



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

GENERACIÓN DEL MODELO BIM EN OBRA PARA LA SUPERVISIÓN Y
CONTROL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL CENTRO DE DESARROLLO
COMUNITARIO DE LA COMUNIDAD DE GUADALUPE VICTORIA, TERRENATE,
TLAXCALA.

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

MAYTE FUENTES MORENO

NOMBRE DEL ASESOR:

MTRO. MIGUEL ÁNGEL DAZA MERINO

APIZACO, TLAX., ENERO 2026



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
Ciencias de la Tierra

Apizaco, Tlaxcala, **30/Octubre/2025**

Oficio No. C.T./483/2025

Asunto: Liberación de Proyecto
para Titulación integral

CECILIA YARELLY ARREGUIN LARA
JEFA DE LA DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

Nombre del Egresado:	MAYTE FUENTES MORENO
Carrera:	Ingeniería Civil
No. de Control:	20370251
NOMBRE DEL PROYECTO:	"GENERACION DEL MODELO BIM EN OBRA PARA LA SUPERVISION Y CONTROL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL CENTRO DE DESARROLLO COMUNITARIO DE LA COMUNIDAD DE GUADALUPE VICTORIA, TERRENATE TLAXCALA".
Producto:	Titulación Integral Informe de Residencia Profesional.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

ING. JUAN FRANCISCO PEREZ MUNGUIA
JEFE DEL DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
CIENCIAS DE LA TIERRA

M.I.C. MIGUEL ANGEL DAZA MERINO
ASESOR

ccp. División de Estudios Profesionales (Comuníquese al interesado)
Servicios Escolares
Archivo
JFPM/JLMH



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241)
4172010 Ext. 117, e-mail: ctierra@apizaco.tecnm.mx tecnm.mx |





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, **19/Noviembre/2025**

MAYTE FUENTES MORENO
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CON NÚMERO DE CONTROL 20370251.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **"GENERACIÓN DEL MODELO BIM EN OBRA PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL CENTRO DE DESARROLLO COMUNITARIO DE LA COMUNIDAD DE GUADALUPE VICTORIA, TERRENATE, TLAXCALA"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

CECILIA YARELY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



ccp. Archivo
CYAL/Gsc*



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010
Ext. 304, e-mail: dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



Agradecimientos

Quiero agradecer profundamente a las personas que han sido parte esencial de este camino.

Gracias a mi mamá, Reyna, por su amor incondicional, por acompañarme en cada noche de desvelo, por esperarme, aunque fuera tarde, y por abrazarme cuando sentía que no podía más. Gracias por pensar siempre en mi bienestar, incluso por encima del suyo. Su compañía silenciosa y constante fue mi refugio en los momentos más difíciles.

A mi papá, Felipe, por apoyarme cada que podía y por estar presente siempre que lo necesité. Su esfuerzo y paciencia fueron una guía en este proceso.

También agradezco el cariño y la presencia constante de mi hermana Cristina, siempre dispuesta a escucharme y animarme incluso en los días más complicados.

A mi sobrinito Youssef, cuya risa y ternura me recordaban, sin saberlo, que todo esfuerzo vale la pena.

A mis amistades que formé a lo largo de estos años. Gracias por cada momento compartido, por las risas, por las palabras de aliento y por caminar a mi lado en esta etapa.

Y por supuesto, a todos mis maestros y a quienes compartieron conmigo sus conocimientos y su confianza, aun cuando yo misma dudaba.

Gracias a cada uno por ser parte de este logro.

Índice

Introducción	1
Descripción de la Empresa y del Puesto	2
Datos de la empresa	2
Puesto y/o Área del Residente:	3
Problemática	3
Objetivos	4
Objetivo General	4
Objetivos Específicos.....	4
Justificación	5
Capítulo 1. Marco Teórico	7
1.1. Fundamentos y Definiciones Básicas	7
1.1.1. Ingeniería Civil	7
1.1.2. Centro de Desarrollo Comunitario	7
1.1.3. Procesos Constructivos	8
1.1.4. Planeación	8
1.1.5. Ejecución.....	8
1.1.6. Control	9
1.1.7. Supervisión de Obra.....	9
1.1.8. Metodología BIM.....	9
1.1.9. Orígenes de la Metodología BIM	10
1.1.10. Modelo BIM.....	12
1.1.11. Autodesk Revit.....	12
1.1.12. LOD o Nivel de Desarrollo	13
1.1.13. Dimensiones BIM	14
1.1.14. Niveles de Madurez BIM.....	16
1.1.15. MIC (Modelo de Información de la Construcción)	17
1.2. Antecedentes	18
1.3. Normatividad Aplicable	20
1.4. Fundamentos de los Procesos Constructivos	21
1.4.1. Trabajos Preliminares	22

1.4.2.	Cimentación	23
1.4.3.	Albañilería.....	30
1.4.4.	Elementos Estructurales.....	33
1.4.5.	Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias	35
1.4.6.	Instalación Eléctrica.....	36
1.4.7.	Acabados.....	36
1.4.8.	Aplanados	37
Capítulo 2.	Desarrollo	38
2.1.	Partida 1. Demoliciones y preliminares	39
2.1.1.	Desmantelamiento.....	39
2.1.2.	Demolición de Muros de Block y Elementos de Concreto.....	40
2.1.3.	Limpieza y Retiro de Pintura en Muros	41
2.1.4.	Trazo y Nivelación.....	42
2.2.	Cimentación y Estructura.....	44
2.2.1.	Excavación en Cepa.....	44
2.2.2.	Plantilla de Concreto	46
2.2.3.	Mampostería de Piedra Braza	48
2.2.4.	Habilitado, Armado y Colado de Zapatas Aisladas	52
2.2.5.	Habilitado, Armado y Colado de Columnas	56
2.2.6.	Habilitado, Armado y Colado de Castillos	62
2.2.7.	Habilitado, Armado y Colado Cadena de Desplante	69
2.2.8.	Habilitado, Armado y Colado de Cadena Intermedia.	75
2.2.9.	Habilitado, Armado y Colado de Cadena de Cerramiento de Nivel 1 y 2	80
2.2.10.	Habilitado, Armado y Colado de Trabe Tipo T – 1 de Nivel 1 y 2	88
2.2.11.	Habilitado, Armado y Colado de Losa Nervada de Nivel 1 y 2	93
2.3.	Albañilería.....	105
2.3.1.	Relleno de Cepas.....	105
2.3.2.	Firme	108
2.3.3.	Muros	110
2.3.4.	Aplanado de Plafones de Niveles 1 y 2	115
2.3.5.	Aplanado en Muros Interiores y Exteriores en Niveles 1 y 2	118

2.3.6.	Aplicación de Estuco en Plafones de Niveles 1 y 2.....	125
2.3.7.	Aplicación de Estuco en Muros Interiores y Exteriores en Nivel 1 y 2.....	127
2.3.8.	Pretil.....	134
2.3.9.	Aplicación de Impermeabilizante	136
2.3.10.	Construcción de Base para Tinacos	138
2.3.11.	Escalera	142
2.4.	Acabados.....	147
2.4.1.	Suministro y Colocación de Piso Cerámico.....	147
2.4.2.	Suministro y Colocación de Zoclo.....	150
2.4.3.	Suministro y Aplicación de Pintura Vinílica Interiores y Exteriores	152
2.4.4.	Suministro y Aplicación de Pintura Vinílica en Plafones	156
2.4.5.	Revestimiento con Piedra Laja	159
2.4.6.	Suministro y Colocación de letras 3D	161
2.5.	Cancelería y Herrería	163
2.5.1.	Suministro y Colocación de Puertas	163
2.5.2.	Suministro y Colocación de Ventanas.....	166
2.6.	Instalaciones.....	168
2.6.1.	Instalación Hidráulica de Baños y Suministro desde Tinaco.....	169
2.6.2.	Instalación Sanitaria (Baños Mujeres y Hombres)	175
2.6.3.	Instalación Pluvial.....	180
2.7.	Acceso.....	183
2.7.1.	Rampa para Acceso.....	183
2.7.2.	Escalones para Entrada a CCD	186
2.7.3.	Colocación de Adoquín.....	189
Capítulo 3.	Resultados	192
Conclusiones		224
Competencias Desarrolladas		226
Referencias.....		227
Anexos		230

Índice de Figuras

Figura 1.Desmantelamiento de puertas. Fuente: Propia.	40
Figura 2.Demolición de muros. Fuente: Propia.	41
Figura 3.Limpieza y retiro de pintura en muros. Fuente: Propia.	41
Figura 4.Trazo y nivelación. Fuente: Propia.	42
Figura 5.- Puntos en Google Earth. Fuente: Propia.	42
Figura 6.- Curvas de Nivel Generadas en Revit. Fuente: Propia.	43
Figura 7.- Terreno ya Nivelado. Fuente: Propia.	44
Figura 8. Excavación de cepa. Fuente: Propia.	45
Figura 9.- Excavación generada por Revit. Fuente: Propia.	45
Figura 10. Colocación y nivelación de plantilla de concreto. Fuente: Propia.	47
Figura 11.-Plantilla de Concreto generada por Revit. Fuente: Propia.	47
Figura 12. Cimentación con espacio para empotramiento de castillo. Fuente: Propia.	49
Figura 13.- Mampostería de Piedra Braza Modelada en Revit. Fuente: Propia.	50
Figura 14.- Cimentaciones Colindantes e Intermedias Generado en Revit. Fuente: Propia.	50
Figura 15.-Armado de zapata. Fuente: Propia.	52
Figura 16.- Armado de Zapata Generado en Revit. Fuente: Propia.	53
Figura 17.- Concreto de zapata modelado en Revit. Fuente: Propia.	54
Figura 18. Armado de columna. Fuente: Propia.	57
Figura 19.- Colado de columnas. Fuente: Propia.	58
Figura 20.- Modelado del acero de la columna con conexiones a zapata y cadenas de cerramiento. Fuente: Propia.	59
Figura 21.- Modelado de Concreto de Columnas en Revit. Fuente: Propia.	60
Figura 22.- Armado de castillo. Fuente: Propia.	63
Figura 23.-Colado de castillo. Fuente: Propia.	63
Figura 24.- Armado de Castillos K-1 en Revit. Fuente: Propia.	64
Figura 25.- Empotramiento de Castillos a Mampostería. Fuente: Propia.	65
Figura 26.- Vista del colado de castillo con empotramiento de 40 cm. Fuente: Propia.	65
Figura 27. Armado de contratrabe anclada a castillos. Fuente: Propia.	70
Figura 28.-Colado de contratrabe. Fuente: Propia.	71
Figura 29.- Modelado del armado de las cadenas de desplante en Revit. Fuente: Propia.	72
Figura 30.- Concreto en cadenas de desplante modelado en Revit. Fuente: Propia.	73
Figura 31.- Colado de Cadena Intermedia. Fuente: Propia.	76
Figura 32. Armado de Cadena Intermedia en Revit. Fuente: Propia.	77
Figura 33. Colado de Cadenas Intermedias en Revit. Fuente: Propia.	78
Figura 34.- Armado de Cadena de Cerramiento sobre Muro en Nivel 1. Fuente: Propia.	80
Figura 35.- Armado de Cadena de Cerramiento de Nivel 2. Fuente: Propia.	81
Figura 36. Armado de Cadenas de Cerramiento del Nivel 1. Fuente Propia.	82
Figura 37. Armado de Cadenas de Cerramiento del Nivel 2. Fuente Propia.	83

Figura 38.- Colado de Cadenas de Cerramiento en Nivel 1, Modelado en Revit. Fuente: Propia.	84
Figura 39.- Colado de Cadenas de Cerramiento en Nivel 2, Modelado en Revit. Fuente: Propia.	84
Figura 40.- Armado de trabe tipo T-1 del Nivel 1 (C.D.C). Fuente: Propia.	88
Figura 41.- Armado de trabe tipo T-1 del Nivel 2 (C.D.C). Fuente: Propia.	89
Figura 42.- Armado de Trabe T-1 de Nivel 1, Modelado en Revit. Fuente: Propia.	90
Figura 43.- Armado de Trabe T-1 de Nivel 2, Modelado en Revit. Fuente: Propia.	90
Figura 44.- Colado de Trabe T-1 de Nivel 1, Modelado en Revit. Fuente: Propia.	91
Figura 45.- Colado de Trabe T-1 de Nivel 2, Modelado en Revit. Fuente: Propia.	92
Figura 46.- Armado de Losa Nervada en Nivel 1 (C.D.C). Fuente: Propia.	94
Figura 47. Armado de Refuerzo de Viguetas en Nivel 2 (C.D.C). Fuente: Propia.	94
Figura 48. Colado de Losa Nervada del Nivel 1 (C.D.C.). Fuente: Propia.	95
Figura 49. Colado de Losa Nervada del Nivel 2 (C.D.C.). Fuente: Propia.	95
Figura 50.- Armado de Losa Nervada en Área de Baños, Modelado en Revit. Fuente: Propia. ..	96
Figura 51.- Armado de Losa Nervada en Área de Nivel 2 (C.D.C), Modelado en Revit. Fuente: Propia.	97
Figura 52.- Colado de Losa Nervada en Área de Baños, Modelado en Revit. Fuente: Propia.....	98
Figura 53.- Colado de Losa Nervada en Nivel 2 (C.D.C), Modelado en Revit. Fuente: Propia. .	98
Figura 54. Relleno en CDC. Fuente: Propia.	106
Figura 55. Relleno de Cepas Modelado en Revit. Fuente: Propia.	106
Figura 56. Nivelado de Firme. Fuente: Propia.	108
Figura 57.- Modelado de Firme en Revit. Fuente: Propia.	109
Figura 58.- Construcción de muros en CDC Nivel 1. Fuente: Propia.	111
Figura 59.- Construcción de muros en CDC Nivel 2. Fuente: Propia.	111
Figura 60.- Modelado de Muros de Nivel 1 y 2 en Revit. Fuente: Propia.	112
Figura 61.- Modelado de Muros de Área de Baños en Revit. Fuente: Propia.	112
Figura 62.- Aplanado de Plafones del Nivel 1 (C.D.C). Fuente: Propia.	116
Figura 63. Aplanado de Plafones del Nivel 2 (C.D.C). Fuente: Propia.	116
Figura 64.-Modelado en Revit del aplanado de plafones. Fuente: Propia.	117
Figura 65.- Aplanado de Muros Interiores. Fuente: Propia.	119
Figura 66.- Aplanado de Muros Exteriores. Fuente: Propia.	119
Figura 67.-Representación en Revit del Aplanado de Muros en Niveles 1 y 2 de (C.D.C). Fuente: Propia.	120
Figura 68.- Aplicación de estuco en Plafones de Nivel 1 (C.D.C.). Fuente: Propia.	125
Figura 69.- Aplicación de estuco en Plafones de Nivel 2 (C.D.C.). Fuente: Propia.	126
Figura 70.- Representación en Revit de la Aplicación de Estuco en Plafones. Fuente: Propia. .	126
Figura 71.- Aplicación de Estuco en Muros Interiores. Fuente; Propia.	128
Figura 72.- Aplicación de Estuco en Muros Exteriores. Fuente; Propia.	128

Figura 73.-Representación en Revit de la Aplicación de Estuco en Muros en Niveles 1 y 2.	
Fuente: Propia.	129
Figura 74.- Modelado en Revit del Pretil. Fuente: Propia.	135
Figura 75. Aplicación de impermeabilizante. Fuente: Propia.	137
Figura 76.- Representación en Revit de la Aplicación de Impermeabilizante. Fuente: Propia. .	137
Figura 77. Muros de base para tinaco. Fuente: Propia.	139
<i>Figura 78. Colado de losa para base de tinaco. Fuente: Propia</i>	139
Figura 79.-Modelado en Revit de la Base para Tinacos. Fuente: Propia.	140
Figura 80. Colado de rampa para escalera. Fuente: Propia.	143
Figura 81.-Modelado de Armado en Revit de la Escalera. Fuente: Propia.	144
Figura 82.-Modelado de Colado de Rampa en Revit. Fuente: Propia.	145
Figura 83. Colocación de Piso Cerámico en Nivel 1 (C.D.C). Fuente: Propia.	147
Figura 84.- Colocación de Piso Cerámico en Nivel 2 (C.D.C). Fuente: Propia.	148
Figura 85.-Modelado en Revit de Piso Cerámico. Fuente: Propia.	148
Figura 86. Suministro y colocación de zoclo. Fuente: Propia.	150
Figura 87.-Modelado en Revit del Zoclo. Fuente. Propia.	151
Figura 88.- Aplicación de Pintura Vinílica en Interiores. Fuente: Propia.	153
Figura 89. Aplicación de pintura con brocha. Fuente: Propia.	153
Figura 90.-Modelado en Revit de la Aplicación de Pintura Vinílica en Muros. Fuente: Propia.	154
Figura 91.- Modelado en Revit de la Aplicación de Pintura Vinílica en Plafones. Fuente: Propia.	157
Figura 92. Revestimiento de Muro en Exterior. Fuente: Propia.	159
Figura 93.- Modelado en Revit del Revestimiento con Piedra Laja. Fuente: Propia.	160
Figura 94. Colocación de letras 3D. Fuentes: Propias.	162
Figura 95. Colocación de letras 3D en el modelo 3D. Fuente: Propia.	162
Figura 96. Colocación de Puerta de Madera. Fuente: Propia.	164
Figura 97.- Modelado en Revit de la Colocación de Puertas de Madera. Fuente: Propia.	164
Figura 98.- Modelado en Revit de la Colocación de Puertas de Herrería. Fuente: Propia.	165
Figura 99.-Colocación de ventanas. Fuente: Propia.	166
Figura 100.- Modelado en Revit de Ventanas de Aluminio. Fuente: Propia.	167
Figura 101. Instalación Hidráulica en Baño de los Hombres. Fuente: Propia.	170
Figura 102. Instalación Hidráulica Baños Mujeres. Fuente: Propia.	170
Figura 103. Instalación de Tinaco. Fuente: Propia.	170
Figura 104.- Modelado en Revit de la Conexión Hidráulica a Urinarios. Fuente: Propia.	171
Figura 105.- Modelado en Revit de la Instalación Hidráulica en Baños. Fuente: Propia.	172
Figura 106.- Modelado de Conexión de Instalación Hidráulica a Mueble Sanitario. Fuente:	
Propia.	172
Figura 107.- Modelado en Revit de la Alimentación desde Tinaco y Distribución a Muebles	
Sanitarios. Fuente: Propia.	173
Figura 108. Instalación Sanitaria Baños Hombres. Fuente: Propia.	176

Figura 109. Instalación Sanitaria para Baños de Mujeres. Fuente: Propia.	176
Figura 110.- Modelado en Revit de la Descarga de Mingitorios en la Instalación Sanitaria. Fuente: Propia.	177
Figura 111.- Modelado en Revit de la Descarga de Inodoros en la Instalación Sanitaria. Fuente: Propia.	178
Figura 112. Instalación de Tubería Pluvial. Fuente: Propia.	181
Figura 113.- Modelado en Revit de la Instalación Pluvial. Fuente: Propia.	181
Figura 114.- Construcción de Muros para Contención de Rampa. Fuente: Propia.	183
Figura 115.- Colado de Rampa. Fuente: Propia.	184
Figura 116.- Modelado en Revit de la Rampa de Acceso. Fuente: Propia.	184
Figura 117.- Construcción de Muretes para Escalones de Acceso. Fuente: Propia.	186
Figura 118. Colado de escalones. Fuente: Propia.	187
Figura 119.- Modelo de Escalones de Acceso a C.D.C en Revit. Fuente: Propia.	187
Figura 120. Colación de adoquín. Fuente: Propia.	189
Figura 121.- Modelado en Revit de la Colocación de Adoquín Hexagonal. Fuente: Propia.	190
Figura 122.- Distribución de actividades supervisadas según registro y necesidad de corrección. Fuente: Propia.	193
Figura 123.-Registro fotográfico por partida constructiva. Fuente: Propia.	194
Figura 124.-Render de Fachada Lateral. Fuente: Propia.	195
Figura 125.- Fotografía de Fachada Lateral. Fuente: Propia.	196
Figura 126.- Render de Fachada Lateral. Fuente: Propia.	208
Figura 127.- Render de Fachada de C.D.C. Fuente: Propia.	209
Figura 128.- Render de Fachada de Baño. Fuente: Propia.	210
Figura 129.-Render de Vestíbulo P.B del (C.D.C). Fuente: Propia.	210
Figura 130.-Render de Salón de Usos Múltiples. Fuente: Propia.	211
Figura 131.-Render de Baños. Fuente: Propia.	211
Figura 132.- Render de P.A del C.D.C. Fuente: Propia.	212
Figura 133.-Comparativa de Entregables entre la Empresa y el Modelo BIM Desarrollado. Fuente: Propia.	212
Figura 134.-Desglose de Materiales por Elemento: Plantilla. Fuente: Propia.	214
Figura 135.-Desglose de Materiales por Elemento: Mampostería de Piedra. Fuente: Propia. ...	214
Figura 136.-Figura 131.-Desglose de Materiales por Elemento: Zapata. Fuente: Propia.	214
Figura 137.-Desglose de Materiales por Elemento: Columna. Fuente: Propia.	215
Figura 138.-Desglose de Materiales por Elemento: Castillos. Fuente: Propia.	215
Figura 139.-Desglose de Materiales por Elemento: CDD. Fuente: Propia.	215
Figura 140.-Desglose de Materiales por Elemento: CDI. Fuente: Propia.	216
Figura 141.-Desglose de Materiales por Elemento: CDC. Fuente: Propia.	216
Figura 142.-Desglose de Materiales por Elemento: Trabe T-1. Fuente: Propia.	216
Figura 143.-Desglose de Materiales por Elemento: Losa Nervada. Fuente: Propia.	217
Figura 144.-Desglose de Materiales por Elemento: Firme. Fuente: Propia.	217

Figura 145.-Desglose de Materiales por Elemento: Muros. Fuente: Propia.	218
Figura 146.-Desglose de Materiales por Elemento: Aplanado de Plafones. Fuente: Propia.	218
Figura 147.-Desglose de Materiales por Elemento: Base para Tinacos. Fuente: Propia.	218
Figura 148.-Desglose de Materiales por Elemento: Pretil. Fuente: Propia.....	219
Figura 149.-Desglose de Materiales por Elemento: Base para Tinacos. Fuente: Propia.	219
Figura 150.-Desglose de Materiales por Elemento: Escaleras. Fuente: Propia.	219
Figura 151.-Desglose de Materiales por Elemento: Piedra Laja. Fuente: Propia.	220
Figura 152.-Desglose de Materiales por Sistema: Instalación Hidráulica. Fuente: Propia.	221
Figura 153.-Desglose de Materiales por Sistema: Instalación Sanitaria. Fuente: Propia.	221
Figura 154.-Figura 147.-Desglose de Materiales por Sistema: Instalación Pluvial. Fuente: Propia.	221
Figura 155.-Desglose de Materiales por Elemento: Rampa. Fuente: Propia.....	222
Figura 156.-Desglose de Materiales por Elemento: Escalones. Fuente: Propia.	222

Índice de Tablas

Tabla 1 Volumen de Excavación Generado en Revit.	46
Tabla 2 Cantidades de Concreto para Plantilla.	48
Tabla 3 Volumen de Mampostería de Piedra Braza.	51
Tabla 4 Cantidad de Acero de Zapatas de Aisladas.....	55
Tabla 5 Volumen y Cantidad Materiales por Zapata Obtenido del Modelo Revit.	55
Tabla 6 Cantidad de Concreto de Columnas C -1.	61
Tabla 7 Cantidades de Armado para Castillos K-1 en Cimentación (C.D.C).	66
Tabla 8 Cantidades de Armado para Castillos K-1 en Cimentación (Baños).	66
Tabla 9 Cantidades de Armado para Castillos K-1 en Nivel 2 (C.D.C).....	67
Tabla 10 Concreto para Castillos en Cimentación de C.D.C.	67
Tabla 11 Concreto en Castillos de Cimentación de Baño.	68
Tabla 12 Concreto en Castillos de Nivel 2.....	68
Tabla 13 Cantidad de Acero en Cadenas de Desplante.	74
Tabla 14 Cantidad de Concreto en Cadenas de Desplante.	74
Tabla 15 Cantidad de Acero Modelo en Revit para Cadenas Intermedias.	78
Tabla 16 Cantidad de Concreto Modelado en Revit para Cadenas Intermedias.	79
Tabla 17 Cantidad de Acero en Cadenas de Cerramiento del Nivel 1(C.D.C).	85
Tabla 18 Cantidad de Acero en Cadenas de Cerramiento del Nivel 1(Sanitarios).....	85
Tabla 19 Cantidad de Acero en Cadenas de Cerramiento del Nivel 2(C.D.C).	86
Tabla 20 Cantidad de Concreto en Cadenas de Cerramiento del Nivel 1 (C.D.C).	86
Tabla 21 Cantidad de Concreto en Cadenas de Cerramiento del Nivel 1 (Sanitarios).	87
Tabla 22 Cantidad de Concreto en Cadenas de Cerramiento del Nivel 2 (C.D.C).	87
Tabla 23 Cantidad de Concreto en Trabe T-1 en Niveles 1 y 2 (C.D.C).....	93

