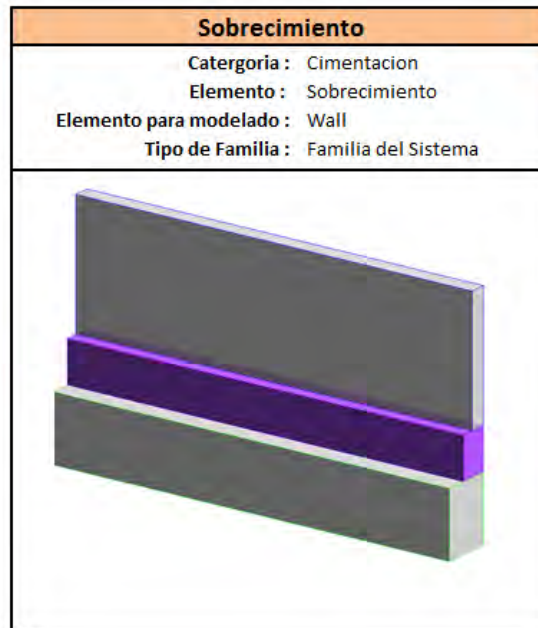


Fig. A1- 9 Criterio de modelado para sobrecimiento

i. Falso Piso

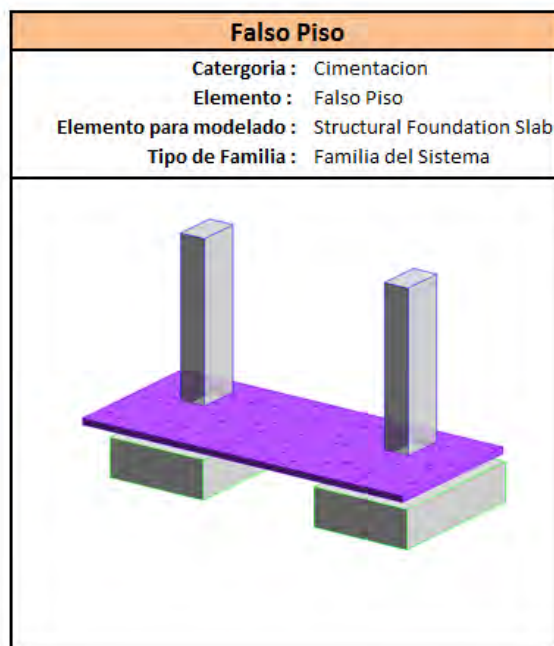


Fig. A1- 10 Criterio de modelado para falso piso

j. Muro Anclado

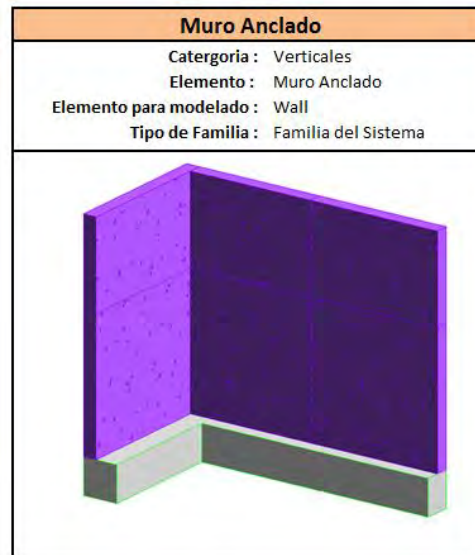


Fig. A1- 11 Criterio de modelado para muro anclado

k. Muro de Contención

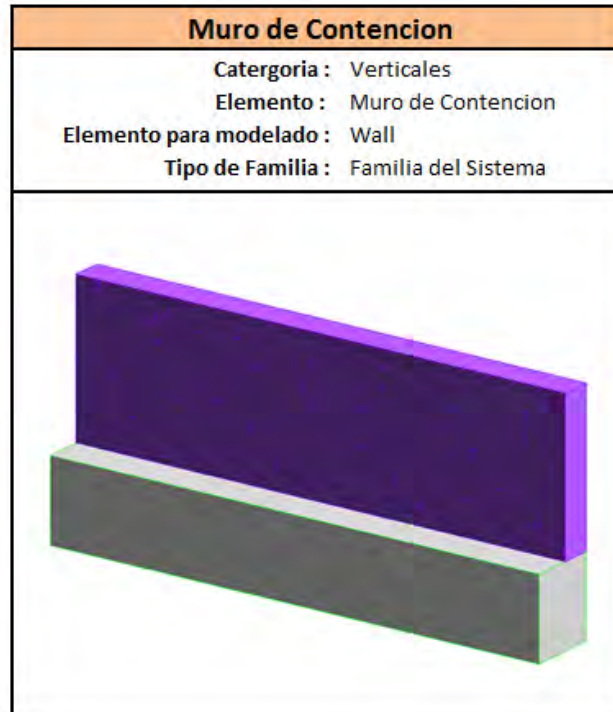


Fig. A1- 12 Criterio de modelado para muro de contención

I. Columna

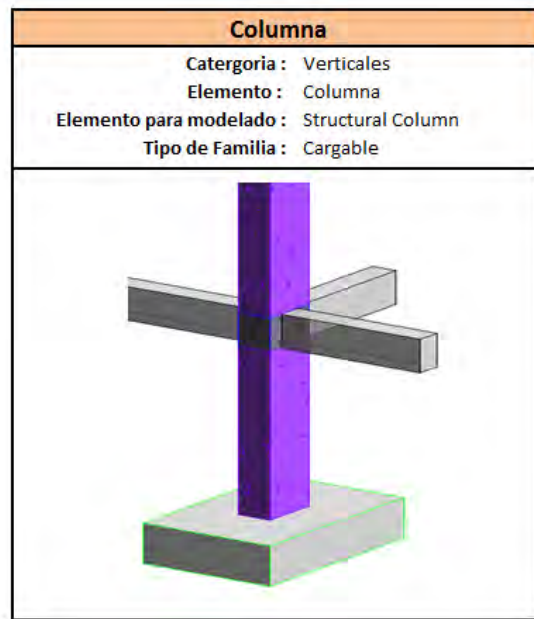


Fig. A1- 13 Criterio de modelado para columna

m. Placa

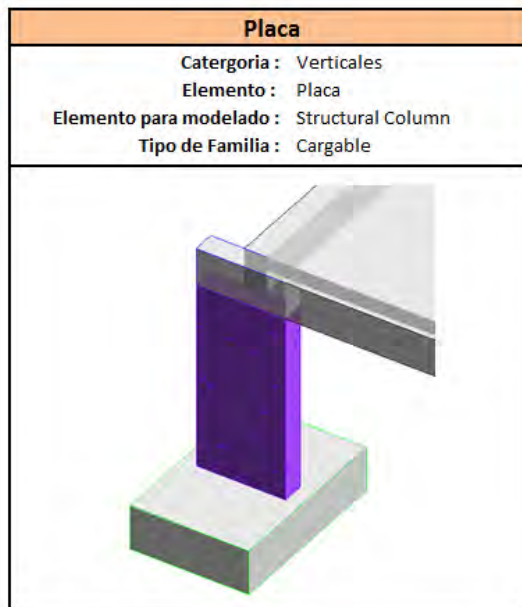


Fig. A1- 14 Criterio de modelado para placa

n. Muro de Concreto

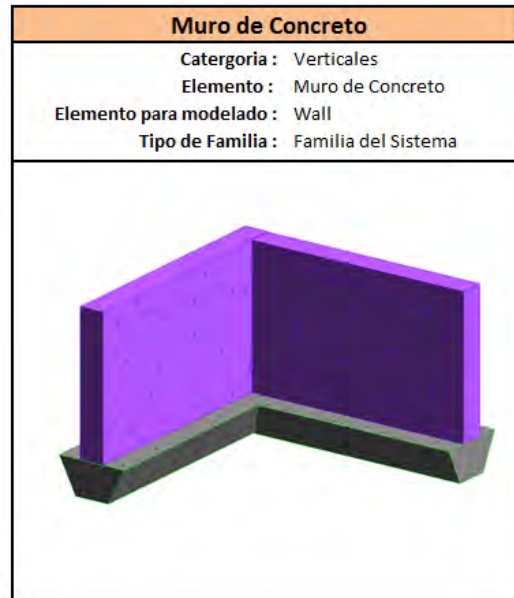


Fig. A1- 15 Criterio de modelado para muro de concreto

o. Elemento Escalera

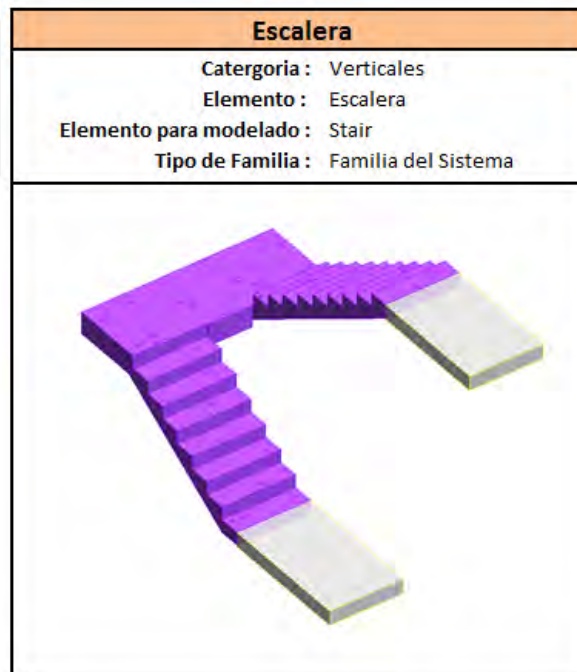


Fig. A1- 16 Criterio de modelado para escalera

p. **Viga**

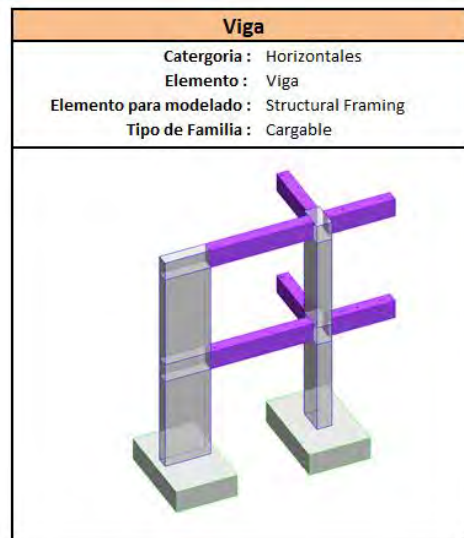


Fig. A1- 17 Criterio de modelado para viga

q. **Losas**

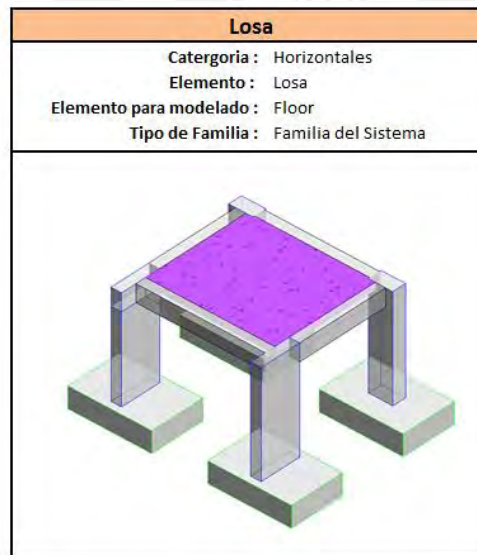


Fig. A1- 18 Criterio de modelado para losa

r. Rampa

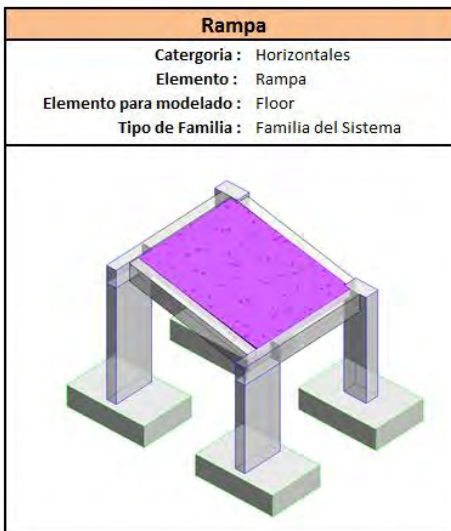


Fig. A1- 19 Criterio de modelado para rampa

Notas:

- Los siguientes criterios no establecen la metodología para obtener metrados de perfiles metálicos ni acero de refuerzo.

ANEXO 02: AUDITORIA DEL MODELO DE LA ESPECIALIDAD DE ESTRUCTURAS

CALIDAD DE LA INFORMACIÓN

- Utilización de la plantilla de Estructuras (SI) IMPORTANTE**
Los parámetros presentes en cada elemento (Nivel de Elemento, Elemento, Sector etc) así como también las opciones de visualización de IVV dan razón de que se cumple con este requerimiento.