Tabla 24	Cantidad de Acero para Armado de Refuerzo de Viguetas en Nivel 1 (C.D.C).....	99
Tabla 25	Cantidad de Acero de Malla Electrosoldada en Nivel 1 (C.D.C).....	99
Tabla 26	Cantidad de Block para Losa Nervada en Nivel 1 (C.D.C).	100
Tabla 27	Cantidad de Acero para Armado de Refuerzo de Viguetas en Nivel 1 (Sanitarios)....	100
Tabla 28	Cantidad de Acero de Malla Electrosoldada en Nivel 1 (Baños).	100
Tabla 29	Cantidad de Block para Losa Nervada en Nivel 1 (Baños).....	101
Tabla 30	Cantidad de Acero para Armado de Refuerzo de Viguetas en Nivel 2 (C.D.C).....	101
Tabla 31	Cantidad de Acero de Malla Electrosoldada en Nivel 2 (C.D.C).....	102
Tabla 32	Cantidad de Block para Losa Nervada en Nivel 2 (C.D.C).	102
Tabla 33	Cantidad de Concreto en Losa Nervada de Nivel 1 del C.D.C.	103
Tabla 34	Cantidad de Concreto para Capa de Compresión en Nivel 1 (C.D.C).	103
Tabla 35	Cantidad de Concreto en Losa Nervada de Nivel 2 del C.D.C.	104
Tabla 36	Cantidad de Concreto para Capa de Compresión en Nivel 2 (C.D.C).	104
Tabla 37	Cantidad de Concreto en Losa Nervada de Nivel 1 de Baños.	104
Tabla 38	Cantidad de Concreto para Capa de Compresión en Nivel 1 (Baños).	105
Tabla 39	Volumen de Relleno en Cepas. Fuente: Propia.	107
Tabla 40	Volumen de Concreto para Firme Modelado en Revit.	110
Tabla 41	Cantidad de Muros en Nivel 1 (C.D.C) Modelados en Revit.	113
Tabla 42	Cantidad de Muros en Nivel 2 (C.D.C) Modelados en Revit.	114
Tabla 43	Cantidad de Muros en Nivel 1 (Baños) Modelados en Revit.....	114
Tabla 44	Cantidad de Muros en Fachada Modelados en Revit.	115
Tabla 45	Volumen de Aplanado en Plafones Obtenido por Revit.	118
Tabla 46	Volumen de Aplanado Interior en Nivel 1 (C.D.C).....	121
Tabla 47	Volumen de Aplanado Interior en Nivel 2 (C.D.C).....	122
Tabla 48	Volumen de Aplanado Interior en Nivel 1 (Baños).	122
Tabla 49	Volumen de Aplanado Exterior en Nivel 1 (C.D.C).....	123
Tabla 50	Volumen de Aplanado Exterior en Nivel 2 (C.D.C).....	124
Tabla 51	Volumen de Aplanado Exterior en Nivel 1 (Baños).	124
Tabla 52	Cantidad de Estuco Aplicado en Plafones.....	127
Tabla 53	Cantidad de Estuco Aplicada en Muros Interiores Nivel 1 (C.D.C).	131
Tabla 54	Cantidad de Estuco Aplicada en Muros Interiores Nivel 2 (C.D.C).	132
Tabla 55	Cantidad de Estuco Aplicada en Muros Interiores Nivel 1 (Baños).	133
Tabla 56	Cantidad de Estuco Aplicada en Muros Exteriores en Nivel 1 y 2 (C.D.C) y Baños.	134
Tabla 57	Cantidad de Tabiques y Mortero Utilizados para la Construcción de Pretil.	136
Tabla 58	Cantidad de Impermeabilizante Aplicada.	138
Tabla 59	Cantidad de Block y Mortero para Muretes de Base de Tinaco.....	141
Tabla 60	Cantidad de Acero para Armado de Base para Tinacos.	141
Tabla 61	Cantidad de Concreto para Colado de Base para Tinacos.....	142
Tabla 62.	Desglose de Armado de Rampa Generado en Revit.	146
Tabla 63.	Cantidad de Concreto para Rampa Generada en Revit.	146

Tabla 64	Cantidad de Pzas Cerámicas para Revestimiento de Firme.	149
Tabla 65	Cantidad de Zoclo Requerido.....	152
Tabla 66	Cantidad de Pintura Vinílica en Interiores.	155
Tabla 67	Cantidad de Pintura Vinílica en Exteriores.	156
Tabla 68	Cantidad Aplicada de Pintura Vinílica en Plafones.....	158
Tabla 69	Cantidad de Piedra y Mortero para Aplicación de Piedra Laja.	161
Tabla 70	Cantidad de Letras 3D Colocadas.	163
Tabla 71	Cantidad de Puertas Colocadas.	165
Tabla 72	Cantidad de Ventanas Coladas.	168
Tabla 73	Cantidad de Tubería para Instalación Hidráulica.	174
Tabla 74	Uniones de Instalación Hidráulica.	174
Tabla 75	Cantidad de Tinacos.	175
Tabla 76	Cantidad de Tubería para Instalación Sanitaria.....	179
Tabla 77	Cantidad de Uniones de Tubería para Instalación Sanitaria.....	179
Tabla 78	Cantidad de Muebles Hidrosanitarios en Baños.	180
Tabla 79	Cantidad de Tubería para Instalación Pluvial.....	182
Tabla 80	Cantidad de Uniones de Tubería para Instalación Pluvial.....	182
Tabla 81	Cantidad de Block y Mortero para Muretes de Rampa de Acceso.....	185
Tabla 82	Cantidad de Concreto para Colado de Rampa.	185
Tabla 83	Cantidad de Block y Mortero para Muretes de Escalones.	188
Tabla 84	Volumen de Concreto para Colado de Escalones.....	188
Tabla 85	Cantidad de Adoquín y Arena.	191
Tabla 86	Distribución de Actividades según Registro y Necesidad de Corrección.	193
Tabla 87	Registro Fotográfico por Partida Constructiva.....	194
Tabla 88	Cimentación y Estructura – Cantidad de Elementos Obtenidos de Revit.....	213
Tabla 89	Albañilería – Cantidad de Elementos Obtenidos de Revit.....	217
Tabla 90	Acabados – Cantidad de Elementos Obtenidos de Revit.....	220
Tabla 91	Cancelería y Herrería – Cantidad de Elementos Obtenidos de Revit.....	220
Tabla 92	Instalaciones – Cantidad de Elementos Obtenidos de Revit.....	220
Tabla 93	Acceso – Cantidad de Elementos Obtenidos de Revit.....	222

Introducción

El presente trabajo contribuyó a la solución de problemas comunes en la supervisión y control del proceso constructivo de obras públicas, como los retrasos, la descoordinación y los errores en la ejecución. Estas son problemáticas frecuentes en el campo de la ingeniería civil, especialmente en la construcción de pequeñas infraestructuras, que son cruciales para el desarrollo de las comunidades. La necesidad de intervención surgió debido a estas deficiencias, que impactan la eficiencia y calidad de los proyectos.

El proyecto se llevó a cabo en Guadalupe Victoria, Terrenate, Tlaxcala, durante el periodo del 17 de enero de 2025 al 26 mayo de 2025, en colaboración con la empresa del ingeniero Bernardo Romero Hernandez. El objetivo fue implementar el Modelado de Información de Construcción (MIC) para mejorar la supervisión y control del Centro de Desarrollo Comunitario. La realización del proyecto comprendió la supervisión del proceso constructivo y la generación del modelo 3D en tiempo real, el cual se actualizaba conforme avanzaba la obra. Esta integración permitió un mayor control sobre la ejecución, asegurando el cumplimiento de los plazos, la calidad de los trabajos, la correcta gestión de los materiales y la adherencia a las normativas técnicas aplicables.

El alcance del trabajo incluyó el seguimiento detallado del avance de la obra y la integración de BIM para optimizar la coordinación entre los participantes, garantizando el cumplimiento de las especificaciones del Reglamento de Construcción del Estado de Tlaxcala y las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción, en lo relativo a Estructuras de Concreto y Cimentaciones. Este enfoque permitió un control más eficiente del proyecto, reduciendo errores y mejorando la calidad de la obra.

Descripción de la Empresa y del Puesto

Datos de la empresa

Giro: Empresa especializada en la ejecución y supervisión de proyectos de obra civil, orientada a satisfacer las necesidades tanto de sector público como privado.

Historia: Fundada por el Ing. Bernardo Romero Hernández, esta empresa surge con el compromiso de ofrecer soluciones técnicas confiables en el ámbito de la construcción civil. Con años de experiencia acumulada en distintas obras de infraestructura, ha logrado consolidarse como un referente por su responsabilidad, eficiencia y cumplimiento en cada una de sus intervenciones. A lo largo de su trayectoria, ha participado en proyectos que contribuyen al crecimiento urbano y social, priorizando siempre la seguridad estructural y la calidad de los procesos constructivos.

Misión: Construir confianza, calidad y eficiencia en cada proyecto público y privado, garantizando soluciones seguras, funcionales y con altos estándares de calidad, que respondan a las necesidades específicas de cada cliente.

Visión: Ser una empresa líder en el sector de la obra civil, reconocida por su compromiso con la excelencia, la innovación y la mejora continua.

Tipos de proyectos que desarrolla:

- Infraestructura urbana (pavimentación, banquetas, redes hidráulicas y sanitarias)
- Edificación de espacios públicos y privados.
- Supervisión técnica de obra y control de calidad.
- Proyectos ejecutivos y asesorías técnicas en ingeniería civil.

Puesto y/o Área del Residente:

Departamento donde trabajaste: Administración de obra.

Funciones específicas asignadas: Supervisión y control del proceso constructivo según planos, especificaciones técnicas y normativas vigentes dentro del presupuesto y tiempo establecidos.

Rol dentro del proyecto: Supervisor y modelador BIM

Problemática

En la actualidad, el sector de la construcción en México enfrenta retos técnicos y operativos que comprometen la calidad, seguridad y eficiencia de los proyectos, especialmente en el ámbito de la obra pública. La ejecución de obras mediante metodologías tradicionales, basadas en documentación en papel y una coordinación limitada entre disciplinas, ha dado lugar a una serie de deficiencias que se repiten con frecuencia en diferentes contextos constructivos.

Entre los problemas más comunes se encuentran fallas estructurales derivadas de diseños deficientes, el uso de materiales de baja calidad sin control adecuado, errores durante la ejecución in situ y retrasos significativos en los cronogramas establecidos. Estas fallas no solo afectan la durabilidad y funcionalidad de las construcciones, sino que también genera sobrecostos y retrasos de tiempo para su entrega final.

El problema más urgente radica en la correcta ejecución de los procesos constructivos, lo cual representa un riesgo directo para la seguridad estructural. En segundo plano, aunque también prioritario, se encuentran los atrasos derivados de una supervisión deficiente y de una escasa coordinación entre proyectista, constructores y supervisores.

Esta situación se vuelve aún más crítica cuando se trata de obras con un fuerte componente social, como es el caso del Centro de Desarrollo Comunitario en la comunidad de Guadalupe Victoria. Al ser un proyecto de carácter público y con impacto social directo, es fundamental asegurar que se cumpla con los tiempos establecidos, la calidad del trabajo y el uso adecuados de los materiales.

Ante este escenario, surge la necesidad de replantear la forma en la que se supervisa y controla la ejecución de este tipo de obras. La adaptación de la metodología MIC representa una oportunidad para responder a estas etapas de manera más eficiente. Esta metodología permitirá integrar en un solo entorno digital toda la información del proyecto, mantener un modelo actualizado en tiempo real y tener mayor control sobre el avance físico, la calidad constructiva y la toma de decisiones durante el proceso de obra.

Objetivos

Objetivo General

Implementar la metodología BIM en el proceso de supervisión y control del proceso constructivo del Centro de Desarrollo Comunitario en Guadalupe Victoria, Terrenate, Tlaxcala, con el fin de mejorar la gestión de obra, optimizar recursos, asegurar la calidad y facilitar la toma de decisiones durante la ejecución.

Objetivos Específicos

- Supervisar y controlar, en un plazo de 4 meses, la ejecución de las actividades constructivas, utilizando tablas que registren el progreso según los planos y normativa aplicable, garantizando el cumplimiento de los parámetros establecidos.

- Registrar las actividades de obra mediante evidencias fotográficas diarias, cubriendo al menos un 90% de las actividades realizadas, con la correspondiente descripción de la actividad.
- Desarrollar y actualizar un modelo BIM 3D diaria o semanalmente, según los avances constructivos reales, asegurando que el modelo esté completamente actualizado con el avance físico de la obra hasta la finalización del proyecto en mayo de 2025.
- Evaluar los beneficios del uso del modelo BIM en la supervisión de las actividades constructivas, mediante el seguimiento de las observaciones registradas, hasta la finalización del proyecto en mayo de 2025.

Justificación

En la actualidad la ingeniería civil, se ha caracterizado por la creciente demanda de proyectos de infraestructura más eficientes y seguros. Se hace necesario transformar los métodos tradicionales de supervisión y control de obra. Hoy en día, el éxito de una construcción depende en gran medida de la capacidad para tomar decisiones oportunas y gestionar los recursos de forma inteligente de los recursos. Este proyecto surge como una respuesta concreta a esa necesidad: implementar una metodología que permita supervisar y controlar en tiempo real el proceso constructivo del Centro de Desarrollo Comunitario en Guadalupe Victoria, Terrenate, Tlaxcala, con el objetivo de mejorar la supervisión técnica y optimizar recursos.

Existen antecedentes que demuestran los beneficios reales de esta metodología. En el sector privado, destacan proyectos como el Club Deportivo Guadalajara (2010), la Torre BBVA (2015), el Estudio de Fútbol Monterrey (2015) y la ya mencionada Torre Reforma 1 (2020) y en el sector

público como el Segundo Piso Vial “Gobernadores” en Campeche, el Plan Maestro del Complejo Observatorio de la Ciudad de México y el Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles (AIFA), en los cuales el uso del MIC permitió una mejor gestión de obra.

En México, aunque su implementación no es obligatoria a nivel nacional, es evidente la necesidad de migrar hacia una supervisión más inteligente y conectada. Por ello, aplicar una metodología como MIC en este proyecto permite supervisar y controlar en tiempo real el proceso constructivo, lo que facilita la identificación de errores durante la ejecución y no al final, optimiza el uso de recursos, garantiza el cumplimiento del cronograma y mejora la calidad de los resultados. Esto beneficia tanto a la empresa, que obtiene un mayor control operativo y disminución de retrabajos, como a la comunidad, que se verá beneficiada con una obra segura, eficiente y realizada en un menor tiempo.

Asimismo, este proyecto tiene un valor formativo fundamental, al permitir aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Civil en un entorno real y exigente. Favorece el desarrollo de habilidades profesionales clave como la toma de decisiones informadas, la resolución de problemas campo y la capacidad de trabajo colaborativo mediante tecnologías actuales.

Capítulo 1. Marco Teórico

1.1. Fundamentos y Definiciones Básicas

Para entender cómo se aplica el Modelado de Información para la Construcción (MIC) en la supervisión y control de obra, primero hay que definir los conceptos clave que ayudan a organizar el proceso constructivo. Esto incluye la ingeniería civil, el papel de la supervisión en obra y el uso del BIM desde la perspectiva práctica en el campo. En este apartado se explican las ideas fundamentales que respaldan la metodología utilizada en el desarrollo de este proyecto.

1.1.1. Ingeniería Civil

Según el Colegio de Ingenieros Civiles de México A.C., la ingeniería civil se entiende como una disciplina esencial encargada de planear, diseñar, construir y mantener la infraestructura que sostiene el desarrollo de la sociedad, abarcando obras como carreteras, puentes, edificaciones, presas, sistemas de agua, transporte y energía. Se trata de una profesión que, mediante la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos con un enfoque sustentable, impulsa el progreso integral del país, contribuyendo tanto a la transformación de las ciudades como al bienestar de las comunidades, al promover una infraestructura resiliente, segura y sostenible para el futuro nacional.

1.1.2. Centro de Desarrollo Comunitario

De acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, 2016), los Centros de Desarrollo Comunitario (CDC) son espacios sociales que impulsan el desarrollo comunitario, fomentan la convivencia y acercan servicios sociales a la población mediante la participación de los gobiernos, la sociedad civil y la comunidad. Su propósito es fortalecer la inclusión social, la autonomía y la cohesión comunitaria, ofreciendo actividades formativas, culturales, recreativas y de asistencia social, tanto dentro de sus instalaciones como en otros espacios de la comunidad, con especial atención a los grupos vulnerables y al mejoramiento de la calidad de vida.

1.1.3. Procesos Constructivos

Son el conjunto de actividades técnicas, organizativas y operativas que se ejecutan de manera secuencial y planificada con el fin de llevar a cabo una obra. A través de estos procesos, se transforma un proyecto arquitectónico en una construcción real.

Estos procesos se dividen en etapas que van desde los trabajos preliminares, como el estudio del terreno y el trazo del proyecto, hasta la cimentación, estructura, las instalaciones y los acabados. Además, todo proceso constructivo debe seguir pasos básicos como la planeación, la programación, la ejecución y el control de cada actividad.

1.1.4. Planeación

La planeación es el pilar estratégico del proceso constructivo, donde se estructuran todas las actividades necesarias para ejecutar la obra, desde la definición de objetivos hasta la programación de tiempos y costos. Su propósito es minimizar incertidumbres, evitar retrasos y optimizar recursos. Esta etapa implica determinar la normatividad aplicable, realizar estudios de factibilidad, y establecer presupuesto, programa de ejecución y contrato de obra (Mora, 2023).

1.1.5. Ejecución

Es la etapa donde la construcción cobra vida. Es el momento en que materializan los planos, las especificaciones técnicas y los recursos planificados. Aquí es donde se aplica la fuerza operativa, la técnica constructiva y la supervisión directa en el sitio. La ejecución no solo implica construir, sino hacerlo con precisión, controlando tiempos, calidad y seguridad en cada actividad. Esta actividad requiere una colaboración efectiva entre mano de obra, maquinaria, materiales y gestión técnica para lograr resultado sólidos, duraderos y funcionales.

1.1.6. Control

Es el sistema de vigilancia técnica que asegura que cada componente del proceso constructivo se realice conforme a los estándares previstos, a través de inspecciones, y verificaciones, para así monitorear la calidad, el cumplimiento de tiempos, el uso de recursos y seguridad en obra. Más que detectar errores, el control busca prevenirlos, corrigiendo desvíos en tiempo real. Es una herramienta decisiva para garantizar eficiencia operativa, reducir retrabajos y asegurar que la obra final cumpla con los objetivos previstos.

1.1.7. Supervisión de Obra

Es el proceso mediante el cual se verifica que la construcción se ejecute conforme a lo establecido en el proyecto ejecutivo, incluyendo planos, especificaciones técnicas y normativas vigentes. Su propósito es asegurar que los procedimientos constructivos se desarrollen de manera adecuada, cumpliendo con los criterios de calidad, seguridad, tiempo y costos definidos anteriormente. Esta actividad implica el seguimiento continuo del avance físico, la revisión de materiales, métodos utilizados, y la coordinación entre los diferentes actores que intervienen en la obra.

1.1.8. Metodología BIM

De acuerdo con el Instituto Mexicano del Transporte (Vázquez Paulino, J. C., Backhoff Pohls, M. Á., Morales Bautista, E. M., & González Moreno, J. O., 2023), el Building Information Modeling (BIM) es una metodología que permite la colaboración entre todos los actores de un proyecto mediante el uso de modelos digitales que concentran la información necesaria a lo largo de todo su ciclo de vida. En este sentido, BIM se entiende como una metodología de trabajo colaborativa que se utiliza para planear, diseñar, construir, operar y mantener edificaciones en cada una de sus fases. Esta herramienta posibilita la creación de un modelo tridimensional del proyecto

que integra datos técnicos y operativos, garantizando una correcta ejecución desde el diseño hasta el mantenimiento o incluso la demolición.

A diferencia de los métodos tradicionales basados en planos, BIM propone una nueva forma de pensar: no se trata solo de cómo se va a dibujar el proyecto, sino de cómo se va a construir. Al trabajar en entornos BIM, se genera un “edificio virtual” con datos paramétricos, lo que permite que cualquier cambio realizado se actualice automáticamente en todos los elementos relacionados, reduciendo errores, tiempos y costos.

La fortaleza de esta metodología radica en la integración de distintos tipos de información en un solo modelo digital. Gracias a ello, BIM no se limita a la etapa de diseño, sino que acompaña al proyecto durante su construcción y permanece como una herramienta útil durante la vida útil del edificio. Un aspecto clave para esta coordinación entre disciplinas es el uso del Entorno Común de Datos (CDE, por sus siglas en inglés), un espacio digital compartido donde se centraliza la información gráfica y documental, asegurando que todos los participantes trabajen con la misma fuente actualizada, lo que mejora la colaboración y la toma de decisiones.

1.1.9. Orígenes de la Metodología BIM

El origen de la metodología BIM (Building Information Modeling) es resultado de una evolución progresiva de conceptos, herramientas y tecnologías que se han desarrollado a lo largo de varias décadas. Uno de los antecedentes teóricos más importantes fue propuesto por el profesor Charles M. Eastman, quien en la década de 1970 desarrolló el concepto de un sistema digital capaz de representar un edificio mediante un modelo con información integrada, al que llamo “Building Description System”. Este sistema consistía en representar digitalmente un edificio mediante la descripción de cada elemento a través de tres componentes: forma (topología y geometría), lista

de propiedades y localización (ANIPPAC, 2022). Lo que constituye el principio fundamental del concepto actual de BIM.

El avance tecnológico que impulso este desarrollo comenzó incluso antes. En 1957, el Dr. Patrick J. Hanratty creó *PRONTO*, el primer software de manufactura asistida por computadora (CAM), considerado el origen de muchas herramientas posteriores de diseño. En 1963, Ivan Sutherland desarrollo Sketchpad, el primer programa de diseño asistido por computadora (CAD), que permitió por primera vez la interacción grafica directa con la computadora, sentando bases para el diseño digital.

En 1982, Autodesk lanzó AutoCAD, revolucionando el diseño en 2D. Poco después, el 1986, Jonathan Ingram desarrollo Sotana, un programa pionero en el modelado tridimensional de edificaciones, considerado un precursor directo de las actuales plataformas BIM. Este software permitirá integrar información en un entorno 3D, una característica esencial que luego sería estandarizada en herramientas BIM modernas.

En cuanto a su aplicación práctica, la empresa húngara Graphisoft fue pionera en el uso de un enfoque BIM al lanzar en 1987 el software ArchiCAD, el primero en permitir la creación de modelos arquitectónicos tanto en 2D como en 3D en una computadora personal. Graphisoft introdujo el concepto bajo el nombre de “Edificio Virtual”, anticipando muchas de las funciones que hoy en día se asocian con BIM.

El término “Building Information Modeling” fue utilizado por primera vez por Robert Aish, aunque fue el analista Jerry Laiserin quien lo popularizo en los años 2000 al promoverlo como una forma de describir un modelo digital colaborativo, útil para el intercambio de información entre los distintos actores de un proyecto de construcción (ANIPPAC, 2022). En esta

misma década, la empresa Autodesk consolidó el uso de BIM al adquirir en 2002 la compañía Revit Technology Corporation, desarrolladora del software Revit, diseñado específicamente para aplicar esta metodología. Esta adquisición marcó un momento clave para la difusión global del concepto.

De este modo, el origen de BIM no se puede atribuir a un solo autor ni a una única empresa, sino que ha sido el resultado de la contribución conjunta de investigadores, desarrolladores y compañías tecnológicas a lo largo del tiempo.

1.1.10. Modelo BIM

Es una representación digital tridimensional de una construcción que no solo muestra su forma y dimensiones, sino que también incorpora información detallada sobre cada uno de sus elementos. A diferencia de los planos tradicionales 2D, este modelo permite visualizar el proyecto de manera realista, facilitando la identificación de posibles conflictos y mejorando la coordinación entre las distintas disciplinas involucradas en el diseño y la construcción. Además, al contener datos precisos sobre materiales, dimensiones y ubicaciones, el modelo BIM se convierte en una herramienta esencial para la planificación y ejecución eficiente de proyectos arquitectónicos y de ingeniería.

1.1.11. Autodesk Revit

De acuerdo con la Asociación Nacional de Industriales del Prefuerzo y la Prefabricación A.C. (ANIPPAC, 2023), Autodesk Revit es un software orientado al diseño y documentación arquitectónica que abarca todas las fases de un proyecto, desde la concepción inicial hasta la elaboración de planos detallados y cronogramas. Este programa destaca dentro de los entornos BIM por su capacidad de integrar disciplinas mediante sus variantes Architecture, Structure y MEP, lo que permite trabajar en equipos multidisciplinarios. Además, facilita la generación de

planimetría, detalles constructivos, cuantificación e incluso renders, convirtiéndose en una herramienta clave para la gestión digital de proyectos de construcción.

1.1.12. LOD o Nivel de Desarrollo

Dentro del desarrollo de proyectos constructivos, el Nivel de Desarrollo (LOD, por sus siglas en inglés) se refiere al nivel de detalle y precisión que posee cada elemento dentro de un modelo BIM, según la etapa en la que se encuentre el proyecto. Este concepto permite establecer estándares claros sobre la información que debe contener cada componente del modelo. Cada uno de estos elementos se comporta como un objeto BIM, adaptándose a los requerimientos específicos de cada fase y mostrando el nivel de definición necesario para facilitar la comprensión y coordinación del proyecto.

A continuación, se describen los distintos niveles de desarrollo:

LOD 100: Representa un diseño conceptual. Los elementos en esta son solo símbolos o volúmenes genéricos que solo indican la presencia de un componente, sin especificar su forma, tamaño ni ubicación exacta. La información derivada de este nivel es solo referencial.

LOD 200: Los objetos tienen una representación más aproximada en términos de tamaño, forma y ubicación. Aunque siguen siendo genéricos, se empieza a usar la geometría para análisis preliminares o para reservar espacios dentro del modelo. La información sigue siendo estimada.