- Granularidad (SI) IMPORTANTE**
Todos los objetos que quepan dentro de un cubo con lado de 25cm no son modelados.
- Niveles de modelado que monitorean a los de Arquitectura (SI) MODERADA**
Los cambios realizados en los niveles arquitectónicos serán comunicados automáticamente a Estructuras.
- Técnica de Modelado**
 - o **Losas entre paños (SI) IMPORTANTE**
Ejemplo: Se aprecia la vista en planta que pertenece a un piso típico. En ella se ha seleccionado la losa (Morado), se observa que esta no se superpone a las vigas circundantes, por este motivo sí cumple con este requerimiento.

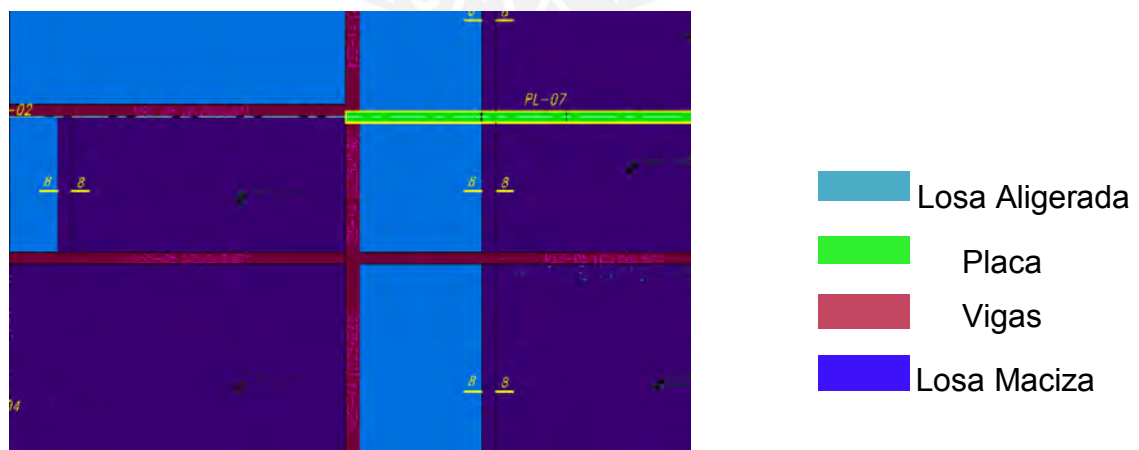


Fig. A2-1 Losa entre paños

o **Intersecciones Viga-Placa** (NO) IMPORTANTE

Ejemplo: Se aprecia que la viga no fue modelada monolíticamente tal como manda el proceso constructivo.