LOD 300: A este nivel, los elementos cuentan con dimensiones, ubicación y orientación precisas. Su diseño ya puede ser medido directamente desde el modelo sin depender de notas externas. Se considera la primera etapa con información confiable para coordinar distintos aspectos del proyecto.

LOD 350: Se detalla la interacción entre los elementos modelados y su conexión con otros sistemas. Es decir, se representan soportes, uniones, anclajes u otros componentes necesarios para la coordinación entre disciplinas. Este nivel permite detectar interferencias con mayor precisión.

LOD 400: Incluye toda la información necesaria para fabricar, montar o instalar el componente. Los elementos están completamente definidos con detalles como soldaduras, tornillería o refuerzos.

LOD 500: Representa el estado final “as-built” o conforme a obra. Los elementos modelados son verificados en campo a través de tecnologías como escaneo laser o estaciones totales, asegurando que el modelo digital coincide con la realidad construida. Este nivel es esencial para el mantenimiento y gestión del edificio a lo largo de su vida útil.

1.1.13. Dimensiones BIM

De acuerdo con el Instituto Mexicano del Transporte (Solorio, 2023), la metodología BIM no debe entenderse únicamente como un medio para generar representaciones tridimensionales del proyecto, sino como un enfoque integral que abarca otras dimensiones clave del ciclo de vida de una obra, como la planificación en el tiempo (4D), el control de costos (5D), la sustentabilidad (6D) y la gestión durante la operación y el mantenimiento (7D). Esta perspectiva permite anticipar interferencias entre sistemas constructivos, optimizar tiempos de ejecución y reducir costos, generando un modelo del activo que refleja fielmente lo construido (as-built).

En este contexto, resulta pertinente explicar cada una de las dimensiones que conforman la metodología BIM, ya que permiten comprender cómo se articula la información del proyecto a lo largo de sus distintas etapas.

Primera dimensión – La idea: todo proyecto inicia con una concepción inicial, en la que se definen las condiciones básicas, la localización y los objetivos generales. En esta etapa también se complementa el planteamiento preliminar del plan de ejecución BIM (BEP), que guiará todo el desarrollo posterior.

Segunda dimensión – El diseño preliminar: Corresponde a la fase de diseño conceptual, donde se establece la visión del proyecto y se conforma el equipo de trabajo. También se evalúa la viabilidad económica y financiera para asegurar que el proyecto pueda ser sostenible a largo plazo.

Tercera dimensión – Modelado de información: En esta etapa se construye el modelo tridimensional del proyecto, que representa gráficamente los elementos constructivos e integra la información técnica necesaria. Este modelo servirá como base para la gestión durante todas las fases del ciclo de vida del edificio.

Cuarta dimensión – Tiempo o planificación: Se incorpora la variable temporal al modelo, que permite planificar y programar las distintas fases constructivas del proyecto. Esta dimensión ayuda a prever retrasos o interferencias, facilitando la toma de decisiones mediante simulaciones de obra.

Quinta dimensión – Costos: Aquí se asocian los elementos del modelo con los costos correspondientes, permitiendo estimar presupuestos y llevar un control financiero más preciso. La relación entre las dimensiones de modelado (3D), planificación (4D) y costos (5D) es fundamental para lograr una gestión eficaz.

Sexta dimensión – Sostenibilidad y eficiencia energética: En esta fase se evalúa el rendimiento energético del proyecto mediante simulaciones que permiten verificar el

cumplimiento de estándares ambientales. También se considera la eficiencia de los sistemas constructivos y en las instalaciones buscando reducir el impacto ambiental.

Séptima dimensión – Gestión y mantenimiento: Una vez construido el proyecto, esta dimensión se encarga de planificar el mantenimiento a lo largo de su vida útil. Esto incluye inspecciones periódicas, reparaciones, y una administración logística eficiente para conservar la calidad operativa del inmueble.

1.1.14. Niveles de Madurez BIM

El Instituto Mexicano del Transporte (Solorio, 2023) señala que el avance en la adopción de la metodología BIM dentro de los procesos constructivos puede evaluarse a través de los llamados niveles de madurez, los cuales permiten identificar el grado de colaboración alcanzado entre los equipos de trabajo y la forma en que se comparte la información. Esta clasificación ofrece una progresión que va desde prácticas convencionales, basadas en documentación impresa o modelos aislados, hasta esquemas de integración digital completa en un entorno compartido.

En este marco, los niveles de madurez BIM se organizan como una escala que facilita el desarrollo estructurado de la metodología en obra, pues cada etapa exige cumplir con ciertos criterios técnicos y organizativos para avanzar hacia una mayor eficiencia y coordinación. A continuación, se describen los cuatro niveles principales:

Nivel 0: Se basa en un sistema tradicional de trabajo, donde no existe colaboración digital ni integración de datos. La información se maneja en dibujos en 2D, ya sea impresos o en formatos digitales. Cada participante trabaja de forma independiente, sin intercambio efectivo de datos.

Nivel 1: Marca un primer avance hacia lo digital. Se combinan planos en 2D con algunos elementos tridimensionales, y la información comienza a organizarse mediante plataformas

compartidas. Aunque se utilice un entorno común de datos para almacenar documentos, los modelos 3D aún no se gestionan de forma colaborativa entre todos los participantes del proyecto.

Nivel 2: Representa un nivel más avanzado de colaboración. Cada disciplina trabaja en su propio modelo digital, pero todos estos modelos pueden ser compartidos, integrados y coordinados gracias al uso de formatos compatibles. Esto permite unir todos los modelos de trabajo en uno solo, lo que hace más fácil que los diferentes programas y equipos se entiendan entre sí y se comuniquen mejor.

Nivel 3: Es el nivel más alto de integración. Todos los participantes del proyecto trabajan sobre un único modelo digital que está disponible para todos en tiempo real. Este modelo compartido permite una colaboración total, mejora el control sobre el avance del proyecto y hace posible tomar decisiones más acertadas gracias al acceso continuo o información actualizada. A este nivel también se le conoce como **Open BIM**.

1.1.15. MIC (Modelo de Información de la Construcción)

De acuerdo con la norma NMX-C-527-1-ONNCCE-2017, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2017, el Modelo de Información de la Construcción (MIC) es la adaptación oficial en México del concepto internacional BIM (Building Information Modeling). Esta norma establece que el MIC se basa en un enfoque colaborativo, permitiendo la creación, gestión y aprovechamiento eficiente de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de una edificación o infraestructura.

El MIC no solo ofrece una representación gráfica del proyecto, sino que integra datos técnicos, funcionales y operativos que enriquecen la toma de decisiones, la supervisión y el mantenimiento. Según la Estrategia de Implementación del MIC de la Secretaría de Hacienda y

Crédito Público (2019), uno de sus principios fundamentales es la comunicación entre plataformas y actores del proceso constructivo. Este enfoque mejora la coordinación, reduciendo significativamente los tiempos y costos derivados de errores detectados en etapas posteriores del proyecto.

1.2. Antecedentes

En Tlaxcala, la infraestructura pública orientada al desarrollo social ha cobrado mayor relevancia en los últimos años, destacando la construcción de Centros de Desarrollo Comunitario (CDC) Como una estrategia de atención directa a comunidades en situación de vulnerabilidad. Estos espacios, muchos de ellos gestionados por ayuntamientos o sistemas DIF municipales, tienen como propósito ofrecer alternativas de formación, integración social y fortalecimiento económico local.

Aunque la mayoría de estas construcciones han seguido métodos tradicionales, representan un campo con gran potencial para la incorporación de metodologías innovadoras como BIM, que ha demostrado mejorar la eficiencia, la coordinación y el control en los proyectos constructivos. De hecho, el sector público en México comenzado a implementar BIM en obras relevantes, como es el caso de los hospitales del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), donde su uso ha permitido una mejor integración de disciplinas y una gestión más precisa del proyecto.

En este apartado se presentan los casos de los CDC ubicados en Apizaco y Huamantla, seleccionados por ser ejemplos comparables al proyecto del Centro de Desarrollo Comunitario de Guadalupe Victoria. Asimismo, se incluye como referencia el caso del hospital del IMSS, como muestra del uso exitoso de BIM en la infraestructura pública.

A. Centro de Desarrollo Comunitario de Santa María Texcalac (Apizaco, Tlaxcala).

Este centro representa una de las obras sociales más relevantes impulsadas por el municipio de Apizaco en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). Fue inaugurado en marzo de 2015 con el objetivo de brindar un espacio multifuncional para el desarrollo social educativo y económico de la sociedad de Santa María Texcalac, una de las regiones con mayores índices de rezago social en la región. La obra se diseñó como un espacio flexible que pudiera albergar distintos programas sociales, talleres productivos, actividades culturales, asesorías y capacitaciones dirigidas a la población vulnerable, principalmente mujeres jóvenes y adultos mayores.

B. Centro de Desarrollo Comunitario de Huamantla

En mayo de 2014, el Ayuntamiento de Huamantla llevó a cabo la rehabilitación de un edificio municipal que pasó a convertirse en un Centro de Desarrollo Comunitario. Este espacio fue planeado como un entorno social y de fortalecimiento cultural, especialmente dirigido a mujeres y adultos mayores. Esta intervención urbana forma parte de una estrategia municipal ahora para aprovechar la infraestructura existente, adecuándola con criterios de eficiencia y funcionabilidad comunitaria. Aunque no sea registrado el uso de metodologías digitales como BIM, se reconoce como un ejemplo de reutilización de infraestructura pública con fines sociales.

C. Hospital General Regional IMMS en Marqués (Querétaro)

Es un ejemplo destacado de la aplicación de la metodología BIM en proyectos de infraestructura sanitaria en México. Este hospital, con una superficie de 35,000 m² distribuidos en cuatro niveles, fue diseñado con una estructura de marcos sismo-resistentes y muros de rigidez de concreto reforzado.

Durante su desarrollo, se utilizó el software Revit para modelar la estructura del edificio, que permitió una documentación precisa y una cuantificación eficiente de los elementos constructivos. La implementación de BIM facilitó la coordinación entre las disciplinas creadas en el proyecto, optimizando los procesos de diseño y construcción.

Este proyecto, realizado en 2014, fue desarrollado por la empresa Alba en colaboración con Grupo GAIP y la firma de arquitectura IPPS. La implementación de BIM en este hospital no sólo mejoró la eficiencia en la gestión del proyecto, sino que también contribuyó a garantizar la calidad y seguridad de la infraestructura sanitaria.

1.3. Normatividad Aplicable

En el ámbito de la construcción, el cumplimiento normativo constituye un componente esencial para garantizar que las obras se desarrollen bajo criterios de seguridad, calidad, funcionalidad y sostenibilidad. Las disposiciones técnicas y legales permiten establecer una base común entre los diversos actores del proceso constructivo, guiando desde el diseño y planeación hasta la ejecución y supervisión. Este marco regulatorio se enriquece con herramientas digitales como el Modelo de Información de la Construcción (MIC), que promueve la integración ordenada y colaborativa de la información de un proyecto a lo largo de su ciclo de vida.

A nivel estatal, el **Reglamento de la Ley de la Construcción del Estado de Tlaxcala** representa la norma que regula las acciones constructivas dentro del territorio. Define los requisitos técnicos y administrativos para ejecutar obras públicas y privadas, asegurando que se cumplan criterios estructurales, urbanos y ambientales acordes al contexto local. Este reglamento se complementa con las **Normas Técnicas Complementarias del Estado de Tlaxcala**, las cuales ofrecen especificaciones técnicas detalladas para la ejecución de proyectos como cimentaciones,

instalaciones, estructuras y procedimientos de supervisión, adaptados a las condiciones geológicas, climáticas y urbanas de la región.

En el ámbito nacional, destaca la implementación formal del modelo de información de la construcción (MIC), el cual fue establecido como metodología oficial mediante la **norma NMX-C-527-1-ONNCCE-2017**, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2017. Esta norma define al MIC como un enfoque basado en la colaboración entre disciplinas, mediante el uso de modelos digitales estructurados que permiten gestionar eficientemente la información durante todas las etapas de un proyecto. El MIC se enfoca en mejorar la calidad de la infraestructura, reducir errores y sobrecostos, y facilitar la toma de decisiones informadas.

Complementando esta norma, la **Estrategia de Implementación del MIC en México**, desarrollada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) EN 2019, propone una hoja de ruta progresiva para la adopción de esta metodología en proyectos públicos. Este plan establece cuatro niveles de madurez digital y plantea beneficios como el ahorro de recursos, mayor transparencia en la gestión de la obra pública y mejor trazabilidad de la información durante el ciclo de vida del activo.

1.4. Fundamentos de los Procesos Constructivos

Los procesos constructivos representan la secuencia de las actividades técnicas que permiten la ejecución física de una obra. Cada etapa, desde la preparación del terreno hasta la colocación de acabados, responde a una lógica constructiva específica que varía según el tipo de proyecto, materiales y sistemas empleados. El bloque se enfoca en identificar y comprender los fundamentos que estructuran dichos procesos, ya que conocer su funcionamiento es clave para identificar adecuadamente el desarrollo de una obra la forma en que sus distintas partes se realizan en campo.

1.4.1. Trabajos Preliminares

Se entiende por *trabajos preliminares* al conjunto de actividades que deben ejecutarse en el terreno destinado a la construcción antes de iniciar formalmente la obra. Estas labores tienen como finalidad preparar y acondicionar el sitio, asegurando que se encuentre en condiciones adecuadas para el desarrollo seguro y eficiente del proceso constructivo.

1.4.1.1.Desmantelamiento

Consiste en retirar o desmontar estructuras, instalaciones o elementos existentes en un terreno, con el propósito de liberar el área para una nueva construcción. El material resultante puede ser de recuperación o sin recuperación, dependiendo de su estado y posibilidad de reutilización.

1.4.1.2.Demolición

De acuerdo con las Normas Técnicas de la Ley de la Construcción del Estado de Tlaxcala (2018), la demolición es la acción mediante la cual se derriba o destruye total o parcialmente una edificación determinada. Esta actividad se lleva a cabo una vez que han sido retirados, mediante desmantelamiento, los materiales o equipos susceptibles de recuperación o reutilización. La demolición implica fragmentar los elementos hasta obtener tamaños manejables, y debe realizarse bajo condiciones de orden, eficiencia, limpieza y seguridad estructural.

1.4.1.3.Limpieza de Terreno

Actividad que consiste en remover del área destinada a la construcción cualquier elemento que obstaculice el desarrollo de la obra. Esto incluye el retiro de basura, escombros, vegetación superficial, materiales sueltos y cualquier tipo de desecho o residuo. Asimismo, el procedimiento constructivo para el desmonte deberá ser propuesto por el contratista y aprobado por el supervisor, retirando la materia vegetal sin dañar árboles o arbustos fuera del área indicada en el proyecto. El Instituto o el proyecto señalarán los árboles que deban respetarse, y únicamente se cortarán ramas

a menos de tres metros de la edificación; cualquier daño ocasionado fuera del área será responsabilidad del contratista (INIFED, 2014).

1.4.1.4.Despalme

Según el INIFED (2014), la excavación es la extracción o retiro de la capa superficial del terreno, compuesta por tierra vegetal y materiales orgánicos, con el fin de alcanzar un estrato firme. Esta actividad puede realizarse de forma manual o mecánica, según las condiciones del sitio y los requerimientos del proyecto.

1.4.1.5.Trazo y Nivelación

Trazo: Es la actividad que consiste en marcar en el terreno las dimensiones, ejes y linderos indicados en los planos del proyecto, mediante marcas visibles para ubicar con precisión los elementos de la construcción.

Nivelación: es el proceso que permite determinar las diferencias de altura entre distintos puntos de un terreno, en relación con una referencia fija conocida como banco de nivel. Esta referencia puede ser verdadera (establecida oficialmente) o asumida (según conveniencia del proyecto), a partir de ellas se obtienen las alturas y pendientes adecuadas.

Al combinarse, ambos procesos brindan la referenciación espacial necesaria para ejecutar la obra conforme a las especificaciones técnicas y topográficas. De acuerdo con el *Manual Técnico de Construcción* (Holcim México, s.f.), el trazo permite ubicar ejes y linderos del proyecto, mientras que la nivelación asegura la precisión de alturas y pendientes, garantizando la correcta ubicación del proyecto en el espacio.

1.4.2. Cimentación

A continuación, se presentan los trabajos que conforman la etapa de cimentación dentro del proceso constructivo.

1.4.2.1.Excavación

La excavación es una actividad fundamental dentro de los trabajos preliminares de una obra, ya que prepara el terreno para recibir los elementos estructurales, como la cimentación. Según Loreto Villanueva Pérez (2016), este proceso implica el movimiento de tierras para la remoción y extracción de materiales del suelo, con el fin de alcanzar el nivel necesario para el desplante de la cimentación, la rasante de un camino o el fondo de una cepa para instalar tuberías. Consiste en el movimiento controlado de las tierras, mediante la remoción de materiales del suelo hasta alcanzar el nivel requerido para el desplante del proyecto. Su ejecución depende de diversos factores como el tipo de suelo, la profundidad necesaria, la presencia de agua en el terreno, y las condiciones de las construcciones e instalaciones cercanas. Este trabajo puede realizarse de forma manual, mecánica o, en casos especiales, con explosivos autorizados. Existen distintos tipos de excavación, entre ellos las excavaciones a cielo abierto, en seco, en terreno saturado o en presencia de agua, cada una con características y cuidados particulares.

1.4.2.2.Carga, Acarreo y Sobreacarreo

La **carga** se refiere a la acción de reunir y depositar materiales generados como escombros, tierra o residuos en un medio de transporte, ya sea manual, como una carretilla, o mecánico, como un camión. Esta maniobra es necesaria para movilizar dichos materiales hacia su siguiente destino dentro fuera del sitio de obra.

Por su parte, el **acarreo** consiste en el traslado de esos materiales, desde su punto de origen hasta una zona de depósito temporal o definitiva. El acarreo puede realizarse manualmente o con maquinaria, y su alcance está determinado por las distancias específicas en el proyecto. Cuando esta distancia no supera los 20 m en trabajos manuales o el kilómetro en acarreo mecánico, se le considera **acarreo libre**.

En cambio, cuando la distancia de transporte excede esos límites, se clasifica como **sobreacarreo**. Este indica recorridos adicionales que se miden por bloques: en el caso manual, por tramos de 20 m, y en el caso mecánico, por kilómetros adicionales al primero.

Estos traslados pueden también clasificarse según el tipo de carga que se utilice:

- *Carga manual*. Se realiza únicamente con esfuerzo humano y herramientas simples.
- *Carga mecánica*. Implica el uso de maquinaria especializada para recoger y cargar el material.

1.4.2.3. Relleno

Es el procedimiento mediante el cual se coloca material en excavaciones o sobre el terreno natural, con el fin de alcanzar los niveles de desplante establecidos en el proyecto. También se utiliza para sustituir suelos poco estables o para cubrir cimentaciones u otras zonas que deben quedar confinadas. Este proceso busca mejorar las condiciones del terreno antes de continuar con las siguientes etapas.

Los materiales utilizados pueden ser:

- *Material producto de la excavación*. Siempre que el suelo extraído sea limpio, estable, sin contaminación y con buena capacidad para compactarse, puede reutilizarse como relleno.
- *Material de banco*. Si el material natural no cumple con las condiciones necesarias, se reemplaza por otro proveniente de un banco. Este material debe tener una granulometría adecuada, estar libre de impurezas y permitir alcanzar la humedad óptima para su compactación.

1.4.2.4. Compactación

La compactación es el proceso mediante el cual se aplica energía al suelo para reducir los espacios vacíos entre sus partículas, aumentando así su densidad, capacidad de soporte y estabilidad. Este procedimiento es esencial en obra para disminuir asentamientos, controlar la permeabilidad del terreno y asegurar una base sólida para la cimentación.

Tipos de compactación

Existen diferentes métodos según la forma de energía aplicada y el tipo de suelo.

Compactación estática. Se ejerce una presión constante usando maquinaria pesada como rodillos (lisos o neumáticos) para comprimir el suelo sin vibración.

Compactación por impacto. Utiliza golpes repetidos aplicados por pisones o apisonadores para consolidar el suelo, ideal para suelos granulares.

Compactación por vibración. Combina presión y vibraciones de alta frecuencia, facilitando que las partículas se reacomoden. Es efectivo en arenas y suelos granulares.

Compactación por amasado (o balanceo de pata de cabra). Solapa presión aplicada con rodillos de puntales, útil para suelos cohesivos a los que se desea dar mayor densidad.

En laboratorio, los métodos de compactación de campo se simulan mediante pruebas específicas, como la Prueba Proctor desarrollada por R. R. Proctor. Esta prueba determina la densidad máxima alcanzable de un suelo al aplicar una energía definida y analizar su contenido de agua. Se observa que existe una humedad óptima en la que se logra la máxima compactación. Para suelos finos, se desarrolló una versión modificada, conocida como la prueba miniatura, adaptada por el Prof. S. D. Wilson, que utiliza moldes pequeños para simular de manera más precisa la

compactación de suelos plásticos en campo. Sin embargo, para suelos friccionantes, como las arenas, se recomienda el uso de métodos de vibración, ya que la prueba Proctor no es tan eficaz en estos materiales (Juárez Badillo Rico Rodríguez, 2016).

1.4.2.5. Plantilla de Cimentación

Es una capa delgada de concreto simple que se coloca en el fondo de las excavaciones antes de construir elementos estructurales como las cimentaciones de mampostería. Su propósito principal es generar una base nivelada, rígida y limpia que facilite la correcta colocación de la cimentación definitiva. Generalmente, este concreto es de baja resistencia ($f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$), ya que su función no es estructural sino auxiliar. El espesor habitual varía entre 5 y 10 cm, dependiendo del tipo de cimentación y las condiciones del terreno. Esta capa se extiende a lo largo de toda la cepa excavada, ayudando también a proteger el armado y el concreto estructural del contacto directo con el suelo, evitando así contaminaciones o pérdidas por humedad.

1.4.2.6. Cimentaciones

Según, las Normas Técnicas de la Ley de la Construcción del Estado de Tlaxcala (2018), las cimentaciones son un elemento o conjunto de elementos estructurales que permiten la correcta interacción suelo-estructura debido a la transmisión de cargas entre el edificio y el suelo. Su diseño y ejecución busca garantizar que estas cargas, ya sean permanentes, variables o accidentales, no sobrepase la capacidad de soporte del terreno donde se construye. Las cimentaciones podrán ser de dos tipos: superficiales y profundas.

1.4.2.6.1. Cimentaciones Superficiales

Es aquel tipo de cimentación cuyo desplante se encuentra a una profundidad relativamente baja, es decir, igual o menor a dos veces el ancho de la base de la cimentación, lo que implica que la relación entre profundidad (D_f) y ancho (B) sea menor a uno. Debido a esta proporción, no se

consideran los rozamientos laterales en su diseño, ya que la carga se transmite principalmente en dirección vertical. Esto las hace ideales para edificaciones ligeras o sobresuelos con buena capacidad portante a poca profundidad. Se clasifican en:

Mampostería de piedra. De acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería (2023) es una construcción compuesta, integrada por piezas de origen pétreo, naturales o artificiales, que por lo general son lo suficientemente pequeñas como para ser manejadas por una persona y que son unidas entre sí con mortero. Se utiliza principalmente piedra brasa debido a sus propiedades de resistencia y durabilidad. Entre los elementos que complementan esta técnica, se encuentran las cadenas o dadas de desplante.

Las dimensiones mínimas recomendadas para esta cimentación son:

- La base mínima debe de ser de 65 cm.
- La corona no debe ser menos a 30 cm.
- El escarpio debe tener un ángulo mínimo de 60°.

Zapatas aisladas. De acuerdo con el Manual Técnico de Construcción (Holcim México, s.f.), las zapatas aisladas se construyen para recibir las cargas de la súperestructura a través de columnas, resistiendo esfuerzos de flexión y cortante causados por la reacción del suelo. Están diseñadas como voladizos invertidos y pueden tener forma rectangular o cuadrada. Para diluir los esfuerzos entre la columna y la zapata, se utiliza un dado o pedestal. El refuerzo consiste en varillas dispuestas en cuadrícula en ambos sentidos.

El diseño debe considerar aspectos como la capacidad de carga del terreno, los asentamientos controlados en suelos compresibles, la robustez de la columna y el dado, y los esfuerzos cortantes y de flexión en la zapata. Además, las zapatas pueden conectarse mediante trabes de liga para controlar esfuerzos por cargas excéntricas o desplazamientos laterales.

Zapatas corridas. Es un tipo de cimentación superficial que se utiliza cuando las cargas estructurales se distribuyen de manera continua a lo largo de un eje, como ocurre en los muros de carga. A diferencia de las zapatas aisladas, zapata corrida se extiende longitudinalmente para cubrir toda la línea de descarga estructural. Se recomienda su uso cuando el suelo tiene una capacidad de carga adecuada, las cargas son moderadas y distribuidas, no se esperan asentamientos diferenciales importantes que afecten la estructura.

Losas de cimentación. Es un sistema estructural que se utiliza cuando las cargas del edificio son elevadas y el suelo tiene baja capacidad de carga. Es común cuando el área requerida por zapatas ocuparía más del 50% del terreno, ya que permite distribuir de manera uniforme a los esfuerzos sobre toda la superficie de desplante.

1.4.2.6.2. Cimentaciones Profundas

Es un tipo de cimentación empleada cuando las cargas de la estructura deben transmitirse a estratos del suelo ubicados a gran profundidad, donde se garantiza mayor resistencia y menor compresibilidad. Se considera profunda cuando la relación entre profundidad y ancho es igual o mayor a 5. Los elementos más comunes son:

Pilotes. Son elementos estructurales delgados, largos y verticales que se hincan o se introducen en el terreno para transmitir las cargas de una edificación a capas profundas del suelo

que ofrecen mejor capacidad portante. Los pilotes pueden ser prefabricados o contruidos “in situ”, y se dividen en pilotes mixtos, de fricción y de punta.

Pilas. Son similares a los pilotes, pero de mayor diámetro. Generalmente se perfora el terreno hasta alcanzar el estrato resistente, se coloca una armadura de refuerzo y luego se vacía el concreto. Las pilas se utilizan en obras de gran tamaño, como puentes y torres.

1.4.3. Albañilería

Son el conjunto de actividades constructivas que intervienen en diferentes niveles de la edificación, abarcando funciones estructurales, semiestructurales, no estructurales y arquitectónicas. Estos trabajos no solo forman parte esencial del sistema resistente en algunos casos, sino que también preparan y detallan la estructura para recibir los acabados finales.

1.4.3.1.Firme

Es una capa de concreto simple, por lo general de 8 cm de espesor, que se coloca en el interior de una construcción para formar una base resistente, nivelada y uniforme. Puede usarse como acabado final o como soporte para otros recubrimientos. Cuando se requiere mayor resistencia, se refuerza con malla electrosoldada. Es fundamental que quede completamente horizontal para asegurar su funcionabilidad y durabilidad.

1.4.3.2.Cadena de Cimentación (dala)

Según (Mora, 2023) son de elementos de concreto reforzado que se colocan en forma horizontal o inclinada a fin de:

- Transmitir las cargas de manera uniforme.
- Ligar la estructura permitiendo una resistencia homogénea ante movimientos horizontales.

- Distribuir los esfuerzos debidos a pequeños asentamientos.

Además, cumplen un papel clave en la integración de la estructura ya que contribuyen a su rigidez y a su capacidad para resistir esfuerzos horizontales, como los provocados por sismos o vientos.

1.4.3.3. Castillos y Cadenas de (Cerramiento)

Castillos. Son elementos estructurales verticales de concreto reforzado cuya función principal es brindar rigidez a los muros de mampostería y contribuir a la estabilidad de la edificación. Se colocan adosados a los muros en puntos clave como las intercepciones y los extremos.

Según las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mamposterías (2023) se deberán colocar castillos por lo menos en los extremos de los muros e intersecciones con otros muros y en un punto intermedio del muro a una separación no mayor que $1.5H$ ni 4m.

Cadenas de cerramiento. De acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería (2023) es un elemento estructural horizontal de concreto reforzado que se integra en la parte superior de los muros. Su función principal es reforzar y confinar la mampostería. Actúa absorbiendo los esfuerzos laterales de tensión y ayudando a distribuir las cargas de manera más uniforme. Existirá una dala en todo extremo horizontal de muro y su separación máxima será de 3 m.

1.4.3.4. Muros

De acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería (2023) este es un elemento resistente con eje vertical que se

caracteriza porque su sección transversal tiene una dimensión mucho menor en un sentido que en el sentido perpendicular. Aunque puede o no ser estructural, suele aportar estabilidad frente a cargas verticales y horizontales, dependiendo del material y sistema constructivo empleados. Este tipo de muro puede fabricarse con materiales como tabique, block de concreto, piedra, paneles prefabricados o sistemas mixtos.

Muros de carga. Son elementos estructurales cuya función principal es soportar el peso proveniente de los niveles superiores de una edificación. Están diseñados para resistir esfuerzos de compresión, tanto de cargas verticales como laterales.

Muros divisorios. No tienen función estructural, ya que su propósito es principalmente la separación o delimitación de los espacios. Y suelen cumplir con requisitos acústicos térmicos o de resistencia a impactos.

Muros de contención o retención. Resisten presiones laterales ejercidas por materiales como tierra, agua u otros elementos. Estos muros están expuestos a esfuerzos que intentan deslizarlos o volcarlos. Su función es esencial en terrenos con desniveles o en obras que requieren confinamiento de masas naturales o artificiales.

1.4.3.5.Registros

Son elementos contruidos con el propósito de permitir el acceso a las de drenaje subterráneo, facilitando su limpieza y mantenimiento. Se colocan estratégicamente a lo largo de los conductos, generalmente a distancias no mayores de 10 m. Están cubiertos por tapas ajustadas pero removibles, lo que permite una intervención rápida en caso necesario. Además, deben ubicarse obligatoriamente antes de que el sistema de drenaje privado conecte con la red pública. Los registros para los albañales ocultos se construirán con las dimensiones mínimas siguientes:

- Para profundidad hasta de un metro: 40 x 60 cm.
- de dos metros: 50 x 70 cm.
- de más de dos metros: 60 x 80 cm.

1.4.4. Elementos Estructurales

Forman parte esencial del sistema constructivo en edificaciones de concreto reforzado, ya que no solo delimita ni protege los espacios, sino que también contribuyen a la estabilidad estructural del edificio. Estos componentes se diseñan para resistir cargas y fuerzas específicas, tanto horizontales como verticales. Su función no se limita al cierre físico del edificio; también colaboran en la distribución de cargas y en la rigidez general del sistema estructural.

1.4.4.1. Losas

Son elementos estructurales horizontales, usualmente de concreto reforzado, que forman parte del sistema de pisos en una edificación. Su función principal es distribuir las cargas hacia trabes, muros o columnas, asegurando la rigidez del conjunto estructural. Pueden ser macizas o aligeradas, según las características del proyecto.

Losa maciza. Es una losa de concreto reforzada colada en sitio, que se caracteriza por ser completamente sólida y uniforme en todo su espesor. Su función principal es resistir cargas distribuidas o concentradas, siendo adecuada en edificaciones que requieren alta rigidez estructural, especialmente cuando los claros no son muy grandes.

Losa de vigueta y bovedilla. Este tipo de losa está compuesta por viguetas prefabricadas que funcionan como elementos estructurales, y bovedillas capturan como aligerantes.

Losa nervada. Consiste en un sistema de nervaduras (o vigas delgadas) dispuestas en una o dos direcciones, entre las cuales se colocan bloques aligerantes para reducir el volumen de

concreto. Este tipo de losa es útil en proyectos donde se requiere grandes claros sin columnas intermedias, ya que permite distribuir las cargas de manera más eficiente.

1.4.4.2. Columnas

Conforme a las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Cimentaciones (2023) son un elemento, usualmente vertical o predominantemente vertical, usado principalmente para resistir carga axial de compresión, aunque puede resistir momento, fuerza cortante y torsión. Normalmente tienen una relación entre la altura y la menor dimensión transversal mayor que 3. Su adecuado diseño en cuanto a tamaño, forma y material es determinante para la estabilidad de toda la estructura. Al formar parte del sistema de marcos estructurales, las columnas permiten el apoyo de vigas que ayudan a distribuir las cargas axiales de forma directa al suelo.

Debido a que trabajan principalmente a compresión, cualquier falla en una columna puede desencadenar un colapso progresivo del edificio. Para evitarlo, es indispensable que la carga actúe exactamente sobre el centroide de su sección transversal.

De acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (2023), las columnas pueden clasificarse según tres criterios principales:

Grado de esbeltez, que relaciona la altura de la columna con su dimensión transversal menor. La relación entre la dimensión transversal mayor de una columna y la menor no excederá de 4. La dimensión transversal menor será por lo menos igual a 200 mm.

Geometría, que abarca formas como cuadradas, rectangulares o circulares.

Material, ya sea madera o concreto.

1.4.4.3.Trabes o Vigas

De acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Cimentaciones (2023) son un elemento estructural de eje recto que cubre un claro horizontal o sensiblemente horizontal y en que el peso propio y las cargas externas inducen principalmente momentos flexionantes y fuerzas cortantes. Cuya función principal es recibir y distribuir las cargas hacia otros elementos estructurales, como columnas o muros. Estas cargas se aplican de forma perpendicular a su eje longitudinal, por lo que las trabes trabajan principalmente a flexión; son una parte de su sección está sometida a compresión y otra a tensión.

Se caracterizan por tener un peralte mayor a su ancho. Pueden construirse como elementos de un solo tramo o de varios, dependiendo de la cantidad de apoyos que tengan. Su diseño estructural considera el uso de acero de refuerzo longitudinal, distribuido en los lechos superior e inferior. Adicionalmente, se integran estribos, que son elementos de refuerzo transversal, encargados de resistir esfuerzos cortantes.

Según las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (2023), el refuerzo longitudinal en trabes deberá proporcionarse acero adicional en las paredes verticales del elemento, que estará constituido, como mínimo, por barras de 7.9 mm de diámetro (número 2.5) colocadas con una separación máxima de 350 mm.

1.4.5. Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias

1.4.5.1.Instalación hidráulica

La instalación hidráulica es el conjunto de tuberías, conexiones, válvulas, equipos y accesorios diseñados para conducir agua potable desde la red municipal hasta los puntos de uso dentro de un edificio (como lavabos, regaderas y excusados). Está compuesta por redes de agua

fría y caliente siguiente, y debe garantizar el suministro con presión suficiente y la calidad higiénica adecuada para el uso humano (Holcim Mexico, 2023).

1.4.5.2. Instalación Sanitaria

Según la Comisión Nacional de Vivienda (2023) es el sistema diseñado para recolectar, conducir y evacuar de manera segura las aguas residuales generadas en una edificación. Este sistema está compuesto por una red de tuberías que se conectan desde la descarga domiciliaria, o albañar, hacia un sistema más amplio de drenaje urbano, donde las aguas son transportadas por atarjeas hacia colectores principales e interceptores. Además, se recomienda empotrar las tuberías a los muros, usar herramientas de corte para piezas macizas, y emplear materiales como concreto, PVC o fierro negro, con pendiente mínima del 2% y diámetros adecuados para garantizar un adecuado desalojo de aguas residuales.

1.4.6. Instalación Eléctrica

Es el sistema encargado de distribuir la energía desde el punto de suministro hasta los equipos que la requieran. Está compuesta por elementos como tableros, interruptores, cables, canalizaciones y dispositivos de control. Pueden instalarse de forma visible oculta o empotrada, su función principal es garantizar un suministro eléctrico seguro, eficiente y confiable.

1.4.7. Acabados

Son los recubrimientos aplicados a pisos muros y techos para brindar protección funcionabilidad y estética. Representa la etapa final de la obra y contribuyen al confort, higiene y durabilidad del inmueble.

Los acabados en pisos incluyen materiales como loseta, porcelanato, madera o concreto pulido, seleccionados según el uso y nivel de tránsito del espacio.

Los acabados en muros pueden ser aplanados, pintura, piedra o recubrimientos cerámicos, con funciones decorativas, protectoras y de aislamiento térmico o acústico.

En techos, los acabados suelen incluir pintura, aplanados o plafones que también permiten ocultar instalaciones o mejorar la acústica o iluminación.

Los acabados en exteriores deben ser resistentes a la intemperie, empleando materiales como fachaleta, piedra, pintura especial o concreto aparente para proteger y embellecer la fachada.

1.4.8. Aplanados

Es un acabado que reviste superficies verticales u horizontales mediante una mezcla de mortero cemento-arena. Su función es nivelar, proteger y preparar los elementos para otros acabados, mejorando su apariencia y durabilidad.

Capítulo 2. Desarrollo

En el desarrollo del presente proyecto se adoptó la metodología Building Information Modeling (BIM), entendida según la ISO 19650 como el conjunto de procesos para la gestión colaborativa de la información a lo largo del ciclo de vida de una construcción. La implementación se estructuró bajo un flujo de trabajo orientado a la supervisión en obra, el registro en tiempo real de la información y la posterior actualización del modelo digital. En una primera etapa, se llevó a cabo la supervisión directa de las actividades constructivas mediante inspecciones visuales, registros fotográficos y tablas de supervisión con parámetros normativos. Posteriormente, dicha información se integró al entorno BIM a través de un modelo tridimensional en el que cada elemento fue representado con un sistema de codificación cromática —por ejemplo, varillas, cadenas y losas— con el fin de facilitar la identificación y el análisis de cada componente.

Las actividades se organizaron de acuerdo con las partidas constructivas, separando cada elemento en el apartado correspondiente. En el caso de los elementos que incluían armado y habilitado de acero, así como su posterior colado, ambos procesos se describieron en el mismo apartado para mantener la continuidad. Sin embargo, cada fase se puede diferenciar fácilmente gracias a las fechas de ejecución registradas en las tablas generadas en Revit, lo que permite identificar cuándo se realizó el armado y cuándo el colado, aun cuando ambos estén en un mismo apartado. Cabe mencionar que, en el ([Ver Anexo B.](#)), se muestra el formato utilizado para las supervisiones en obra, en el cual cada actividad fue evaluada conforme a parámetros específicos de control y se definieron, en su caso, las medidas correctivas aplicadas.

Finalmente, el modelo BIM permitió obtener de manera automática tablas de materiales en las que se registraron las cantidades de acero, concreto, mortero y pintura requeridas para cada elemento. Cada componente contó con un código de identificación propio, y cada tabla presentó

un código distinto para diferenciar las actividades dentro del modelo. Las tablas generadas en Revit consolidaron un registro completo de la obra, incluyendo las fechas específicas de ejecución de cada elemento o actividad. De esta manera, el modelo no solo reflejó el avance físico, sino que también se convirtió en una herramienta integral de gestión, control de materiales y planificación, garantizando coherencia, trazabilidad y soporte técnico robusto para la toma de decisiones, alineado con los principios de estandarización y eficiencia que promueve la ISO 19650.

2.1.Partida 1. Demoliciones y preliminares

2.1.1. *Desmantelamiento*

Ejecución y Supervisión

Las demoliciones consistieron en el desmantelamiento de puertas y ventanas en el área asignada, ejecutado de manera manual con herramientas menores como taladro, martillo y cincel. La actividad se realizó cuidando no dañar muros ni acabados, y los elementos retirados fueron trasladados a un área designada para su almacenamiento.

La supervisión se efectuó conforme a la NOM-031-STPS-2011, relativa a condiciones de seguridad e higiene en la construcción, y a la NOM-161-SEMARNAT-2011, sobre clasificación y manejo de residuos. Los criterios de cumplimiento técnico, de seguridad y ambientales se verificaron en campo, y los registros correspondientes quedaron documentados en su correspondiente tabla de supervisión, lo que permitió validar que la actividad se ejecutara de manera controlada y resolver errores si los había.



Figura 1. Desmantelamiento de puertas. Fuente: Propia.

2.1.2. Demolición de Muros de Block y Elementos de Concreto

Ejecución y Supervisión

La demolición de muros inició con la delimitación del área y la colocación de señalizaciones preventivas, asegurando la ausencia de instalaciones eléctricas o hidráulicas presentes. La actividad se ejecutó con retroexcavadora equipada con martillo hidráulico, fragmentando los elementos de concreto hasta obtener piezas de tamaño manejable. Los escombros fueron cargados a camiones de volteo para su traslado a un sitio autorizado.

Para mitigar la emisión de polvo, se aplicó agua durante la demolición, logrando mantener las condiciones de seguridad e higiene en el entorno de trabajo. Durante toda la operación se verificó el uso adecuado de equipo de protección personal y se aplicaron medidas de seguridad conforme a la NOM-031-STPS-2011 y la NOM-161-SEMARNAT-2011. Al finalizar, no se observaron daños en elementos estructurales que debían conservarse y el área quedó limpia y libre de riesgos, asegurando un desarrollo controlado de la actividad.



Figura 2. Demolición de muros. Fuente: Propia.

2.1.3. Limpieza y Retiro de Pintura en Muros **Ejecución y Supervisión**

La actividad comenzó con una inspección general para identificar áreas donde la pintura presentaba desprendimiento, burbujas o desgaste. Una vez detectadas, se procedió al raspado manual con espátulas metálicas. En zonas donde la pintura estaba más firme o en las juntas del tabique, se utilizó cepillo de alambre para completar la limpieza.

Durante toda la operación se verificó que las condiciones técnicas y de seguridad se cumplieran adecuadamente. Las acciones correctivas se aplicaron inmediatamente al identificar desviaciones, asegurando que la limpieza y el retiro de pintura se ejecutaran de manera controlada y conforme a los estándares de calidad del proyecto.



Figura 3. Limpieza y retiro de pintura en muros. Fuente: Propia.

2.1.4. Trazo y Nivelación

Ejecución y Supervisión

El trazo y nivelación comenzó con la marcación de puntos base en el terreno, respetando la **separación mínima de 0.5 m** respecto a los linderos conforme a las **Normas Técnicas de la Ley de la Construcción del Estado de Tlaxcala**. Para garantizar precisión, se empleó una manguera de nivel con agua y se realizaron líneas visibles con cal en polvo, que sirvieron de referencia para la ubicación de muros. Debido a las variaciones de elevación, se ejecutaron excavaciones controladas para lograr la nivelación adecuada.



Figura 4. Trazo y nivelación. Fuente: Propia.

Modelo BIM

El proceso de trazo y nivelación inició directamente en obra, donde se midieron en tiempo real los puntos característicos del terreno. Estos puntos, obtenidos físicamente en campo, fueron posteriormente ubicados en Google Earth, estableciendo así una correlación precisa entre la supervisión realizada en sitio y su representación digital.



Figura 5.- Puntos en Google Earth. Fuente: Propia.

Una vez localizados en plataforma, se procedió a generar un polígono más amplio que el área real del predio, con el fin de abarcar un mayor número de curvas de nivel y comprender el comportamiento topográfico del entorno.

Posteriormente, con base en los puntos y curvas de nivel obtenidos, se trabajó en CivilCAD para detallar la topografía y exportarla a Revit. En este último software se construyó el modelo tridimensional, en el que se representaron los diferentes cambios de cota y se realizó la nivelación del terreno, logrando un registro digital fiel a las condiciones reales observadas en campo.

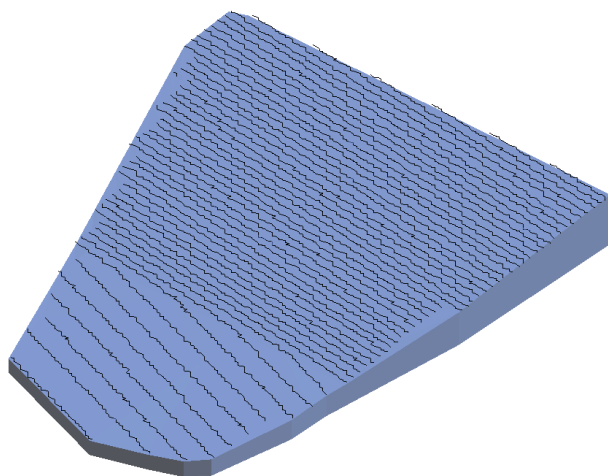


Figura 6.- Curvas de Nivel Generadas en Revit. Fuente: Propia.

En la siguiente figura se muestra el terreno ya nivelado en Revit, donde se integraron los cambios de cota previamente identificados en campo y digitalizados en plataforma.

Este procedimiento representó una ventaja significativa, ya que combinó la supervisión física en obra con la modelación digital, reduciendo posibles errores de interpretación y facilitando la visualización del relieve en tres dimensiones.

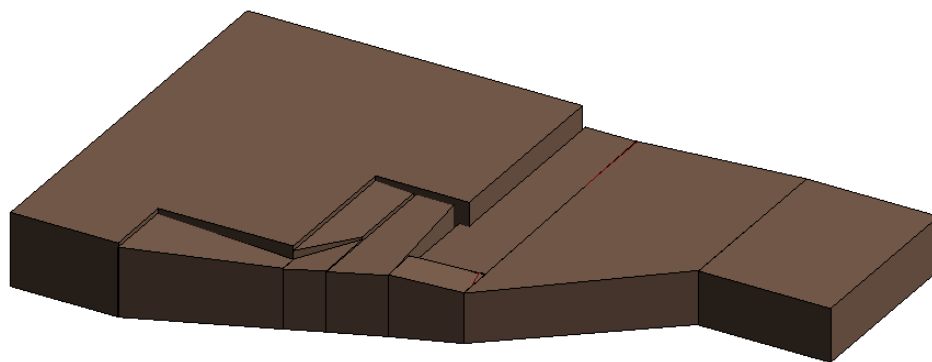


Figura 7.- Terreno ya Nivelado. Fuente: Propia.

2.2.Cimentación y Estructura

2.2.1. Excavación en Ceba

Ejecución y Supervisión

La excavación inició con la verificación de líneas y niveles previamente trazados, indicadas en los planos. Antes de iniciar el corte de terreno, se verificó la existencia de servicios subterráneos como líneas energizadas, tuberías y ductos, constatándose que no se encontraron servicios en la zona de trabajo, cumpliendo con lo establecido en la **sección 11.1 h) de la NOM-031-STPS-2011**.

Una vez definidos los puntos de excavación, se procedió a ejecutar los cortes verticales de las cepas, alcanzando una profundidad de **0.80 m**, lo que cumplió con la **profundidad mínima** de desplante de **0.50 m** por debajo de la superficie natural, de acuerdo con el **artículo 534 de las Normas Técnicas de la Ley de la Construcción del Estado de Tlaxcala**. El material extraído se acumuló temporalmente junto a las cepas para su posterior retiro.

Durante la operación de la maquinaria, se evitó la permanencia de personal dentro de las zanjas de acuerdo con la **sección 11.2.c de la NOM-031-STPS-2011**. Asimismo, se verificó el uso correcto de equipo de protección personal por parte del operador de la maquinaria.



Figura 8. Excavación de cepa. Fuente: Propia.

Con los datos obtenidos durante la ejecución de la excavación, como longitudes, anchos y profundidades, se generó el modelo tridimensional en Revit de manera simultánea a la obra. El modelo representó cada zanja y sección de cimentación, mostrando la forma y profundidad de las excavaciones, tal como se observa en la **figura 9**.

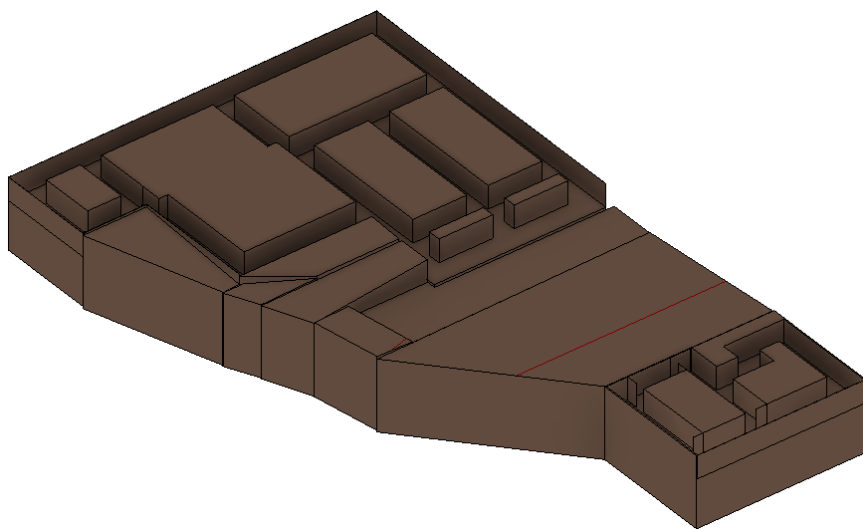


Figura 9.- Excavación generada por Revit. Fuente: Propia.

Con los datos del modelo tridimensional, Revit **generó** la tabla de excavaciones, en la que se registraron los valores obtenidos de cada excavación de cepa ejecutada. De esta manera, se

obtuvo un **volumen total de excavación de 53.80 m³**, permitiendo documentar con precisión el avance de la obra.

Tabla 1

Volumen de Excavación Generado en Revit.

<EXC-01-Excavación en Cepas>						
A	B	C	D	E	F	G
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha de Ejecución	Ubicación	Eje	Entre ejes	Volumen de excavación
EXC-001	Excavación	22/01/2025	Colindante	1	A-F	13.58 m ³
EXC-002	Excavación	22/01/2025	Colindante	2	A-B	2.81 m ³
EXC-003	Excavación	22/01/2025	Colindante	A	1-2	1.96 m ³
EXC-004	Excavación	22/01/2025	Colindante	F	1-2	2.62 m ³
EXC-005	Excavación	22/01/2025	Colindante	B	2-4	4.41 m ³
EXC-006	Excavación	22/01/2025	Colindante	4	B-C	4.10 m ³
EXC-007	Excavación	22/01/2025	Intermedia	C	1-2	2.62 m ³
EXC-008	Excavación	22/01/2025	Colindante	G	10-7	3.58 m ³
EXC-009	Excavación	22/01/2025	Colindante	10	G-J	6.15 m ³
EXC-010	Excavación	22/01/2025	Intermedia	H	7-10	3.58 m ³
EXC-011	Excavación	22/01/2025	Colindante	I	8-10	1.34 m ³
EXC-012	Excavación	22/01/2025	Colindante	8	I-J	1.50 m ³
EXC-013	Excavación	22/01/2025	Colindante	7	G-H	1.57 m ³
EXC-014	Excavación	22/01/2025	Colindante	J	8-10	2.27 m ³
EXC-015	Excavación	22/01/2025	Intermedia	9	H-I	0.78 m ³
EXC-016	Excavación	22/01/2025	Intermedia	B	1-2	0.05 m ³
EXC-017	Excavación	22/01/2025	Intermedia	C	1-2	0.04 m ³
EXC-018	Excavación	22/01/2025	Intermedia	B	1-2	0.86 m ³
Total general: 18						53.82 m ³

2.2.2. *Plantilla de Concreto*

Ejecución y Supervisión

La ejecución de la plantilla inició con la limpieza y nivelación del fondo de las cepas, verificando la cota de desplante con manguera de nivel. Se supervisó la correcta preparación del área y la humedad de la superficie antes del colado. Durante el vaciado, se confirmó que la mezcla correspondiera a la resistencia indicada en los planos estructurales (**f'c = 100 kg/cm²**), que se distribuyera de manera uniforme y que alcanzara un espesor constante de **5 cm**, conforme a lo especificado en proyecto. En cada fase se realizaron los ajustes necesarios para garantizar que la plantilla cumpliera con los criterios técnicos y normativos aplicables.