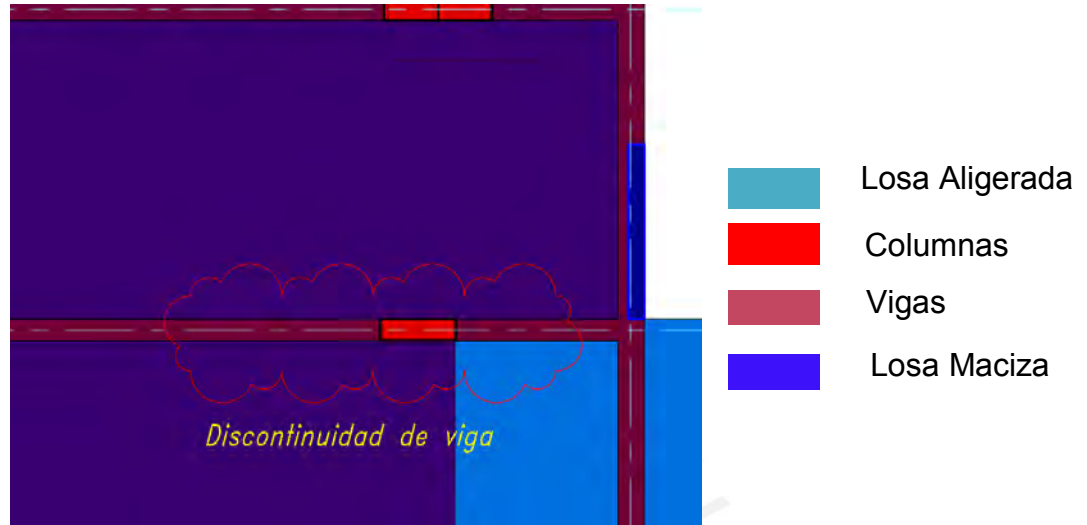


Fig. A2-2 Intersecciones Viga-Placa

o **Columnas** (SI) IMPORTANTE

Ejemplo: Se aprecia que la columna fue modelada en dos partes que tiene como límite el fondo de viga inferior.

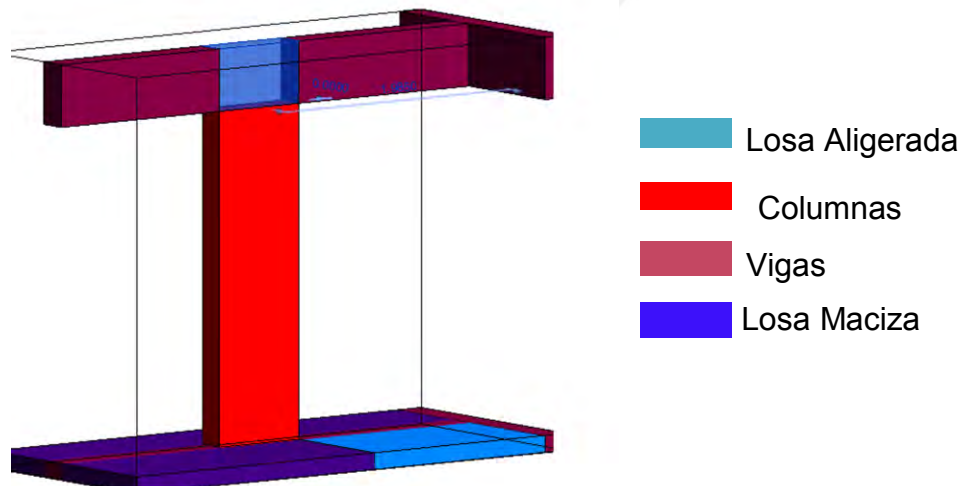


Fig. A2-3 Columnas

□ Parámetros

o Parámetros de Construcción (SI) **IMPORTANTE**

Ejemplo: Se observa en la siguiente imagen que el elemento seleccionado presenta en la barra de propiedades el parámetro Sector.