Figura 10. Colocación y nivelación de plantilla de concreto. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Con base en la información obtenida en campo, se modeló en Revit la plantilla de concreto con su espesor de 5 cm y siguiendo las dimensiones establecidas en obra. En la siguiente (**figura 11**) se puede observar la representación de la plantilla colocada en el fondo de las cepas, así como una vista adicional en la que se aprecia el espesor modelado de manera precisa.

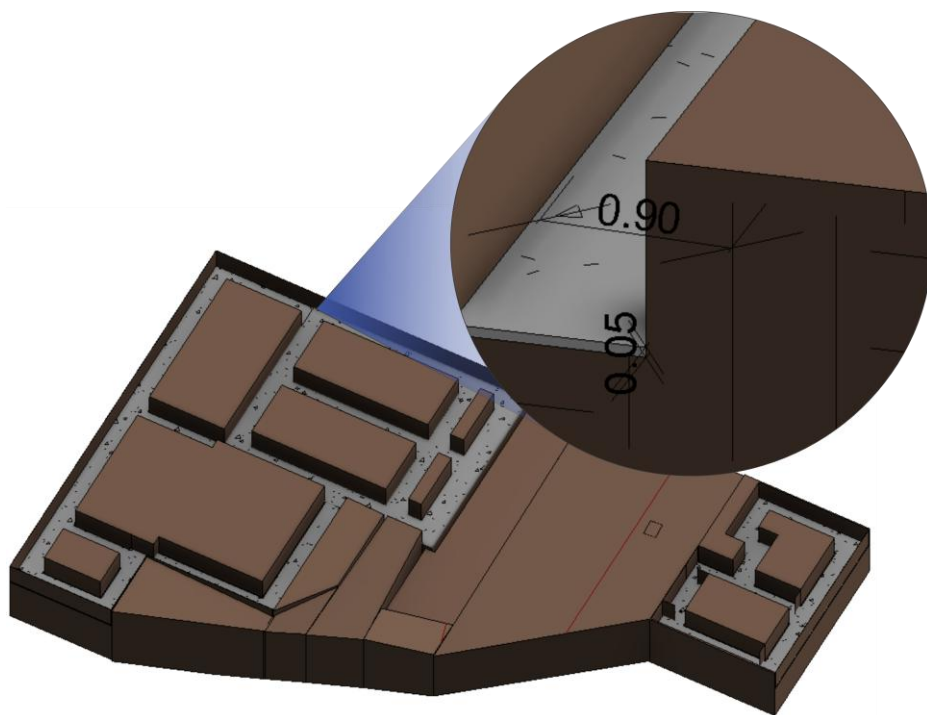


Figura 11.-Plantilla de Concreto generada por Revit. Fuente: Propia.

Con base en el modelo tridimensional desarrollado en Revit, se generó la tabla de planificación de la plantilla de concreto, donde se muestra el área total, el volumen requerido y el desglose de materiales (cemento, arena, grava y agua). Cada elemento cuenta con un código de identificación y fecha de ejecución, mientras que la tabla también dispone de su propio código para garantizar un control preciso y trazable.

Tabla 2

Cantidades de Concreto para Plantilla.

<PLANT-01-Plantilla de Concreto>											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha de Ejecución	Eje	Entre ejes	Material	Área	Volumen	Cemento Portland	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
PLANT-001	Plantilla de Concreto	24/01/2025	A-F	1-3	Concreto	34.03 m²	1.70 m³	9.41	1.24	1.44	0.43
PLANT-002	Plantilla de Concreto	24/01/2025	H-J	7-10	Concreto	20.57 m²	1.03 m³	5.67	0.75	0.87	0.26
Total general: 2						54.60 m²	2.73 m³	15.08	1.99	2.31	0.69

A partir de los datos obtenidos en el modelo, se obtuvo que para la ejecución de la plantilla se requirieron **15.08 sacos de cemento Portland de 50 kg, 1.99 m³ de arena, 2.31 m³ de grava y 0.69 m³ de agua**, lo que permitió tener un mayor control sobre el suministro de materiales y las cantidades realmente utilizadas durante la ejecución.

2.2.3. Mampostería de Piedra Braza

Ejecución y Supervisión

Durante la ejecución se realizó una inspección visual en campo mediante una tabla de supervisión con criterios de control, registrando las condiciones observadas y aplicando acciones correctivas cuando fue necesario. Se constató el trazo y nivelación del muro de mampostería de piedra braza, verificado con cuerda guía y manguera de nivel para asegurar que las alturas y alineaciones coincidieran con las especificaciones del proyecto.

Sobre la plantilla de concreto previamente ejecutada se verificó la colocación de la primera hilada de piedra, asegurando que quedara nivelada y firmemente asentada con mortero en proporción 1:1:5. Se corroboró que las piedras no fueran de canto rodado, conforme a la sección **9.2.1.3 de las Normas Técnicas Complementarias de Mampostería**. Además, se revisó que estuvieran limpias y sin rajaduras, tal como indica la **sección 10.3.1.1**. Antes de su colocación, las piedras fueron humedecidas para mejorar la adherencia. Finalmente, se supervisó que durante el levantado se controlara la verticalidad y alineación del muro con plomada y nivel de burbuja.



Figura 12. Cimentación con espacio para empotramiento de castillo. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Una vez definidos los ejes del muro, así como las longitudes y la altura de las hiladas de acuerdo con lo ejecutado en obra, se procedió a modelar en Revit la mampostería de piedra braza en tiempo real. En la (**figura 13**) se muestra el muro modelado, en el que se aprecia su alineación y dimensiones conforme a lo construido. Es importante señalar que la cimentación representada en un tono gris más oscuro corresponde a la ya existente, mientras que la **cimentación en gris más claro** hace referencia a la parte **recientemente ejecutada**.

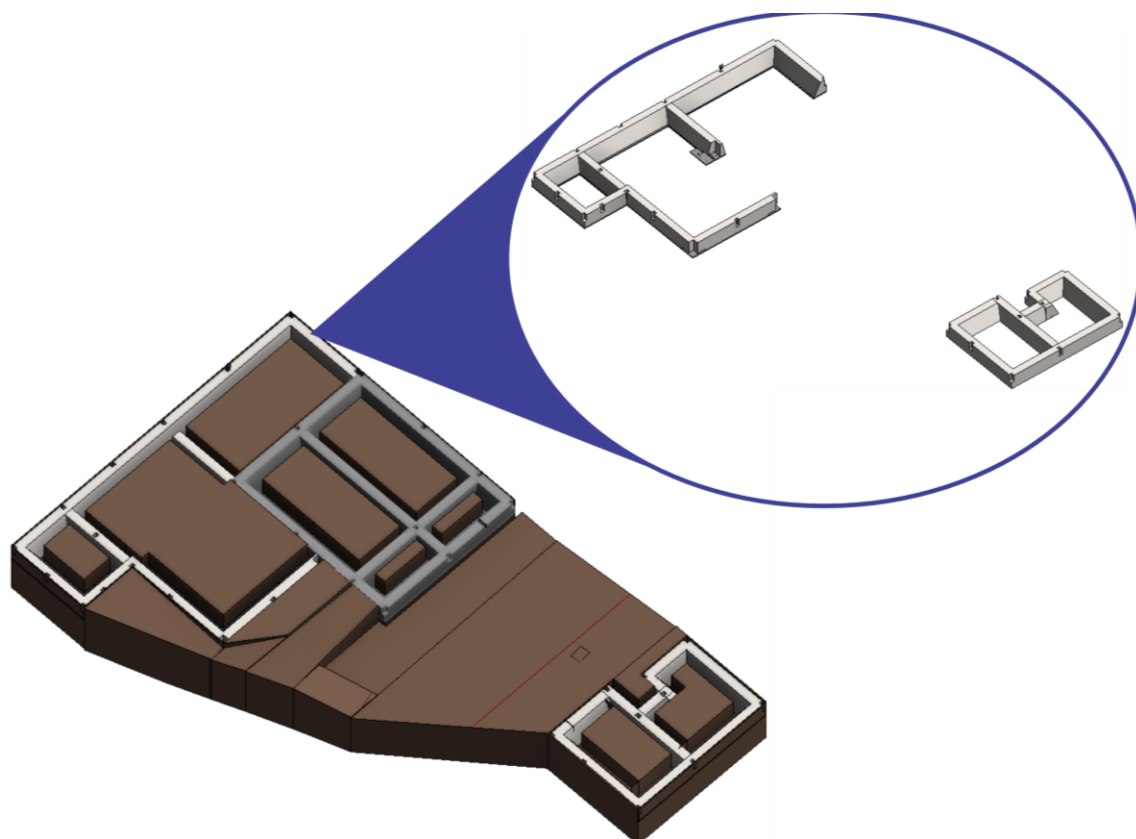


Figura 13.- Mampostería de Piedra Braza Modelada en Revit. Fuente: Propia.

En la (figura 14) se muestra el perfil de las cimentaciones colindante e intermedia, generados en Revit, donde se ven sus dimensiones y espacios para el empotramiento de castillos.

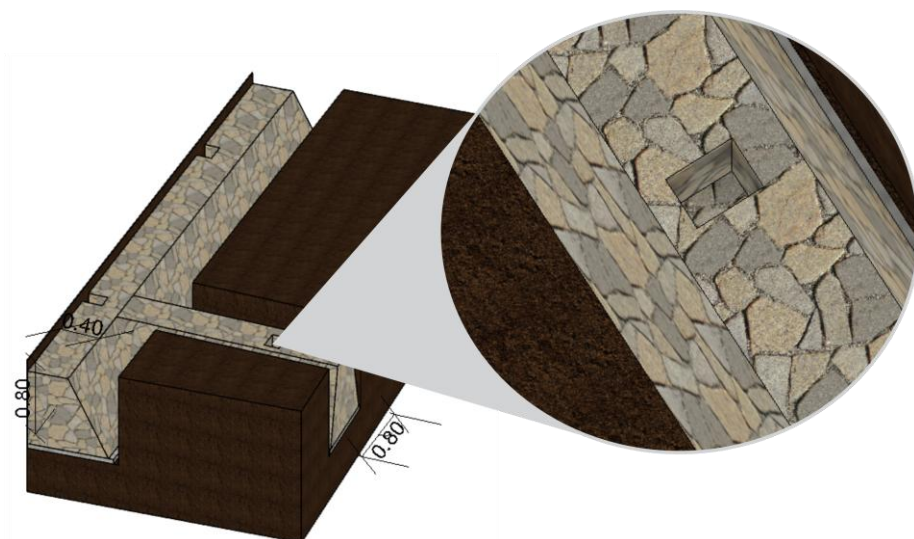


Figura 14.- Cimentaciones Colindantes e Intermedias Generado en Revit. Fuente: Propia.

Resultados

Con base en el modelo tridimensional desarrollado en Revit, se generó una tabla en la que se muestran las cantidades de materiales utilizadas para cada una de las cimentaciones, tanto intermedia como colindante, de acuerdo con el eje en el que se encuentran. En dicha tabla se pueden observar los materiales necesarios para su ejecución, incluyendo cemento (sacos de 50 kg), arena (m³), cal (sacos de 25 kg), piedra braza (m³) y agua (m³).

Tabla 3

Volumen de Mampostería de Piedra Braza.

<Mam-01-Mamposteria de Piedra Braza>														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha de Ejecución	Ubicación	Eje	Entre ejes	Material	Proporción	Área	Volumen	Cemento Portland	Arena (m3)	Calhidra	Piedra Braza (m3)	Agua (m3)
Mam-001	Mamposteria	25/01/2025-31/01/2025	Colindante	A-F	1-4	Piedra Braza	1:1:5	35.37 m²	16.27 m³	34.05	5.08	21.36	21.29	1.46
Mam-002	Mamposteria	25/01/2025-31/01/2025	Intermedia	B	1-2	Piedra Braza	1:1:5	4.56 m²	1.51 m³	3.16	0.47	1.98	1.98	0.14
Mam-003	Mamposteria	25/01/2025-31/01/2025	Intermedia	C	1-2	Piedra Braza	1:1:5	4.80 m²	1.57 m³	3.22	0.48	2.02	2.02	0.20
Mam-004	Mamposteria	25/01/2025-31/01/2025	Colindante	C-F	2-6	Piedra Braza	1:1:5	29.45 m²	13.90 m³	28.9	4.31	18.12	18.07	1.24
Mam-005	Mamposteria	25/01/2025-31/01/2025	Intermedia	E	2-6	Piedra Braza	1:1:5	11.11 m²	3.73 m³	7.75	1.16	4.86	4.85	0.33
Mam-006	Mamposteria	25/01/2025-31/01/2025	Intermedia	5	E-F	Piedra Braza	1:1:5	4.31 m²	1.45 m³	3.01	0.45	1.89	1.89	0.13
Mam-007	Mamposteria	25/01/2025-31/01/2025	Intermedia	5	C-E	Piedra Braza	1:1:5	4.31 m²	1.45 m³	3.01	0.45	1.89	1.89	0.13
Mam-008	Mamposteria	25/01/2025-31/01/2025	Colindante	G-H	7-10	Piedra Braza	1:1:5	19.98 m²	9.72 m³	20.21	3.02	12.67	12.64	0.87
Mam-009	Mamposteria	25/01/2025-31/01/2025	Intermedia	H	7-10	Piedra Braza	1:1:5	6.55 m²	2.18 m³	4.53	0.68	2.84	2.83	0.19
Mam-010	Mamposteria	25/01/2025-31/01/2025	Intermedia	9	H-I	Piedra Braza	1:1:5	2.24 m²	0.74 m³	1.54	0.23	0.96	0.96	0.07
Total general: 10								122.68 m²	52.53 m³	109.38	16.33	68.59	68.42	6.58

Con base en los datos generados en la tabla obtenida del modelo en Revit, se obtuvo un **volumen total de cimentación de 52.66 m³**. Para alcanzar este volumen, se requirieron **109.38 sacos de cemento Portland de 50 kg**, **16.33 m³ de arena**, **68.59 sacos de cal hidratada de 25 kg**, **68.42 m³ de piedra braza** y **6.58 m³ de agua**. Esta información permitió documentar de manera precisa las cantidades reales empleadas en obra y mantener un control eficiente del suministro de materiales.

2.2.4. *Habilitado, Armado y Colado de Zapatas Aisladas*

Ejecución y Supervisión

Para la construcción de las zapatas se realizó la supervisión del proceso completo, desde el habilitado y armado de la acero de refuerzo hasta el colado del concreto, verificando en todo momento que se cumplieran las especificaciones de los planos estructurales y lo establecido en las **Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto (NTC de Concreto, RCDF 2022)**.

Habilitado y Armado de Acero

Durante la fase de habilitado y armado, se verificó el corte de varilla corrugada de 3/8" a la longitud indicada en planos, así como la correcta conformación de las parrillas de refuerzo de 80×80 cm, con separación de 20 cm en ambos sentidos. Se supervisó que las varillas se unieran con alambre recocido calibre 16 y que el armado se realizara sobre una superficie nivelada y limpia. También se constató que, al colocar la parrilla en las cepas con plantilla de concreto, se respetara el recubrimiento mínimo de 2.5 cm establecido en la **NTC de Concreto**, utilizando calzas adecuadas.



Figura 15.-Armado de zapata. Fuente: Propia.

Vaciado de Concreto

En la etapa de colado, se supervisó la preparación y colocación del concreto con resistencia $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, verificando que el vaciado se realizara de forma uniforme y continua, que se empleara vibrado mecánico para evitar oquedades y que se lograra un adecuado acabado superficial.

Modelo BIM

Habilitado y Armado de Acero

Con la información obtenida en la supervisión del armado, se modelaron en Revit las zapatas, incorporando de manera precisa las varillas utilizadas en campo con su respectivo diámetro, longitud y separación. Las **varillas del #3** se identificaron con el color **RGB 255-255-028** para facilitar su control, respetando las separaciones y el recubrimiento de 2.5 cm establecidos en campo, lo que permitió verificar con claridad su correcta ubicación y trazabilidad en relación con lo ejecutado en obra (**Ver figura 16**).

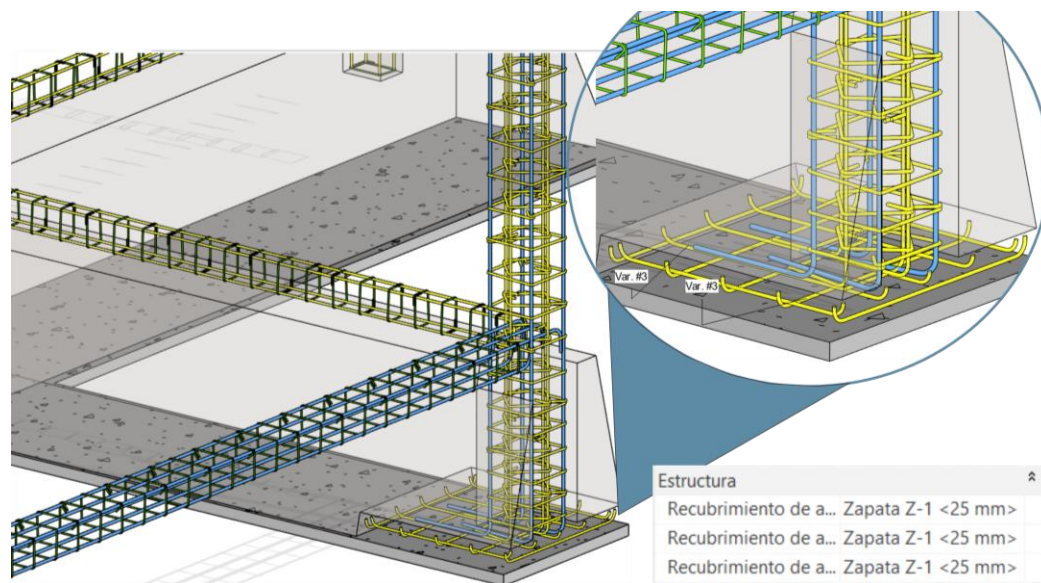


Figura 16.- Armado de Zapata Generado en Revit. Fuente: Propia.

Vaciado de Concreto

A partir del armado modelado, se generó el concreto de las zapatas en sólido, respetando las dimensiones y recubrimientos observados en obra. En la **(figura 17)** se puede apreciar el volumen de concreto, incluyendo ancho, largo y espesor, tal como se construyó en campo.

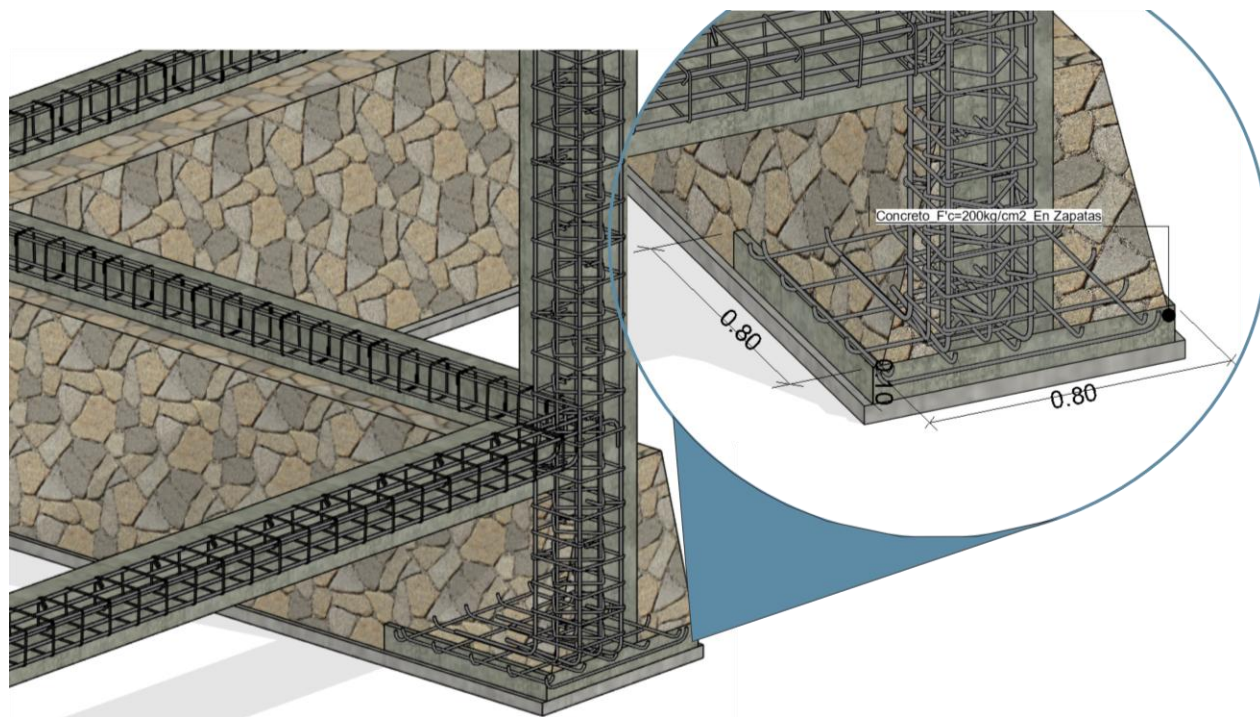


Figura 17.- Concreto de zapata modelado en Revit. Fuente: Propia.

Resultados

Habilitado y Armado de Acero

Con el armado modelado en Revit se generó una tabla en la cual se muestra el peso total del acero utilizado para las cuatro zapatas, considerando tanto las varillas longitudinales como transversales. Permitiendo así documentar con precisión la cantidad de acero empleada.

A continuación, se presenta la **tabla 4** con los detalles del armado, donde se indican, la fecha de ejecución de armado, las cantidades y características de cada varilla utilizada.

Tabla 4

Cantidad de Acero de Zapatas de Aisladas.

<ZA-ARM-01-Armado de Zapatas Aisladas>																			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
Cod. ID	Nom.Elemento	Fecha.Ejecu	Eje	Entre ejes	Nº Long	Nº Trans	Long(pzas)	Trans(pzas)	Long.Long	Long.Trans	ML.Long	ML.Trans	Kg.Long	Kg.Trans	Peso.Long	Peso.Trans	Kg.Alambre	Peso Total	
ZA-001	Zapata Aislada	01/02/2025	B	4	3	3	5	5	0.7822	0.801	3.911	4.005	0.5558	0.5558	2.174	2.226	0.132	4.532	
ZA-002	Zapata Aislada	01/02/2025	C	4	3	3	5	5	0.7822	0.801	3.911	4.005	0.5558	0.5558	2.174	2.226	0.132	4.532	
ZA-003	Zapata Aislada	01/02/2025	C	2	3	3	5	5	0.7822	0.801	3.911	4.005	0.5558	0.5558	2.174	2.226	0.132	4.532	
ZA-004	Zapata Aislada	01/02/2025	B	2	3	3	5	5	0.7822	0.801	3.911	4.005	0.5558	0.5558	2.174	2.226	0.132	4.532	
Total general: 4							20	20	3.1288	3.204	15.644	16.02	2.2232	2.2232	8.695	8.904	0.528	18.127	

De acuerdo con los resultados registrados en la tabla anterior, se puede observar el peso del acero por cada zapata. Cada zapata presentó un peso longitudinal de 2.174 kg y un peso transversal de 2.226 kg, mientras que el alambrrn utilizado aportó 0.132 kg, lo que da un total de **4.532 kg por zapata**. Considerando las cuatro zapatas ejecutadas, se obtiene un peso total de acero de **18.127 kg** en esta actividad.

Colado

A partir del modelado del concreto de cada zapata, basado en lo ejecutado en obra, se obtuvo el volumen correspondiente de cada una. Cada zapata cuenta con un código de identificación único, así como con la fecha de ejecución en la que se realizó, lo que permitió un registro preciso y trazable. Con los volúmenes determinados, se calcularon de manera exacta los insumos requeridos para su elaboración, incluyendo cemento, arena, grava y agua, como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 5

Volumen y Cantidad Materiales por Zapata Obtenido del Modelo Revit.

<ZA-COL-01-Concreto en Zapatas Aisladas>													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Cod. ID	Nombre del Elemen	Fecha de Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	Anchura	Área	Volumen	Fc (kg/cm2)	Cemento Portland	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
ZA-001	Zapata Aislada	03/02/2025	B	4	Esquina	0.80	0.64 m²	0.06 m³	200	0.44	0.04	0.05	0.02
ZA-002	Zapata Aislada	03/02/2025	C	4	Esquina	0.80	0.64 m²	0.06 m³	200	0.44	0.04	0.05	0.02
ZA-003	Zapata Aislada	03/02/2025	C	2	Intermedia	0.80	0.64 m²	0.06 m³	200	0.44	0.04	0.05	0.02
ZA-004	Zapata Aislada	03/02/2025	B	2	Intermedia	0.80	0.64 m²	0.06 m³	200	0.44	0.04	0.05	0.02
Total general: 4										1.76	0.16	0.2	0.08

Con base en esta información se determinó que, para las cuatro zapatas en conjunto, se emplearon **1.7 bolsas de cemento de 50 kg, 0.16 m³ de arena, 0.2 m³ de grava y 0.08 m³ de agua.**

2.2.5. Habilitado, Armado y Colado de Columnas

Ejecución y Supervisión

La supervisión de las columnas se realizó de manera integral, abarcando las etapas de habilitado, armado y colado, asegurando que cada actividad se ejecutara conforme a los planos y normas aplicables.