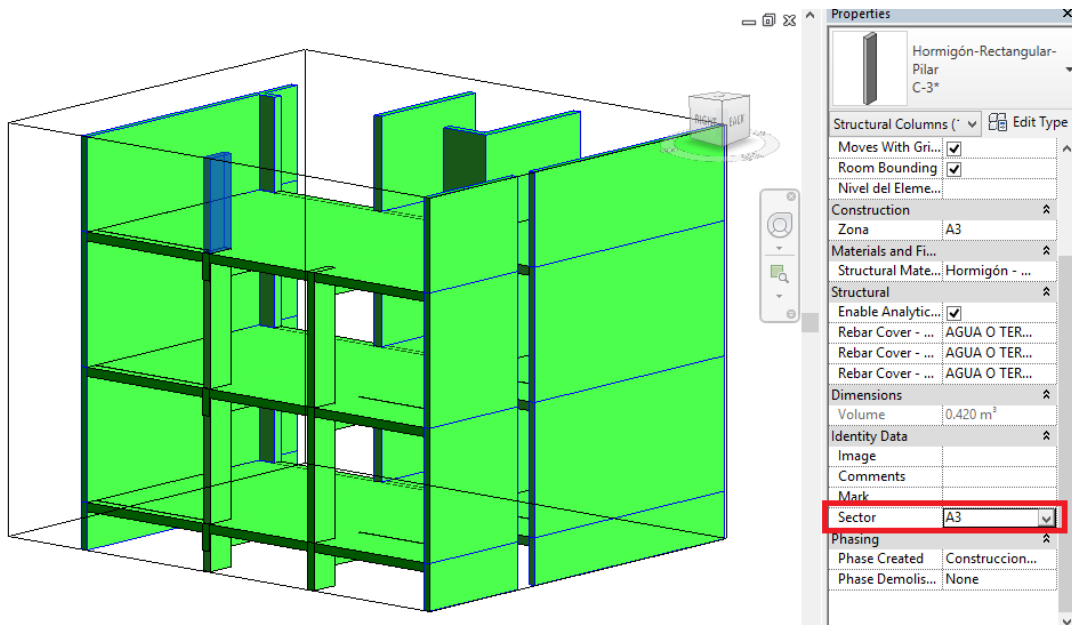


Fig. A2-4 Parámetros de construcción

o Parámetro Código de Elemento – Identify Data (NO) **IMPORTANTE**

Los elementos del modelado no presentan este requerimiento.

o Parámetro Nivel de Elemento – Constricts: (SI) **IMPORTANTE**

Ejemplo: En la siguiente imagen se observa en la barra de propiedades que el elemento seleccionado si presenta este requerimiento.

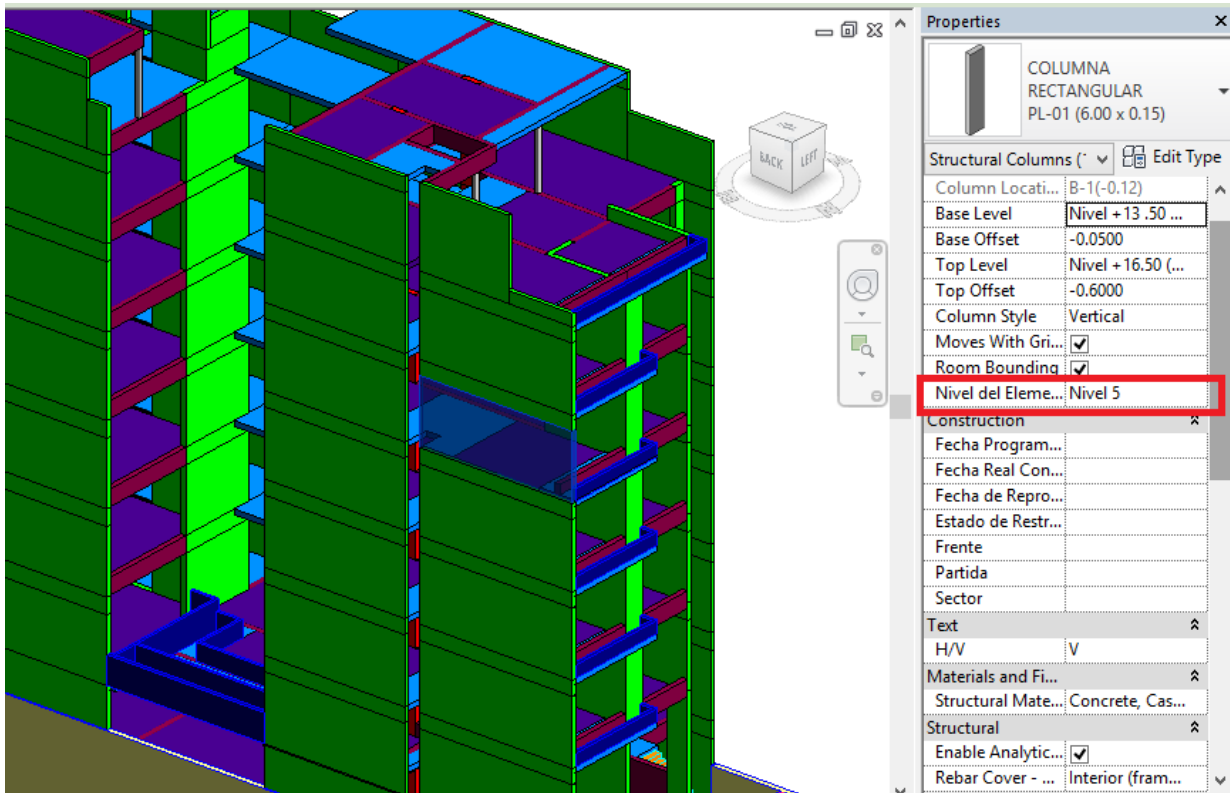


Fig. A2-5 Parámetros Nivel de Elemento - Constricts

ORDEN Y NOMENCLATURA

- Nomenclatura del modelo central de Revit** (NO) IMPORTANTE
 No se cuenta con archivo central.
- Elementos agrupados según Worksets** (NO) IMPORTANTE
 Los elementos no tienen asignado el parámetro Workset correspondiente al espacio geográfico donde están ubicados.
- Utilización correcta del Navegador de Vistas** (NO) MODERADA
 Las vistas creadas deben estar asignadas a una de las tres categorías: Soporte CAD/BIM, DISEÑO u OBRA. Se tienen vistas que no pertenecen a ninguno.
- Nomenclatura de Vistas** (SI) MODERADA
 En la siguiente imagen se observa que las vistas cumplen con la nomenclatura requerida.

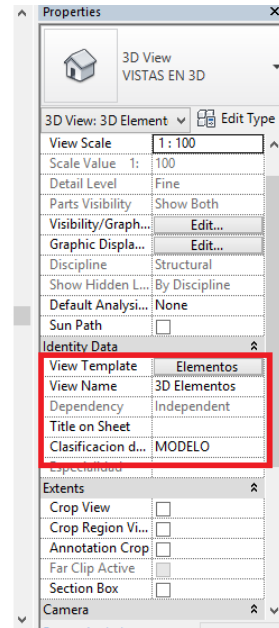
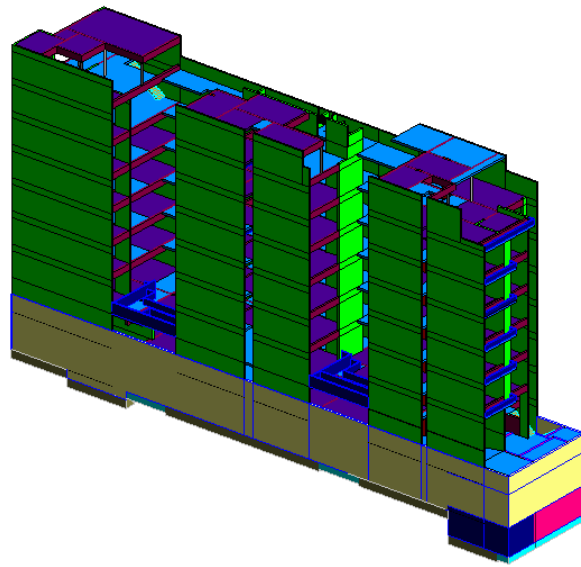


Fig. A2-6 Nomenclatura de vistas

□ **Configuración de plantillas de planos y datos del proyecto (SI)**
MODERADA

En la siguiente imagen se aprecia que las plantillas y los datos del proyecto están siendo utilizados.

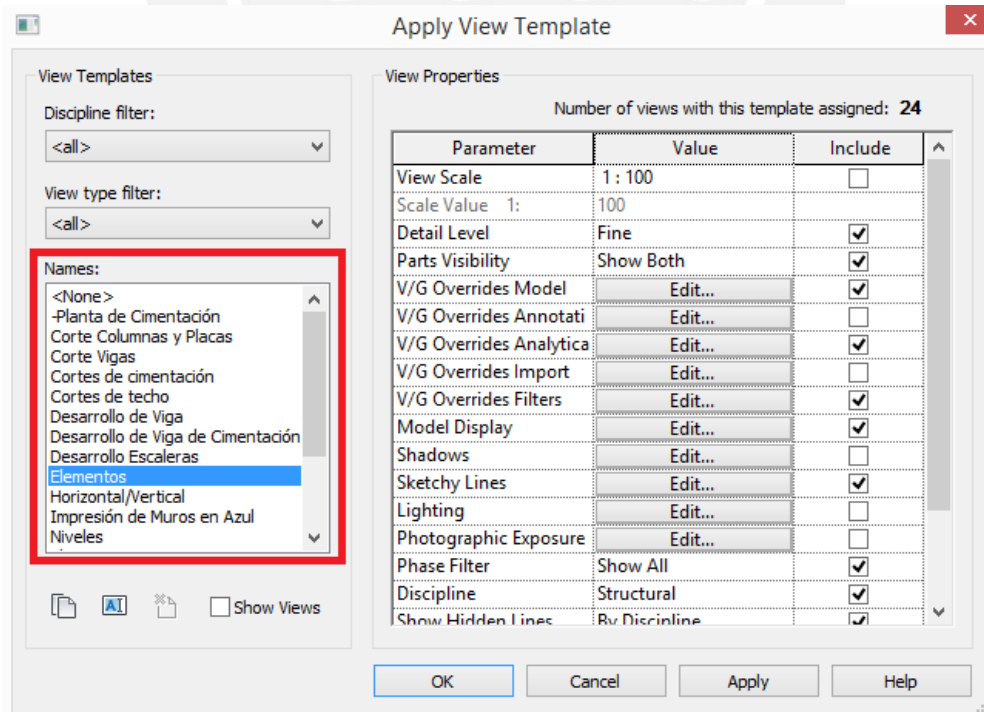


Fig. A2-7 Configuración de plantillas de planos y datos del proyecto

□ **Configuración de plantillas de Cuadro de Metrados (SI)**
IMPORTANTE

En la siguiente imagen se observa que las distintas tablas de metrados han sido configuradas.