Habilitado y Armado de Acero

La supervisión del armado de las columnas verificó que las varillas cumplieran con las dimensiones indicadas en los planos y estuvieran libres de deformaciones o corrosión. Se utilizó varilla corrugada de 3/8" para la elaboración de los estribos y de 1/2" para el refuerzo longitudinal principal, con una longitud de 6.65 m. Además, se colocó una varilla adicional de 3/8" en el centro de cada lado, obteniéndose un total de ocho varillas longitudinales.

Las varillas longitudinales en la parte inferior fueron dobladas a 90° conforme al apartado **14.3.1 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto**, lo cual permite desarrollar adecuadamente la resistencia a tensión en barras corrugadas del #3 al #8. Los estribos se elaboraron cerrados con dobleces a 135°, de acuerdo con el **apartado 14.3.2** de la misma norma. Se colocaron doble estribo intercalados, con una separación de 10 cm en los primeros 60 cm de ambos extremos (6 estribos por extremo), mientras que en la zona intermedia se colocaron a cada 20 cm. Toda la unión entre estribos y varillas

longitudinales se aseguró con alambre recocido calibre 16, garantizando la firmeza del armado antes del colado.



Figura 18. Armado de columna. Fuente: Propia.

Colado

Se supervisó que la cimbra estuviera firme, alineada, limpia, sellada para evitar fugas y prehumedecida durante al menos 2 horas antes del colado, conforme a la **NTC-Concreto 2017**, secciones **16.9.1.1** y **16.9.1.2**. Se verificó que el área de colado estuviera libre de agua acumulada (**NTC-CDMX 2017**, sección **16.7.4.2**, inciso e) y que el acero estuviera colocado según planos, con amarres firmes y recubrimiento correcto.

Se supervisó que el concreto, elaborado en obra y de Clase 2, cumpliera con la resistencia especificada en planos de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, sin presencia de materia orgánica o impurezas (**NTC-Concreto 2017**, secciones **2.2.3** y **16.7.4.3**).

Durante el vaciado se empleó vibrador de aguja para eliminar posibles oquedades, evitando el desplazamiento del acero o cimbra, y una vez concluido el colado, se supervisó el inicio del curado continuo por al menos 7 días. Finalmente, se vigiló que el desencofrado se realizara sin dañar el elemento, tras alcanzar la resistencia adecuada (**NTC-Concreto 2017, sección 16.9.2**).



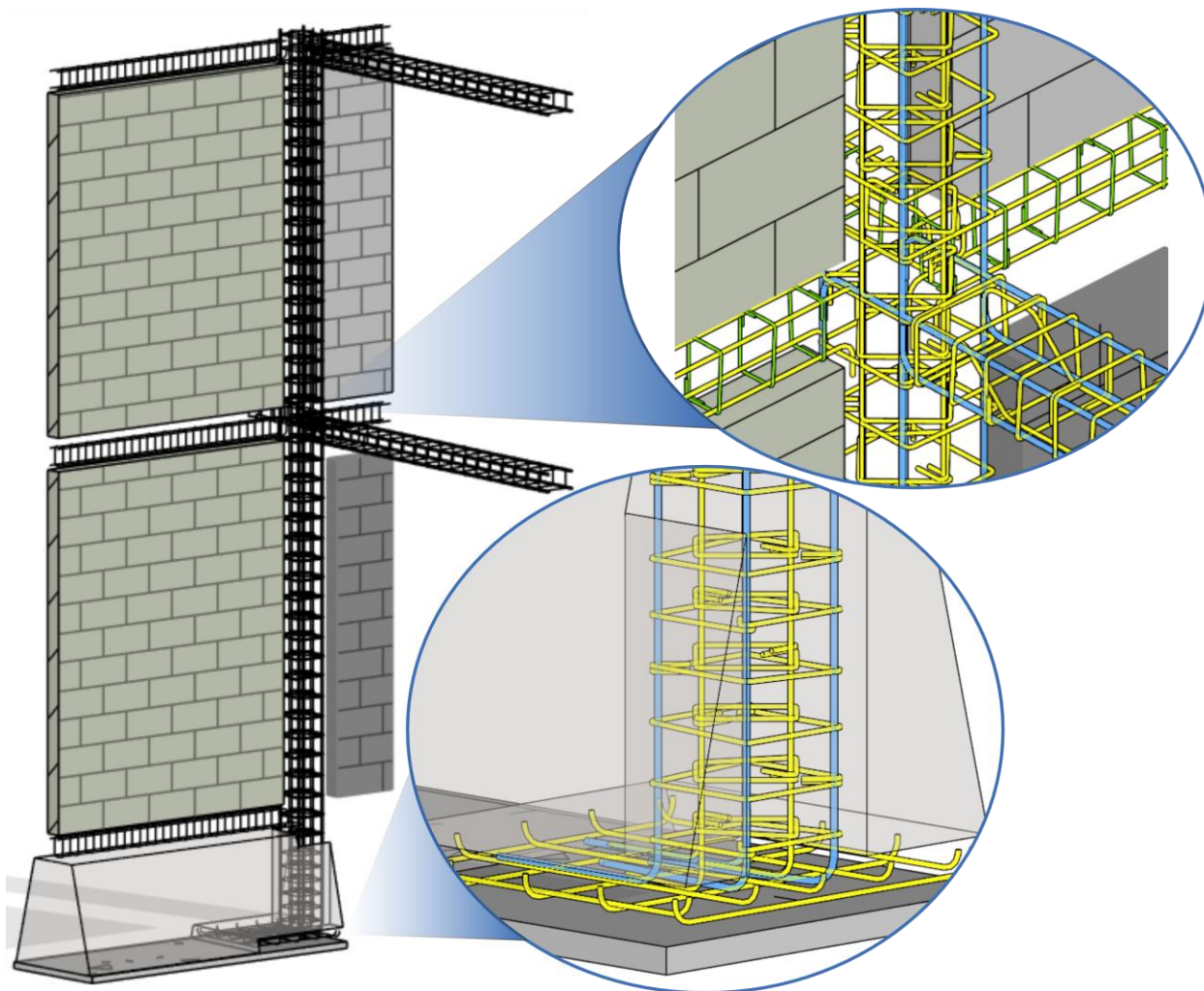
Figura 19.- Colado de columnas. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Para el desarrollo del modelado de las columnas, se tomó como referencia el armado ejecutado en obra. Se modelaron los estribos dobles con dobleces a 135° , respetando las separaciones verificadas: 10 cm en los primeros 60 cm de los extremos y 15 cm en la zona intermedia.

Las varillas del **#3**, utilizadas en los estribos y el armado intermedio, se representaron con el mismo color asignado en actividades anteriores. Mientras que las **varillas del #4**, correspondientes al refuerzo longitudinal principal, se modelaron con el **color RGB 102-179-255**, permitiendo diferenciar visualmente los distintos elementos del refuerzo en el modelo.

En la (figura 20) se aprecia la unión de la columna con la zapata y su enlace con las cadenas de cerramiento; por lo tanto, se puede observar la integración de los elementos horizontales a la columna.



*Figura 20.- Modelado del acero de la columna con conexiones a zapata y cadenas de cerramiento.
Fuente: Propia.*

Colado

Una vez modelado el acero, se procedió a representar el concreto de las columnas en el modelo 3D, con una resistencia especificada de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$. En el modelado se respetaron

las medidas reales de las columnas, incluyendo altura, ancho y profundidad. A continuación, se muestra una figura donde se pueden observar las dimensiones de la columna.

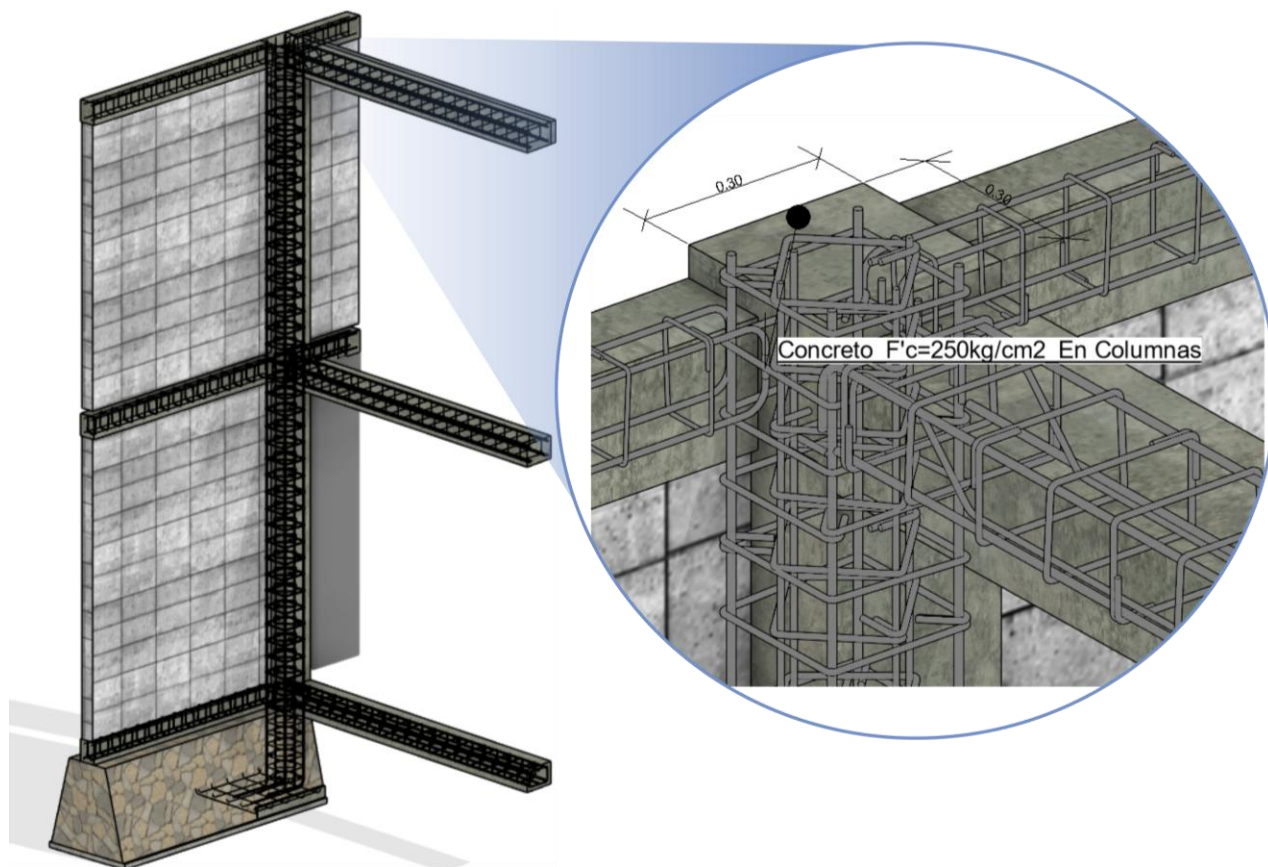


Figura 21.- Modelado de Concreto de Columnas en Revit. Fuente: Propia.

Resultados

Habilitado y Armado de Acero

Con base en el modelado del acero de las columnas, se obtuvieron de manera precisa las cantidades de refuerzo utilizadas, incluyendo el peso total de las varillas longitudinales, el armado intermedio y los estribos dobles. Estos resultados permiten identificar el consumo de acero por cada columna y el total del conjunto, facilitando el control y la planificación de obra.

De acuerdo con el análisis de la información obtenida en ([Ver Anexo C.](#)), se identificó que por cada columna se registró un peso de acero longitudinal, transversal y de alambre recocido equivalente a **97.21 kg**, lo que representa el consumo total **por elemento**. Considerando las **cuatro columnas** modeladas, se obtuvo un peso global de acero de **388.82 kg**, información que resulta fundamental para el control de materiales en obra.

Colado

Para las columnas se calculó el volumen de concreto correspondiente y su dosificación, considerando una resistencia especificada de **$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$** . Con esta información se determinaron de forma precisa los insumos requeridos para su elaboración, incluyendo cemento, arena, grava y agua.

Tabla 6

Cantidad de Concreto de Columnas C -1.

<COL-COL-01-Concreto en Columnas C -1>												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha de Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	Volumen	Material	F'c (kg/cm2)	Cemento	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
COL-001	Columna C-1	03/03/2025	B	4	Cimentación (C.D.C) - Azotea (C.D.C)	0.60 m³	Concreto Armado	250	4.89	0.39	0.49	0.15
COL-002	Columna C-1	03/03/2025	C	4	Cimentación (C.D.C) - Azotea (C.D.C)	0.60 m³	Concreto Armado	250	4.89	0.39	0.49	0.15
COL-003	Columna C-1	04/03/2025	B	2	Cimentación (C.D.C) - Azotea (C.D.C)	0.59 m³	Concreto Armado	250	4.89	0.39	0.49	0.15
COL-004	Columna C-1	04/03/2025	C	2	Cimentación (C.D.C) - Azotea (C.D.C)	0.60 m³	Concreto Armado	250	4.89	0.39	0.49	0.15
Total general: 4									19.56	1.56	1.96	0.6

A partir de estos datos, y como se muestra en la tabla, se obtuvo que para las **cuatro columnas** se necesitó un total de **19.56 sacos de cemento de 50 kg**, **1.56 m³ de arena**, **1.96 m³ de grava** y **0.60 m³ de agua**, lo que permitió confirmar la consistencia de los materiales utilizados en obra.

2.2.6. *Habilitado, Armado y Colado de Castillos*

Ejecución y Supervisión

Se supervisó el habilitado, armado y colado de los castillos, considerando los distintos tipos existentes: algunos fueron empotrados en la cimentación, extendiéndose hasta la azotea del Centro de Desarrollo Comunitario o de los baños, mientras que otros de acuerdo a los planos se colocaron sobre la losa de entrepiso hasta la azotea.

Habilitado y Armado de Acero

La supervisión del habilitado y armado de los castillos inició con la verificación del corte de varilla corrugada de 3/8" para las armaduras longitudinales, con longitud de 6.40 m, confirmando que las piezas no presentaran deformaciones ni corrosión. En paralelo, se supervisó la elaboración de estribos con varilla de 1/4", doblados en secciones rectangulares de 15 × 20 cm, aplicando el doblado a 90° tipo "vuelta un cuarto", conforme a la **NTC de Mampostería, sección 4.2.5.5.**

Durante el ensamble se constató la colocación de cuatro varillas longitudinales distribuidas de forma uniforme y sujetas con estribos a cada 15 cm, respetando la separación máxima de 200 mm indicada en la **sección 6.2.2.3 de la norma**. Se verificó que cada castillo cumpliera con las dimensiones mínimas normativas de 120 mm en dirección perpendicular y 150 mm en dirección paralela al muro.

Finalmente, se supervisó la colocación y **empotramiento de los castillos 40 cm dentro del cimiento**, cumpliendo con lo establecido en la **sección 9.4.4 de la norma**.



Figura 22.- Armado de castillo. Fuente: Propia.

Colado

Durante la supervisión se verificó que la cimbra estuviera alineada, nivelada y libre de residuos, y que el área de colado no presentara agua estancada. Se confirmó la aplicación de desmoldante y que el armado de acero estuviera correctamente colocado, amarrado con alambre recocido como lo indicado en el proyecto. El concreto se preparó en obra, dosificado para alcanzar $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, en cumplimiento del apartado **6.2.1.3.1 de la NTC de Mampostería**, que exige una resistencia mínima de 20 MPa (200 kg/cm^2) para castillos. El vaciado se ejecutó de manera uniforme, empleando vibrador de aguja para evitar oquedades, y se supervisó el inicio oportuno del curado por riego continuo durante siete días, conforme a las **NTC de Concreto**.



Figura 23.-Colado de castillo. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Habilitado y Armado de Acero

Con los datos obtenidos en obra durante la supervisión del habilitado, armado y colado de los castillos, se procedió a modelar el armado en Revit. Las varillas del número 3, correspondientes al refuerzo longitudinal, se representaron con el color indicado en actividades anteriores, mientras que las varillas de los estribos, del #2, se modelaron con el **color RGB 128-255-000**.

Como se muestra en la siguiente figura, se respetaron las separaciones de los estribos y se representaron los dobleces de manera intercalada, tal como se observó en la obra.

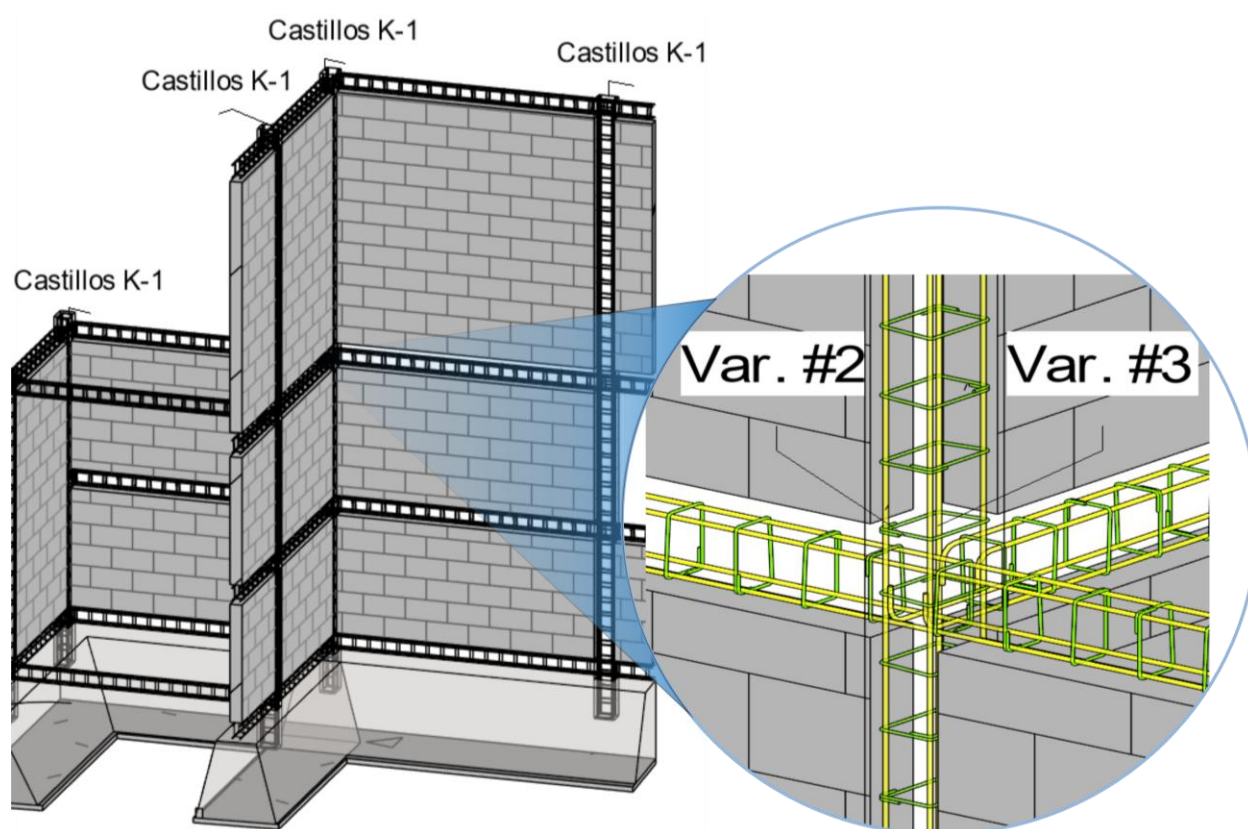


Figura 24.- Armado de Castillos K-1 en Revit. Fuente: Propia.

En la (**figura 25**) se aprecia el armado con un empotramiento de 40 cm dentro de la cimentación de mampostería.

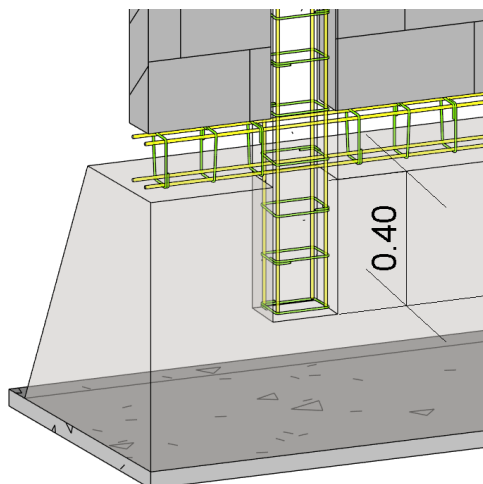


Figura 25.- Empotramiento de Castillos a Mampostería. Fuente: Propia.

Colado

Después de completar el modelado del armado de los castillos, se procedió a modelar el colado de concreto con $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$, asignándole las dimensiones verificadas en obra y su empotramiento de 40 cm dentro de la cimentación, tal como se ejecutó en campo.

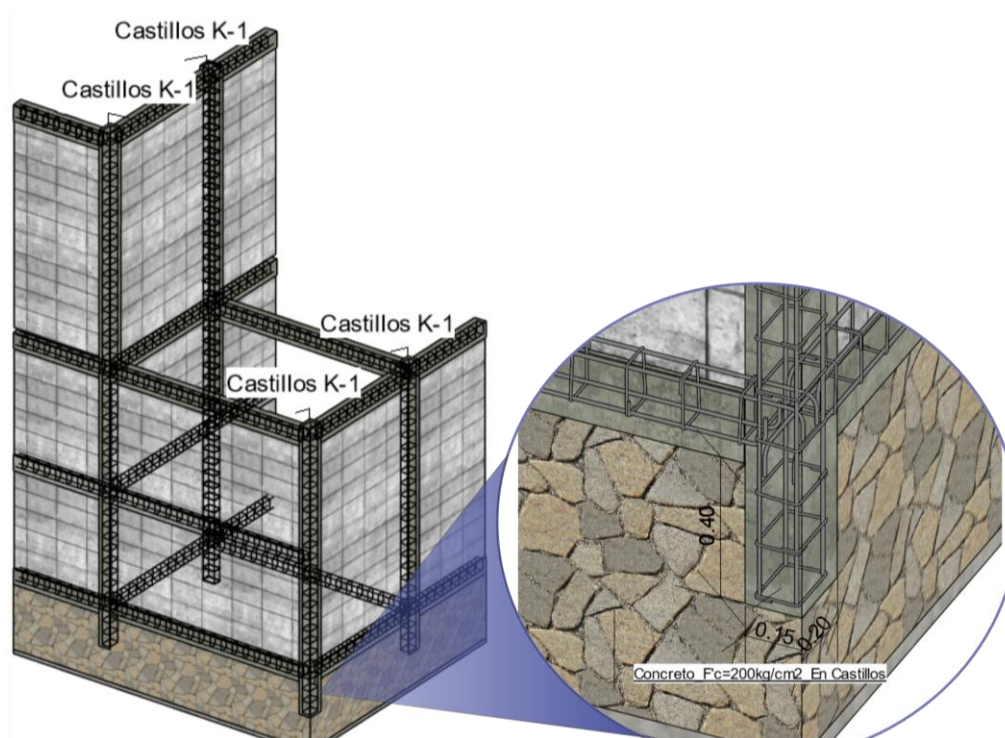


Figura 26.- Vista del colado de castillo con empotramiento de 40 cm. Fuente: Propia.

Resultados

Habilitado y Armado de Acero

Los resultados obtenidos del armado de castillos se presentan de acuerdo con su ubicación dentro del proyecto. Los primeros corresponden a los castillos empotrados desde la cimentación del Centro de Desarrollo Comunitario hasta la azotea, con un total de **14 piezas** que en conjunto alcanzaron un **peso de acero de 125.24 kg**. En las tablas siguientes se muestra el desglose individual del peso de cada castillo.

Tabla 7

Cantidades de Armado para Castillos K-1 en Cimentación (C.D.C).

<CAS-ARM-01-Armado de Castillos K-1>																			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cod. ID	Nom. Elemen.	Fecha de Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	N° Long	N° Trans	Long(pzas)	Trans(pzas)	Long Long	Long Trans	ML Long	ML Trans	Kg Long	Kg Trans	Peso Long	Peso Trans	Kg Alam.	Kg Total
CAS-001	Castillo K-1	05/02/2025	A	1	Cim. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	25	3.52	0.6269	14.08	15.67	0.5558	0.247	1.96	3.87	0.17	6.00
CAS-002	Castillo K-1	05/02/2025	B	1	Cim. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	44	6.32	0.6269	25.28	27.58	0.5558	0.247	3.51	6.81	0.31	10.64
CAS-003	Castillo K-1	05/02/2025	A	1	Cim. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	25	3.52	0.6269	14.08	15.67	0.5558	0.247	1.96	3.87	0.17	6.00
CAS-004	Castillo K-1	05/02/2025	A	2	Cim. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	25	3.52	0.6269	14.08	15.67	0.5558	0.247	1.96	3.87	0.17	6.00
CAS-005	Castillo K-1	05/02/2025	A - B	2	Cim. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	25	3.47	0.6269	13.88	15.67	0.5558	0.247	1.93	3.87	0.17	5.97
CAS-006	Castillo K-1	05/02/2025	B	2	Cim. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	44	6.32	0.6269	25.28	27.58	0.5558	0.247	3.51	6.81	0.31	10.64
CAS-007	Castillo K-1	05/02/2025	B	1 - 2	Cim. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	44	6.32	0.6269	25.28	27.58	0.5558	0.247	3.51	6.81	0.31	10.64
CAS-008	Castillo K-1	05/02/2025	1	B - C	Cim. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	44	6.32	0.6269	25.28	27.58	0.5558	0.247	3.51	6.81	0.31	10.64
CAS-009	Castillo K-1	05/02/2025	C	1	Cim. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	44	6.32	0.6269	25.28	27.58	0.5558	0.247	3.51	6.81	0.31	10.64
CAS-010	Castillo K-1	05/02/2025	E	1	Cim. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	44	6.32	0.6269	25.28	27.58	0.5558	0.247	3.51	6.81	0.31	10.64
CAS-011	Castillo K-1	05/02/2025	F	1	Cim. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	44	6.32	0.6269	25.28	27.58	0.5558	0.247	3.51	6.81	0.31	10.64
CAS-012	Castillo K-1	05/02/2025	F	2	Cim. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	23	3.27	0.6269	13.08	14.42	0.5558	0.247	1.82	3.56	0.16	5.54
CAS-013	Castillo K-1	05/02/2025	B	2 - 3	Cim. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	44	6.32	0.6269	25.28	27.58	0.5558	0.247	3.51	6.81	0.31	10.64
CAS-014	Castillo K-1	05/02/2025	B - C	4	Cim. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	44	6.32	0.6269	25.28	27.58	0.5558	0.247	3.51	6.81	0.31	10.64
Total general: 14									56	519	74.18	8.7766	296.72	325.36		41.23	80.36	3.65	125.24

Posteriormente, se registraron los resultados de los castillos que van desde la cimentación de los baños hasta su azotea, sumando **11 piezas** y obteniendo un peso total de **60.86 kg**.