<METRADO - COLUMNAS>

A	B	C	D	E
NIVEL	TIPO	CONCRETO	ENCOFRADO	ACERO
Azotea	C-01 (0.50 x 0.20)	0.24 m ²	3.56 m ²	26.7264
Azotea	C-01 (0.50 x 0.20)	0.06 m ²	1.04 m ²	6.6816
Azotea	C-03 (0.70 x 0.20)	0.34 m ²	4.60 m ²	37.41696
Azotea	C-03 (0.70 x 0.20)	0.08 m ²	1.36 m ²	9.35424
Azotea	C-02 (0.60 x 0.20)	0.29 m ²	4.08 m ²	32.07168
Azotea	C-02 (0.60 x 0.20)	0.07 m ²	1.20 m ²	8.01792
Azotea: 6		1.08 m²	15.84 m²	120.2688
Nivel 1	C-01 (1.00 x 0.20)	0.48 m ²	6.16 m ²	53.4528
Nivel 1	C-01 (1.00 x 0.20)	0.12 m ²	1.84 m ²	13.3632
Nivel 1	C-03 (0.70 x 0.20)	0.34 m ²	4.60 m ²	37.41696
Nivel 1	C-03 (0.70 x 0.20)	0.08 m ²	1.36 m ²	9.35424
Nivel 1	C-02 (0.60 x 0.20)	0.29 m ²	4.08 m ²	32.07168
Nivel 1	C-02 (0.60 x 0.20)	0.07 m ²	1.20 m ²	8.01792
Nivel 1	C-04 (0.60 x 0.20)	0.29 m ²	4.08 m ²	32.07168
Nivel 1	C-04 (0.60 x 0.20)	0.07 m ²	1.20 m ²	8.01792
Nivel 1: 8		1.74 m²	24.52 m²	193.7664
Nivel 2	C-01 (1.00 x 0.20)	0.48 m ²	6.16 m ²	53.4528
Nivel 2	C-01 (1.00 x 0.20)	0.12 m ²	1.84 m ²	13.3632
Nivel 2	C-03 (0.70 x 0.20)	0.34 m ²	4.60 m ²	37.41696
Nivel 2	C-03 (0.70 x 0.20)	0.08 m ²	1.36 m ²	9.35424
Nivel 2	C-02 (0.60 x 0.20)	0.29 m ²	4.08 m ²	32.07168
Nivel 2	C-02 (0.60 x 0.20)	0.07 m ²	1.20 m ²	8.01792
Nivel 2	C-04 (0.60 x 0.20)	0.29 m ²	4.08 m ²	32.07168
Nivel 2	C-04 (0.60 x 0.20)	0.07 m ²	1.20 m ²	8.01792
Nivel 2: 8		1.74 m²	24.52 m²	193.7664

Properties

Schedule: METRADO

Identity Data

View Template	Tabla Metrado
View Name	METRADO - COL...
Dependency	Independent

Phasing

Phase Filter: Show All

Phase: Construccion ...

Other

Fields: Edit...

Filter: Edit...

Sorting/Grouping: Edit...

Formatting: Edit...

Appearance: Edit...

Fig. A2-8 Configuración de plantillas de cuadro de metrados

□ **Nomenclatura de familia de Sistema** (SI) MODERADA

En la siguiente imagen se observa que las familias poseen esta nomenclatura: TIPO – DIMENSIONES – CARACTERISTICAS.

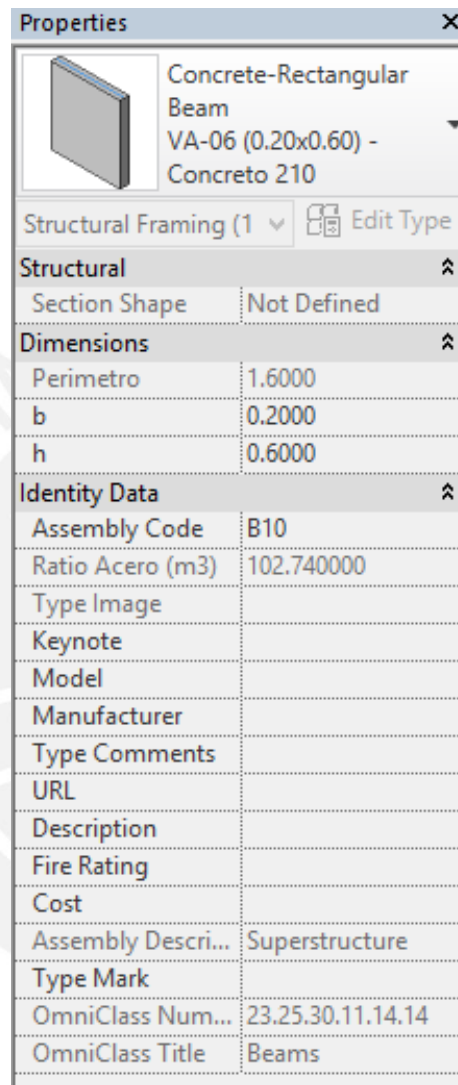


Fig. A2-9 Nomenclatura de familia sistema

RENDIMIENTO DEL PROGRAMA

□ **Tamaño máximo del modelo** (SI) IMPORTANTE

El archivo ocupa 70.5MB el cual no supera al límite óptimo que había sido establecido.

- Estilo de Visualización de las Vistas** (SI) IMPORTANTE
- Archivos CAD o DWG innecesariamente vinculados al programa** (NO) IMPORTANTE

Los archivos han sido insertados pero no se vincularon.
- Levantamiento de Alertas Simples (Warnings)** (NO) IMPORTANTE
- Levantamiento de Alertas Complejas (Warnings)** (NO) IMPORTANTE
- Líneas de Modelo innecesarias** (NO) LEVE

Existen varias líneas modeladas como referencia pero que deberían ya no estar presentes.
- Elementos purgados del modelo** (SI) IMPORTANTE

Con la autoría realizada los elementos innecesarios han sido purgados.