Tabla 8

Cantidades de Armado para Castillos K-1 en Cimentación (Baños).

<CAS-ARM-01-Armado de Castillos K-1>																			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cod. ID	Nom. Elemen.	Fecha de Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	N° Long	N° Trans	Long(pzas)	Trans(pzas)	Long Long	Long Trans	ML Long	ML Trans	Kg Long	Kg Trans	Peso Long	Peso Trans	Kg Alam.	Kg Total
CAS-015	Castillo K-1	05/02/2025	G	7	Cim. – Azot. (Baños)	3	2	4	23	3.17	0.6269	12.68	14.42	0.5558	0.247	1.76	3.56	0.16	5.48
CAS-016	Castillo K-1	05/02/2025	H	7	Cim. – Azot. (Baños)	3	2	4	23	3.17	0.6269	12.68	14.42	0.5558	0.247	1.76	3.56	0.16	5.48
CAS-017	Castillo K-1	05/02/2025	G	9	Cim. – Azot. (Baños)	3	2	4	23	3.17	0.6269	12.68	14.42	0.5558	0.247	1.76	3.56	0.16	5.48
CAS-018	Castillo K-1	05/02/2025	G	10	Cim. – Azot. (Baños)	3	2	4	23	3.17	0.6269	12.68	14.42	0.5558	0.247	1.76	3.56	0.16	5.48
CAS-019	Castillo K-1	05/02/2025	H	10	Cim. – Azot. (Baños)	3	2	4	23	3.17	0.6269	12.68	14.42	0.5558	0.247	1.76	3.56	0.16	5.48
CAS-020	Castillo K-1	06/02/2025	J	10	Cim. – Azot. (Baños)	3	2	4	23	3.17	0.6269	12.68	14.42	0.5558	0.247	1.76	3.56	0.16	5.48
CAS-021	Castillo K-1	06/02/2025	J	8	Cim. – Azot. (Baños)	3	2	4	23	3.17	0.6269	12.68	14.42	0.5558	0.247	1.76	3.56	0.16	5.48
CAS-022	Castillo K-1	06/02/2025	I	8	Cim. – Azot. (Baños)	3	2	4	23	3.17	0.6269	12.68	14.42	0.5558	0.247	1.76	3.56	0.16	5.48
CAS-023	Castillo K-1	06/02/2025	I	9	Cim. – Azot. (Baños)	3	2	4	23	3.17	0.6269	12.68	14.42	0.5558	0.247	1.76	3.56	0.16	5.48
CAS-024	Castillo K-1	06/02/2025	H	9	Cim. – Azot. (Baños)	3	2	4	23	3.17	0.6269	12.68	14.42	0.5558	0.247	1.76	3.56	0.16	5.48
CAS-025	Castillo K-1	06/02/2025	H - G	9	Cim. – Azot. (Baños)	3	2	4	25	3.57	0.6269	14.28	15.67	0.5558	0.247	1.98	3.87	0.18	6.03
Total general: 11									44	255	35.27	6.8959	141.08	159.86		19.60	39.49	1.77	60.86

Finalmente, se presentan los castillos que se ejecutaron desde el nivel 2 hasta la azotea, también con **11 piezas**, cuyo peso total de acero fue de **57.61 kg**.

Tabla 9

Cantidades de Armado para Castillos K-1 en Nivel 2 (C.D.C).

<CAS-ARM-01-Armado de Castillos K-1>																			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cod. ID	Nom. Elemen.	Fecha de Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	N° Long	N° Trans	Long(pzas)	Trans(pzas)	Long Long	Long Trans	ML Long	ML Trans	Kg Long	Kg Trans	Peso Long	Peso Trans	Kg Alam.	Kg Total
CAS-026	Castillo K-1	06/02/2025	C	3	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	22	3.02	0.6269	12.08	13.79	0.5558	0.247	1.68	3.41	0.15	5.24
CAS-027	Castillo K-1	06/02/2025	E	3	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	22	3.02	0.6269	12.08	13.79	0.5558	0.247	1.68	3.41	0.15	5.24
CAS-028	Castillo K-1	06/02/2025	F	3	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	22	3.02	0.6269	12.08	13.79	0.5558	0.247	1.68	3.41	0.15	5.24
CAS-029	Castillo K-1	06/02/2025	C	4	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	22	3.02	0.6269	12.08	13.79	0.5558	0.247	1.68	3.41	0.15	5.24
CAS-030	Castillo K-1	06/02/2025	F	5	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	22	3.02	0.6269	12.08	13.79	0.5558	0.247	1.68	3.41	0.15	5.24
CAS-031	Castillo K-1	06/02/2025	C	4	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	22	3.02	0.6269	12.08	13.79	0.5558	0.247	1.68	3.41	0.15	5.24
CAS-032	Castillo K-1	06/02/2025	F	6	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	22	3.02	0.6269	12.08	13.79	0.5558	0.247	1.68	3.41	0.15	5.24
CAS-033	Castillo K-1	06/02/2025	E	2	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	22	3.02	0.6269	12.08	13.79	0.5558	0.247	1.68	3.41	0.15	5.24
CAS-034	Castillo K-1	06/02/2025	F	2	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	22	3.02	0.6269	12.08	13.79	0.5558	0.247	1.68	3.41	0.15	5.24
CAS-035	Castillo K-1	06/02/2025	E	4	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	22	3.02	0.6269	12.08	13.79	0.5558	0.247	1.68	3.41	0.15	5.24
CAS-036	Castillo K-1	06/02/2025	E	6	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	3	2	4	22	3.02	0.6269	12.08	13.79	0.5558	0.247	1.68	3.41	0.15	5.24
Total general: 11								44	242	33.22	6.8959	132.88	151.71			18.46	37.47	1.68	57.61

Al finalizar el proceso de armado se registró un total de **36 castillos** distribuidos en las diferentes áreas del Centro de Desarrollo Comunitario, acumulando un peso total de **243.72 kg** de acero entre los tres grupos.

Concreto

En las siguientes tablas se muestran los resultados del colado de concreto de los castillos según su ubicación en la obra.

Tabla 10

Concreto para Castillos en Cimentación de C.D.C.

<CAS-COL-01-Concreto en Castillos K-1>													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha de Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Volumen	Material	F'c (kg/cm2)	Cemento	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)	
CAS-001	Castillo K-1	01/03/2025	A	1	Cim. – Azot. (C.D.C.)	0.11 m³	Concreto Armado	200	0.8	0.07	0.09	0.03	
CAS-002	Castillo K-1	01/03/2025	B	1	Cim. – Azot. (C.D.C.)	0.19 m³	Concreto Armado	200	1.39	0.13	0.16	0.05	
CAS-003	Castillo K-1	01/03/2025	A	1	Cim. – Azot. (C.D.C.)	0.11 m³	Concreto Armado	200	0.8	0.07	0.09	0.03	
CAS-004	Castillo K-1	01/03/2025	A	2	Cim. – Azot. (C.D.C.)	0.11 m³	Concreto Armado	200	0.8	0.07	0.09	0.03	
CAS-005	Castillo K-1	01/03/2025	A - B	2	Cim. – Azot. (C.D.C.)	0.11 m³	Concreto Armado	200	0.8	0.07	0.09	0.03	
CAS-006	Castillo K-1	01/03/2025	B	2	Cim. – Azot. (C.D.C.)	0.19 m³	Concreto Armado	200	1.39	0.13	0.16	0.05	
CAS-007	Castillo K-1	01/03/2025	B	1 - 2	Cim. – Azot. (C.D.C.)	0.19 m³	Concreto Armado	200	1.39	0.13	0.16	0.05	
CAS-008	Castillo K-1	01/03/2025	1	B - C	Cim. – Azot. (C.D.C.)	0.19 m³	Concreto Armado	200	1.39	0.13	0.16	0.05	
CAS-009	Castillo K-1	01/03/2025	C	1	Cim. – Azot. (C.D.C.)	0.19 m³	Concreto Armado	200	1.39	0.13	0.16	0.05	
CAS-010	Castillo K-1	01/03/2025	E	1	Cim. – Azot. (C.D.C.)	0.19 m³	Concreto Armado	200	1.39	0.13	0.16	0.05	
CAS-011	Castillo K-1	01/03/2025	F	1	Cim. – Azot. (C.D.C.)	0.19 m³	Concreto Armado	200	1.39	0.13	0.16	0.05	
CAS-012	Castillo K-1	01/03/2025	F	2	Cim. – Azot. (C.D.C.)	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03	
CAS-013	Castillo K-1	01/03/2025	B	2 - 3	Cim. – Azot. (C.D.C.)	0.19 m³	Concreto Armado	200	1.39	0.13	0.16	0.05	
CAS-014	Castillo K-1	01/03/2025	B - C	4	Cim. – Azot. (C.D.C.)	0.19 m³	Concreto Armado	200	1.39	0.13	0.16	0.05	
Total general: 14										16.44	1.52	1.88	0.6

En la tabla se observó que para estos **14 castillos** se requirieron **16.44 sacos de cemento de 50kg**, **1.52 m³ de arena**, **1.88 m³ de grava** y **0.6 m³ de agua**, permitiendo verificar la correcta dosificación y la uniformidad de los materiales por cada castillo.

Tabla 11

Concreto en Castillos de Cimentación de Baño.

<CAS-COL-01-Concreto en Castillos K-1>												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha de Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Volumen	Material	F'c (kg/cm2)	Cemento	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
CAS-015	Castillo K-1	01/03/2025	G	7	Cim. – Azot. (Baños)	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CAS-016	Castillo K-1	01/03/2025	H	7	Cim. – Azot. (Baños)	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CAS-017	Castillo K-1	01/03/2025	G	9	Cim. – Azot. (Baños)	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CAS-018	Castillo K-1	01/03/2025	G	10	Cim. – Azot. (Baños)	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CAS-019	Castillo K-1	01/03/2025	H	10	Cim. – Azot. (Baños)	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CAS-020	Castillo K-1	03/03/2025	J	10	Cim. – Azot. (Baños)	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CAS-021	Castillo K-1	03/03/2025	J	8	Cim. – Azot. (Baños)	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CAS-022	Castillo K-1	03/03/2025	I	8	Cim. – Azot. (Baños)	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CAS-023	Castillo K-1	03/03/2025	I	9	Cim. – Azot. (Baños)	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CAS-024	Castillo K-1	03/03/2025	H	9	Cim. – Azot. (Baños)	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CAS-025	Castillo K-1	03/03/2025	H - G	9	Cim. – Azot. (Baños)	0.11 m³	Concreto Armado	200	0.8	0.07	0.09	0.03
Total general: 11									8.1	0.77	0.89	0.33

Los **11 castillos** de esta ubicación demandaron **8.1 costales de cemento**, **0.77 m³ de arena**, **0.89 m³ de grava** y **0.33 m³ de agua**, reflejando un control preciso de los insumos y asegurando la resistencia especificada del concreto.

Tabla 12

Concreto en Castillos de Nivel 2.

<CAS-COL-01-Concreto en Castillos K-1>												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha de Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Volumen	Material	F'c (kg/cm2)	Cemento	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
CAS-026	Castillo K-1	03/03/2025	C	3	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	0.09 m³	Concreto Armado	200	0.66	0.06	0.07	0.02
CAS-027	Castillo K-1	03/03/2025	E	3	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	0.09 m³	Concreto Armado	200	0.66	0.06	0.07	0.02
CAS-028	Castillo K-1	03/03/2025	F	3	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	0.09 m³	Concreto Armado	200	0.66	0.06	0.07	0.02
CAS-029	Castillo K-1	03/03/2025	C	4	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	0.09 m³	Concreto Armado	200	0.66	0.06	0.07	0.02
CAS-030	Castillo K-1	03/03/2025	F	5	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	0.09 m³	Concreto Armado	200	0.66	0.06	0.07	0.02
CAS-031	Castillo K-1	03/03/2025	C	4	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	0.09 m³	Concreto Armado	200	0.66	0.06	0.07	0.02
CAS-032	Castillo K-1	03/03/2025	F	6	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	0.09 m³	Concreto Armado	200	0.66	0.06	0.07	0.02
CAS-033	Castillo K-1	03/03/2025	E	2	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	0.09 m³	Concreto Armado	200	0.66	0.06	0.07	0.02
CAS-034	Castillo K-1	03/03/2025	F	2	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	0.09 m³	Concreto Armado	200	0.66	0.06	0.07	0.02
CAS-035	Castillo K-1	03/03/2025	E	4	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	0.09 m³	Concreto Armado	200	0.66	0.06	0.07	0.02
CAS-036	Castillo K-1	03/03/2025	E	6	Nivel2. – Azot. (C.D.C.)	0.09 m³	Concreto Armado	200	0.66	0.06	0.07	0.02
Total general: 11									7.26	0.66	0.77	0.22

En la **tabla 12** se observó que para la elaboración de los 11 castillos necesitaron **7.26 sacos de cemento**, **0.66 m³ de arena**, **0.77 m³ de grava** y **0.22 m³ de agua**.

En total, para los **36 castillos** se utilizaron **31.8 sacos de cemento**, **2.95 m³ de arena**, **3.54 m³ de grava** y **1.15 m³ de agua**. Estos resultados permitieron llevar un registro preciso y en tiempo real de los insumos empleados, facilitando el control de materiales durante la ejecución y asegurando que se cumplieran las especificaciones de obra

2.2.7. Habilitado, Armado y Colado Cadena de Desplante

Ejecución y Supervisión

Habilitado y Armado de Acero

La actividad inició con la supervisión del armado de la cadena de desplante, verificando que el acero corrugado se preparara conforme a los planos proporcionados por la empresa. Se constató que las **varillas longitudinales de 3/8"** se cortaran correctamente y que los **estribos de 1/4"** se elaboraran con las dimensiones necesarias para conformar la sección de 15 x 20 cm.

Se verificó que el armado se colocara correctamente, con las varillas longitudinales en la parte superior e inferior del marco rectangular y los estribos colocados a cada 15 cm, cumpliendo con el **apartado 6.2.2.3 de la Norma Técnica Complementaria para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería**, que establece que la separación máxima de los estribos cerrados no debe exceder los 200 mm.

Asimismo, los estribos fueron fabricados de una sola pieza, con doblez estándar a 90° (“**vuelta un cuarto**”) conforme a la **sección 4.2.5.5** de la misma norma. Se constató que la sección de la contratrabe fuera de 15 x 20 cm, superando los valores mínimos indicados en el **apartado 6.2.1.1 b) de la NTC-Mampostería**, que establece 120 mm de ancho y 150 mm de peralte.



Figura 27. Armado de contratrabe anclada a castillos. Fuente: Propia.

Colado

La supervisión inició verificando que la cimbra estuviera firme, alineada, libre de residuos y correctamente sellada para evitar fugas de lechada, así como la aplicación de desmoldante en su interior. Se constató que el acero estuviera colocado conforme al proyecto, con recubrimiento de adecuados y correctamente alineado.

Se supervisó que el concreto, preparado en obra con grava, arena, cemento y agua, alcanzara la resistencia de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, cumpliendo y superando el mínimo de 200 kg/cm^2 establecido en el apartado **6.2.1.3.1 de la NTC-Mampostería CDMX 2017** para contratraves. Durante el vaciado se utilizó vibrador de aguja para compactar la mezcla y se evitó la formación de huecos o burbujas de aire.

Finalmente, se constató que se iniciara el curado mediante riego constante de agua por un periodo mínimo de tres días y que, tras alcanzar la resistencia requerida, se realizara el

desencofrado sin dañar el elemento, de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.



Figura 28.-Colado de contratrabe. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Habilitado y Armado de Acero

De acuerdo con lo supervisado en campo, se procedió a modelar el armado de las cadenas de desplante en Revit. Las varillas longitudinales del **núm. 3** se representaron con el color **RGB 255-255-028**, mientras que las varillas del **núm. 2**, utilizadas como estribos y colocadas cada 15 cm, se modelaron con el color **RGB 128-255-000**. Los ganchos de los **estribos** se **alternaron** en las **cuatro esquinas a 90°**, garantizando la correcta sujeción y continuidad del armado dentro del modelo tridimensional. De igual manera en la (**figura 29**) se puede observar el amarre de las cadenas de desplante a los castillos.

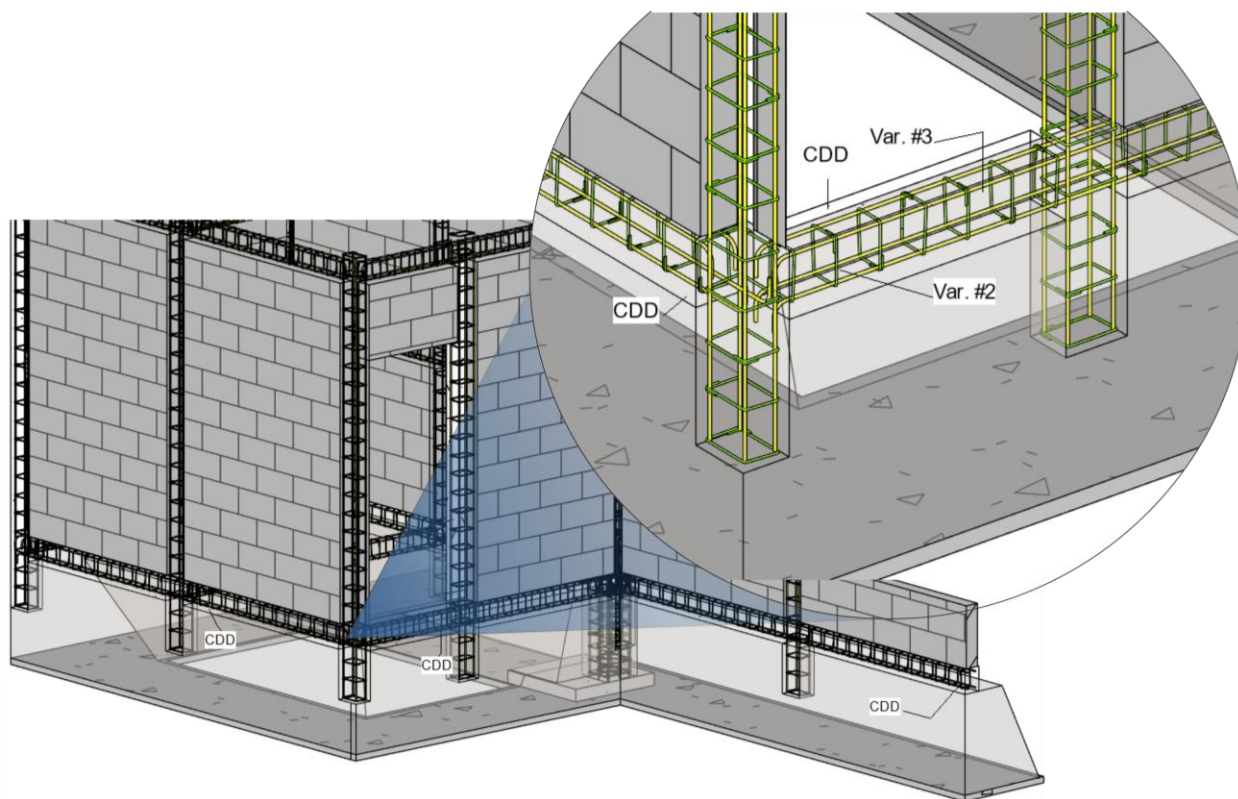


Figura 29.- Modelado del armado de las cadenas de desplante en Revit. Fuente: Propia.

Colado

Una vez concluido el armado de acero en el modelo, se procedió a representar el colado de la cadena de desplante en Revit, definiendo las dimensiones de 15x20 cm y especificando el f'_c del concreto de 200 kg/cm². En el modelo se integraron tanto las propiedades geométricas como los parámetros estructurales, lo que permitió contar con un registro digital detallado de la sección construida. En la (**figura 30**) se puede observar la cadena de desplante sobre el cimiento, mostrando sus dimensiones, el tipo de concreto empleado y la disposición del relleno. Reflejando la secuencia constructiva y asegurando la coherencia con el proceso físico, de modo que la información registrada coincidiera con los avances ejecutados en campo.

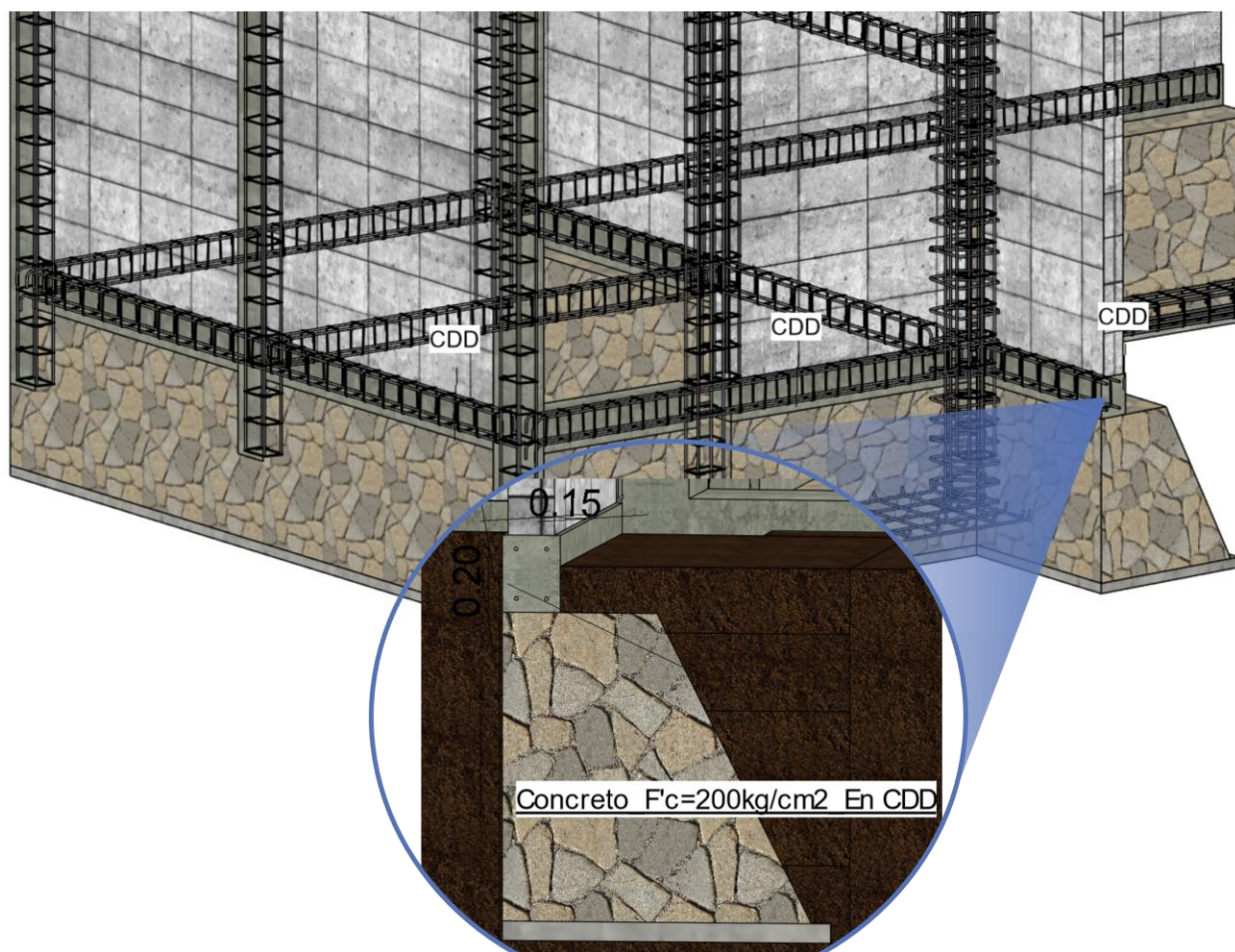


Figura 30.- Concreto en cadenas de desplante modelado en Revit. Fuente: Propia.

Resultados

Habilitado y Armado de Acero

En la (**tabla 13**) se muestra el peso total de acero utilizado en cada una de las cadenas de desplante, el cual se obtuvo a partir del modelo en Revit y la supervisión realizada en obra. En dicha tabla se puede observar el peso individual de cada elemento, así como su código de identificación y la fecha de ejecución correspondiente al armado. En total, el acero empleado en todas las cadenas de desplante fue de **243.83 kg**, integrando tanto el acero longitudinal como el de los estribos, lo que permitió llevar un control preciso de la cantidad utilizada en el proyecto.