CALCULO DEL GRADO DE ALINEAMIENTO DEL MODELO AL ESTANDAR

Para el cálculo del grado de alineamiento del modelo al estándar se tomará como referencia la metodología propuesta por Diego Fuentes en la tesis llamada Influencia de la estandarización en el uso de modelos de información de edificios (BIM).

Se debe considerar lo siguiente:

CUALIDAD	PROPUESTAS DE PESOS
Calidad de Información	50%
Orden y Nomenclatura	35%
Rendimiento de Software	15%

Tabla 1. Porcentajes de pesos para cada cualidad
 Fuente: Adaptada de Diego Fuentes

NIVEL	PESOS
Leve	1
Moderada	2
Importante	3

Tabla 2. Pesos para cada nivel de calificación
Fuente: Adaptada de Diego Fuentes

		SI	NO	MAX	REAL	%ESTANDAR
Calidad de la Información	Leve	0	0	0	0	76.9%
	Moderada	1	0	2	2	
	Importante	6	2	24	18	
Orden y Nomenclatur	Leve	0	0	0	0	52.9%
	Moderada	3	1	8	6	
	Importante	1	2	9	3	
Rendimiento del	Leve	0	1	1	0	47.4%
	Moderada	0	0	0	0	
	Importante	3	3	18	9	
						59.1%

Tabla 3. Resultados finales.

MODELO ESTRUCTURAS – QUINTA ARRIETA

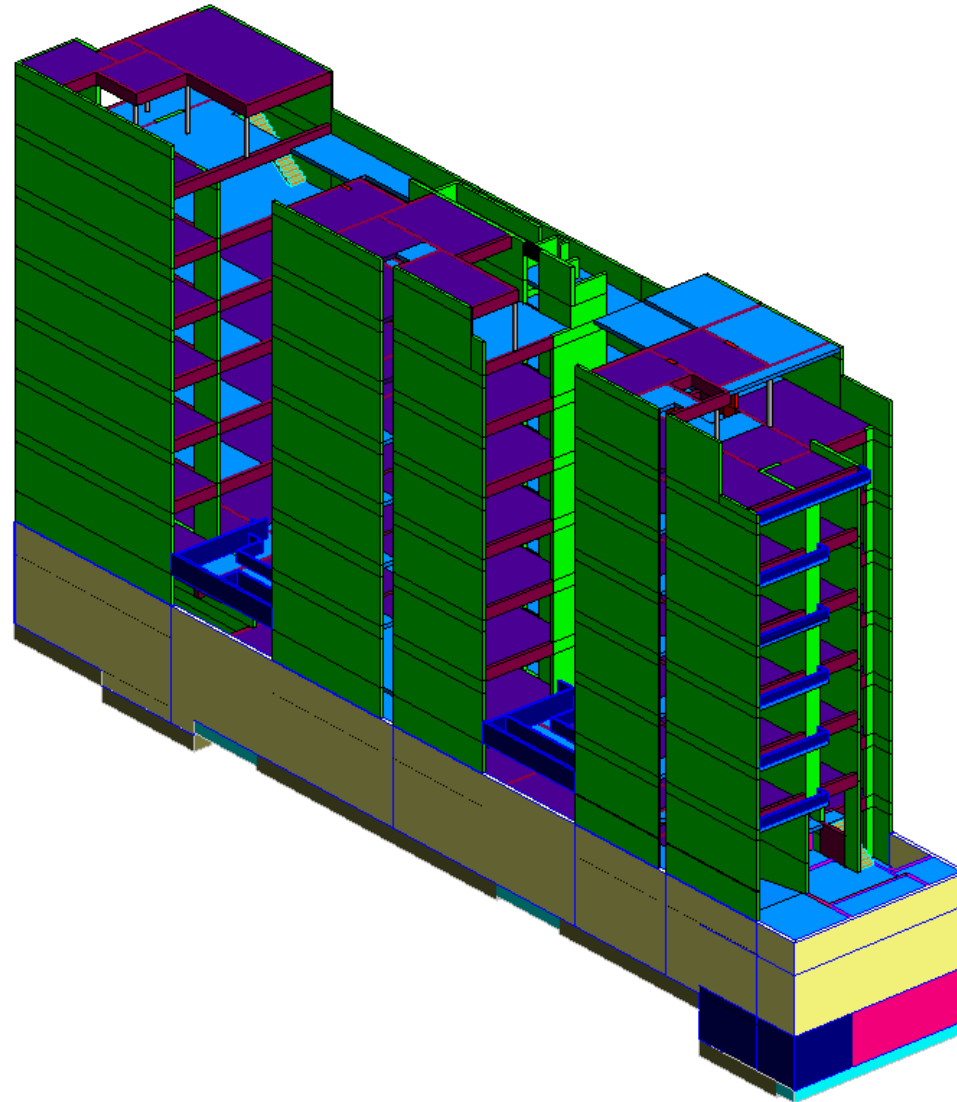


Fig. A2-10 Modelo de estructuras

ESTRUCTURA EXISTENTE



Fig. A2-11 Modelo de estructura existente