Tabla 13*Cantidad de Acero en Cadenas de Desplante.*

<CDD-ARM-01-Armado en Cadenas de Desplante>																			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
Cod. ID	Nom. Elemento	Eje	Entre ejes	Ubicación	N° Long	N° Trans	No Long(pzas)	No Trans(pzas)	Long Long	Long Trans	ML Long	ML Trans	Kg Long	Kg Trans	Peso Arm Long	Peso Arm Trans	Kg Alam	Peso Total	
CDD-001	Cadena de Desplante	A	1 - 2	Cimentación	3	2	4		25	3.91	0.5469	15.64	13.67	0.5558	0.247	8.69	3.38	0.36	12.43
CDD-002	Cadena de Desplante	C	1 - 2	Cimentación	3	2	4		24	3.66	0.5469	14.62	13.13	0.5558	0.247	8.13	3.24	0.34	11.71
CDD-003	Cadena de Desplante	B	1 - 2	Cimentación	3	2	4		24	3.63	0.5469	14.52	13.13	0.5558	0.247	8.07	3.24	0.34	11.65
CDD-004	Cadena de Desplante	F	1 - 2	Cimentación	3	2	4		24	3.72	0.5469	14.87	13.13	0.5558	0.247	8.27	3.24	0.35	11.85
CDD-005	Cadena de Desplante	B	2 - 4	Cimentación	3	2	4		35	4.99	0.5469	19.95	19.14	0.5558	0.247	11.09	4.73	0.47	16.29
CDD-006	Cadena de Desplante	2	A - B	Cimentación	3	2	4		18	2.73	0.5469	10.92	9.84	0.5558	0.247	6.07	2.43	0.26	8.76
CDD-007	Cadena de Desplante	G	7 - 10	Cimentación	3	2	4		32	4.83	0.5469	19.30	17.50	0.5558	0.247	10.73	4.32	0.45	15.50
CDD-008	Cadena de Desplante	H	7 - 10	Cimentación	3	2	4		21	4.81	0.5469	19.23	11.48	0.5558	0.247	10.69	2.84	0.41	13.93
CDD-009	Cadena de Desplante	J	8 - 10	Cimentación	3	2	4		28	4.22	0.5469	16.88	15.31	0.5558	0.247	9.38	3.78	0.39	13.56
CDD-010	Cadena de Desplante	10	G - J	Cimentación	3	2	4		46	6.96	0.5469	27.83	25.16	0.5558	0.247	15.47	6.21	0.65	22.33
CDD-011	Cadena de Desplante	7	G - H	Cimentación	3	2	4		20	3.13	0.5469	12.52	10.94	0.5558	0.247	6.96	2.70	0.29	9.95
CDD-012	Cadena de Desplante	9	G - I	Cimentación	3	2	4		19	2.86	0.5469	11.45	10.39	0.5558	0.247	6.36	2.57	0.27	9.20
CDD-013	Cadena de Desplante	8	I - J	Cimentación	3	2	4		16	2.46	0.5469	9.85	8.75	0.5558	0.247	5.47	2.16	0.23	7.86
CDD-014	Cadena de Desplante	I	8 - 9	Cimentación	3	2	4		7	1.16	0.5469	4.62	3.83	0.5558	0.247	2.57	0.95	0.11	3.62
CDD-015	Cadena de Desplante	A - B	1 - 2	Cimentación	3	2	4		18	2.73	0.5469	10.91	9.84	0.5558	0.247	6.06	2.43	0.25	8.75
CDD-016	Cadena de Desplante	4	B - C	Cimentación	3	2	4		34	5.22	0.5469	20.87	18.59	0.5558	0.247	11.60	4.59	0.49	16.68
CDD-017	Cadena de Desplante	1	A - F	Cimentación	3	2	4		103	15.47	0.5469	61.87	56.33	0.5558	0.247	34.39	13.91	1.45	49.75
Total general: 17															169.99	66.73	7.10	243.83	

Concreto

En la (tabla 14) se observa que, para el colado de todas las CDD se requirió un total de **15.48 sacos de cemento de 50 kg, 1.42 m³ de arena, 1.77 m³ de grava y 0.56 m³ de agua**, de acuerdo con la dosificación registrada en obra y replicada en el modelo en Revit. En la tabla correspondiente también se puede observar la **fecha de ejecución del colado**, así como el código de identificación de cada elemento.

Tabla 14*Cantidad de Concreto en Cadenas de Desplante.*

<CDD-COL-01-Concreto en Cadenas de Desplante>												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Cod. ID	Nom. Elemento	Fecha Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	Volumen	Material	Fc (kg/cm2)	Cemento Portland	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
CDD-001	Cadena de Desplante	10/02/2025	A	1 - 2	Cimentación	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CDD-002	Cadena de Desplante	10/02/2025	C	1 - 2	Cimentación	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CDD-003	Cadena de Desplante	10/02/2025	B	1 - 2	Cimentación	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CDD-004	Cadena de Desplante	10/02/2025	F	1 - 2	Cimentación	0.11 m³	Concreto Armado	200	0.8	0.07	0.09	0.03
CDD-005	Cadena de Desplante	10/02/2025	B	2 - 4	Cimentación	0.14 m³	Concreto Armado	200	1.02	0.09	0.12	0.04
CDD-006	Cadena de Desplante	10/02/2025	2	A - B	Cimentación	0.07 m³	Concreto Armado	200	0.51	0.05	0.06	0.02
CDD-007	Cadena de Desplante	10/02/2025	G	7 - 10	Cimentación	0.13 m³	Concreto Armado	200	0.95	0.09	0.11	0.03
CDD-008	Cadena de Desplante	10/02/2025	H	7 - 10	Cimentación	0.13 m³	Concreto Armado	200	0.95	0.09	0.11	0.03
CDD-009	Cadena de Desplante	10/02/2025	J	8 - 10	Cimentación	0.12 m³	Concreto Armado	200	0.88	0.08	0.1	0.03
CDD-010	Cadena de Desplante	11/02/2025	10	G - J	Cimentación	0.20 m³	Concreto Armado	200	1.46	0.13	0.17	0.05
CDD-011	Cadena de Desplante	11/02/2025	7	G - H	Cimentación	0.09 m³	Concreto Armado	200	0.66	0.06	0.07	0.02
CDD-012	Cadena de Desplante	11/02/2025	9	G - I	Cimentación	0.07 m³	Concreto Armado	200	0.51	0.05	0.06	0.02
CDD-013	Cadena de Desplante	11/02/2025	8	I - J	Cimentación	0.07 m³	Concreto Armado	200	0.51	0.05	0.06	0.02
CDD-014	Cadena de Desplante	11/02/2025	I	8 - 9	Cimentación	0.03 m³	Concreto Armado	200	0.22	0.02	0.02	0.01
CDD-015	Cadena de Desplante	11/02/2025	A - B	1 - 2	Cimentación	0.08 m³	Concreto Armado	200	0.58	0.05	0.07	0.02
CDD-016	Cadena de Desplante	11/02/2025	4	B - C	Cimentación	0.14 m³	Concreto Armado	200	1.02	0.09	0.12	0.04
CDD-017	Cadena de Desplante	11/02/2025	1	A - F	Cimentación	0.44 m³	Concreto Armado	200	3.22	0.29	0.37	0.11
Total general: 17									15.48	1.42	1.77	0.56

2.2.8. *Habilitado, Armado y Colado de Cadena Intermedia.*

Ejecución y Supervisión

Habilitado y Armado de Acero

Se inició la actividad con el **armado de la cadena intermedia** de dimensiones 15 x 20 cm, cumpliendo con lo indicado en el apartado **6.2.1.1 b) de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería**, que establece dimensiones mínimas de 12 cm de ancho y 15 cm de peralte. Se utilizó **varilla corrugada 3/8"** como refuerzo longitudinal y **estribos de varilla 1/4"** colocados cada 15 cm, conforme al **apartado 6.2.2.3 de las NTC**, que establece la separación máxima de 200 mm para elementos reforzados.

Las varillas se cortaron y doblaron según la sección 4.2.5.5 de la normativa, con doblez estándar a 90° en los estribos. El armado se completó amarrando las varillas con **alambre recocido calibre 16** usando pinzas, respetando un **recubrimiento de 2.5 cm**, y asegurando la correcta posición dentro del muro.

Colado

Una vez colocada la cadena armada, se verificó que se instara la **cimbra** con madera y alambre para mantener la forma. Se realizó el **colado de concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$** directamente en la cimbra mediante botes, utilizando **vibrador de aguja** para lograr un buen compactado y evitar vacíos. La superficie se niveló con regla metálica, verificando alineación y nivel con nivel de burbuja y flexómetro. Finalmente, el concreto se dejó fraguar y se aplicó **curado con agua durante 7 días**, siguiendo lo establecido en las **NTC de concreto**.



Figura 31.- Colado de Cadena Intermedia. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Habilitado y Armado de Acero

Con base en lo verificado durante la supervisión en obra, se realizó el modelado del armado de las cadenas intermedias en Revit. Las **varillas longitudinales** del **núm. 3** fueron representadas con el color **RGB 255-255-028**, mientras que los **estribos** del **núm. 2**, colocados cada 15 cm, se representaron con el **color RGB 128-255-000**. En el modelo se distinguió que los ganchos de los estribos se dispusieron alternadamente en las cuatro esquinas a 90°, lo cual aseguró la continuidad y el amarre del acero.

En la siguiente figura se observa la conexión de las cadenas intermedias con los castillos, evidenciando la integración estructural del sistema dentro del modelo tridimensional. Asimismo, se distinguen los dobleces empleados para el amarre del acero en los castillos, los cuales garantizan la continuidad y la correcta sujeción del armado.

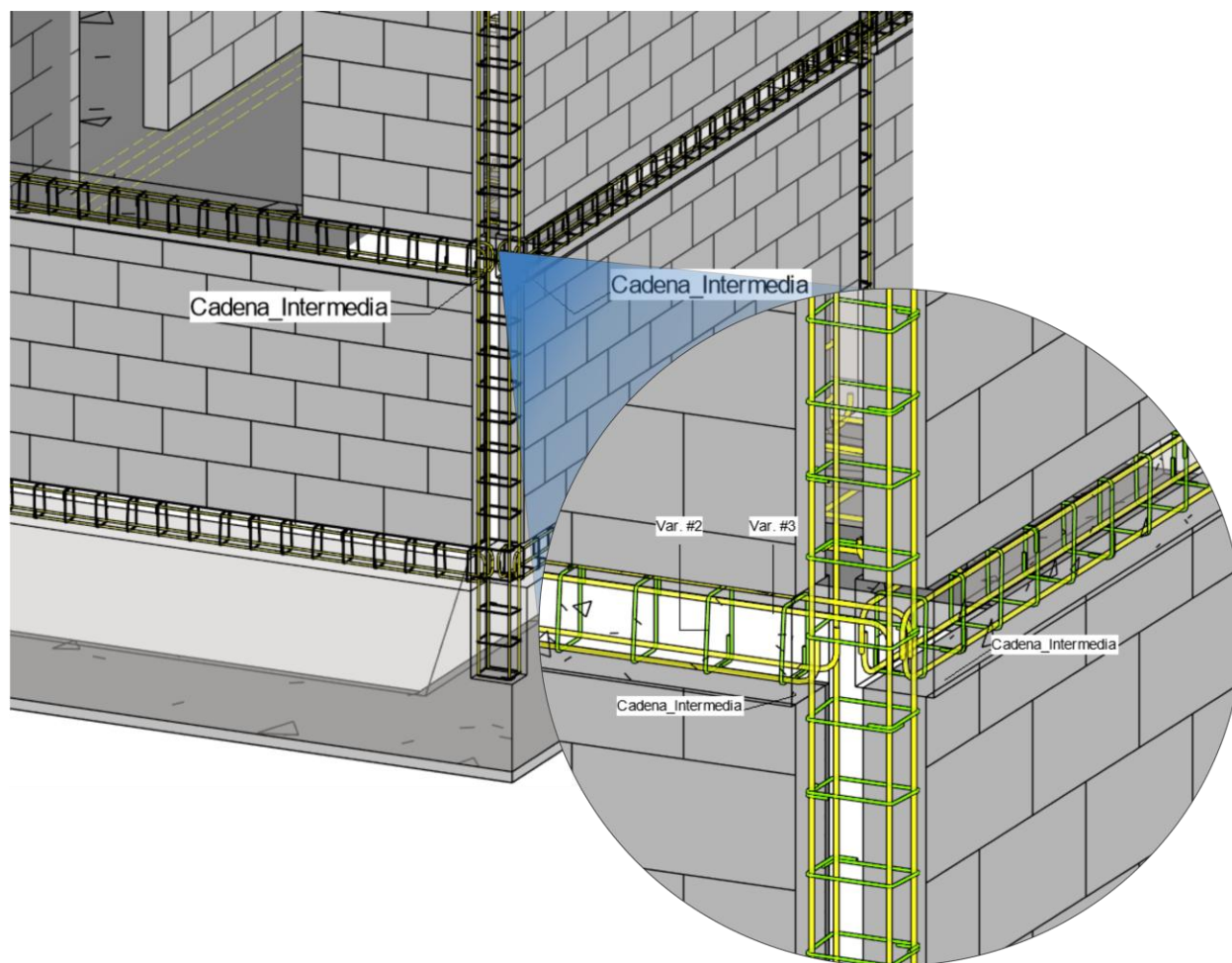


Figura 32. Armado de Cadena Intermedia en Revit. Fuente: Propia.

Colado

Tras finalizar el modelado del armado, se representó en Revit el colado de la cadena intermedia, asignando las dimensiones de 15x20 cm y un **f'c de 200 kg/cm²**.

En el modelo se incorporaron tanto los aspectos geométricos como las propiedades estructurales del elemento, generando un registro digital completo que refleja la sección construida.

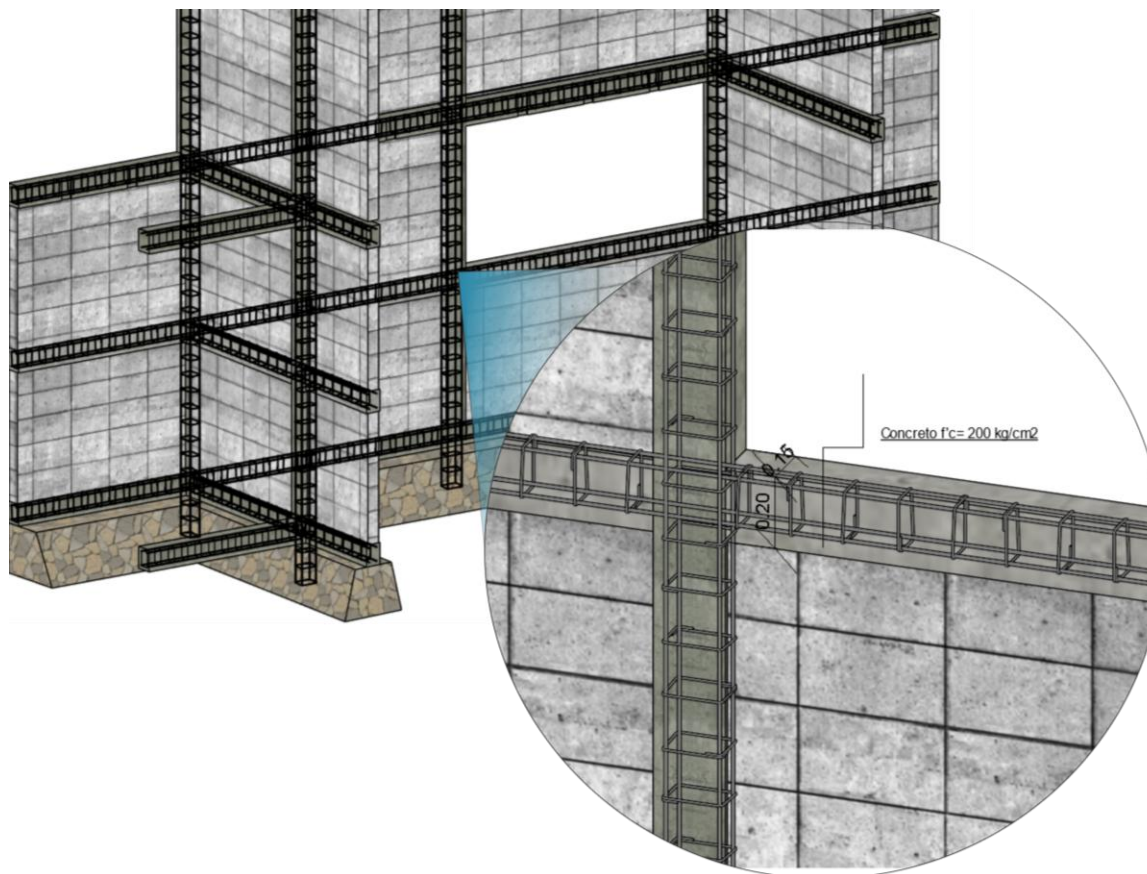


Figura 33. Colado de Cadenas Intermedias en Revit. Fuente: Propia.

Resultado

Habilitado y Armado de Acero

En la siguiente tabla se muestra el desglose del peso de acero de cada cadena intermedia, considerando tanto el armado longitudinal como el transversal, así como la fecha de ejecución del armado y un cod.ID cada elemento dentro del proyecto.

Tabla 15

Cantidad de Acero Modelo en Revit para Cadenas Intermedias.

<CAI-ARM-01-Armado en Cadenas Intermedias>																			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cod. ID	Nom. Elemento	Fecha Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	N° Long	N° Trans	No Long(pzas)	No Trans(pzas)	Long Long	Long Trans	ML Long	ML Trans	Kg Long	Kg Trans	Peso Long	Peso Trans	Kg Alam	Peso Total
CAI-001	Cadena Intermedia	21/02/2025	F	1 - 2	Nivel 1.40m	3	2	4	25	3.74	0.5469	14.98	13.67	0.5558	0.247	8.33	3.38	0.35	12.05
CAI-002	Cadena Intermedia	21/02/2025	B	1 - 2	Nivel 1.40m	3	2	4	24	3.63	0.5469	14.52	13.13	0.5558	0.247	8.07	3.24	0.34	11.65
CAI-003	Cadena Intermedia	21/02/2025	1	A - F	Nivel 1.40m	3	2	4	103	15.47	0.5469	61.87	56.33	0.5558	0.247	34.39	13.91	1.45	49.75
Total general: 3																50.78	20.53	2.14	73.45

De acuerdo con la tabla anterior, se registró un total de **73.45 kg** de acero utilizado en el armado de todas las cadenas intermedias, lo que permitió llevar un mayor control del material empleado durante el proceso de armado de dichas cadenas.

Colado

En la siguiente tabla se presenta el volumen de concreto utilizado en el colado de las cadenas intermedias, indicando la fecha de colado de cada elemento, el volumen de concreto requerido y las cantidades de materiales empleadas para alcanzar la resistencia de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, utilizada en obra.

Tabla 16

Cantidad de Concreto Modelado en Revit para Cadenas Intermedias.

<CAI-COL-01-Concreto en Cadenas Intermedias>												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Cod. ID	Nom. Elemento	Fecha Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	Volumen	Material	F'c (kg/cm ²)	Cemento Portland	Arena (m ³)	Grava (m ³)	Agua (m ³)
CAI-001	Cadena Intermedia	22/02/2025	F	1 - 2	Nivel 1.40m	0.11 m ³	Concreto Armado	200	0.8	0.07	0.09	0.03
CAI-002	Cadena Intermedia	22/02/2025	B	1 - 2	Nivel 1.40m	0.10 m ³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CAI-003	Cadena Intermedia	22/02/2025	1	A - F	Nivel 1.40m	0.44 m ³	Concreto Armado	200	3.22	0.29	0.37	0.11
Total general: 3									4.75	0.43	0.54	0.17

Por lo tanto, y de acuerdo con la (**tabla 16**), para el colado de todas las cadenas intermedias se utilizaron **4.75 bolsas de cemento portland de 50 kg**, **0.43 m³ de arena**, **0.54 m³ de grava** y **0.17 m³ de agua**, registrando el volumen exacto de materiales aplicados en cada elemento durante la ejecución del colado.

2.2.9. *Habilitado, Armado y Colado de Cadena de Cerramiento de Nivel 1 y 2*

Ejecución y Supervisión

Habilitado y Armado de Acero

La supervisión del armado se inició verificando que las varillas estuvieran libres de deformaciones o corrosión y que el corte y doblado de las mismas fuera correcto, con doblez estándar de 90° en los estribos. Se comprobó que la varilla corrugada de 3/8" estuviera colocada como refuerzo longitudinal y los estribos de 1/4" posicionados cada 15 cm, observando que los ganchos se dispusieran alternados en las cuatro esquinas de cada cadena.

Posteriormente, se revisaron las secciones de las cadenas de 15 x 20 cm según los planos, confirmando que alcanzaran las dimensiones mínimas de 12 cm de ancho y 15 cm de peralte, conforme al apartado 6.2.1.1 b) de las NTC para Mampostería, y que se respetara el recubrimiento de 2.5 cm. Finalmente, se supervisó el traslado del armado a los niveles correspondientes, y que cada una de ellas estuviera centrada y alineada con los castillos.



Figura 34.- Armado de Cadena de Cerramiento sobre Muro en Nivel 1. Fuente: Propia.



Figura 35.- Armado de Cadena de Cerramiento de Nivel 2. Fuente: Propia.

Colado

Durante la supervisión del colado de las cadenas de cerramiento se revisó que la cimbra estuviera firme, alineada, limpia y bien sellada para evitar fugas, conforme a lo establecido en la NTC-Concreto 2017 (16.9.1.1 y 16.9.1.2). Asimismo, se verificó que las áreas de trabajo fueran seguras y libres de obstáculos, en cumplimiento con la NOM-031-STPS-2011. El acero se encontró colocado de acuerdo con los planos, limpio y libre de óxido o grasa, siguiendo lo indicado en las NTC de Concreto (16.8.2.9 y 16.8.2.3).

El colado se realizó con concreto de resistencia $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$, asegurando que no tuviera impurezas, según la NTC-CDMX 2017 (16.7.4.3). El vaciado se efectuó de manera continua, evitando interrupciones y compactando con vibrador para garantizar una adecuada consolidación sin desplazar el acero ni la cimbra. Finalmente, se aplicó un curado durante 7 días.

Modelo BIM

Habilitado y Armado de Acero

El modelado BIM de las cadenas de cerramiento se realizó después de la supervisión en obra, integrando los datos verificados en campo. En el modelo se representó la varilla longitudinal del **número 3** con el **color RGB 255-255-028** y los estribos del **número 2** con el **color RGB 128-255-000**, lo que permitió distinguir cada elemento con claridad. Asimismo, se incluyó la disposición de los estribos con ganchos a 90°, colocados de manera alternada en los cuatro lados de la cadena y con separación de dos cada 15 cm, lo que facilitó la revisión visual del armado y aseguró su correspondencia con lo ejecutado en obra.

En las siguientes figuras se muestran los modelos de las cadenas de cerramiento del nivel 1 y del nivel 2.

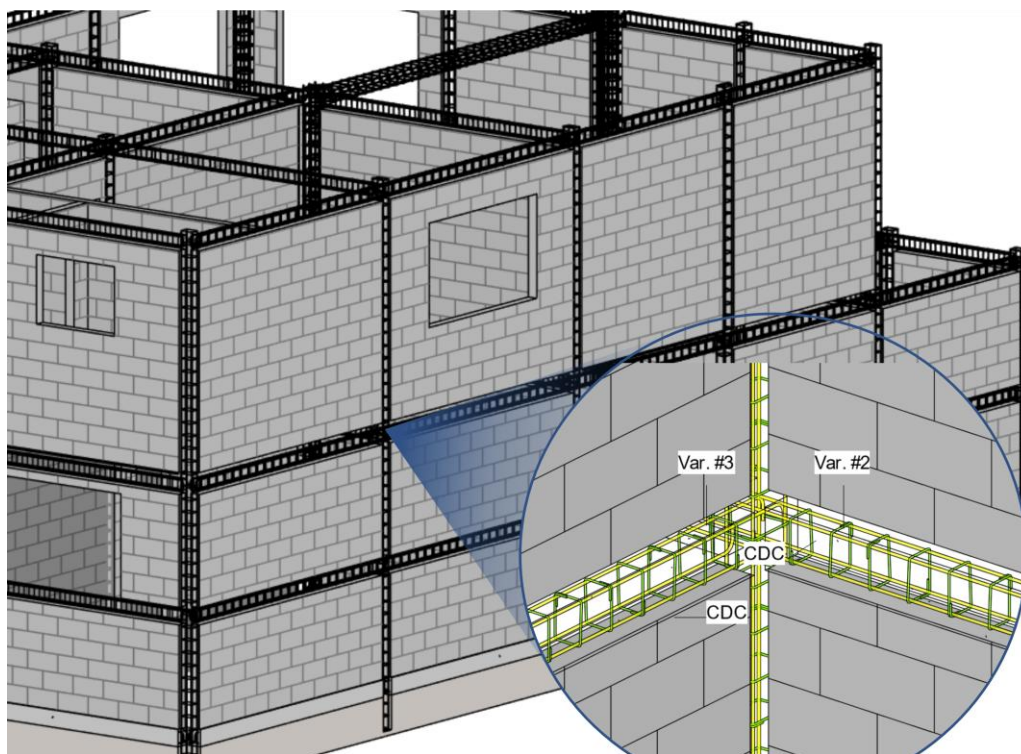


Figura 36. Armado de Cadenas de Cerramiento del Nivel 1. Fuente Propia.

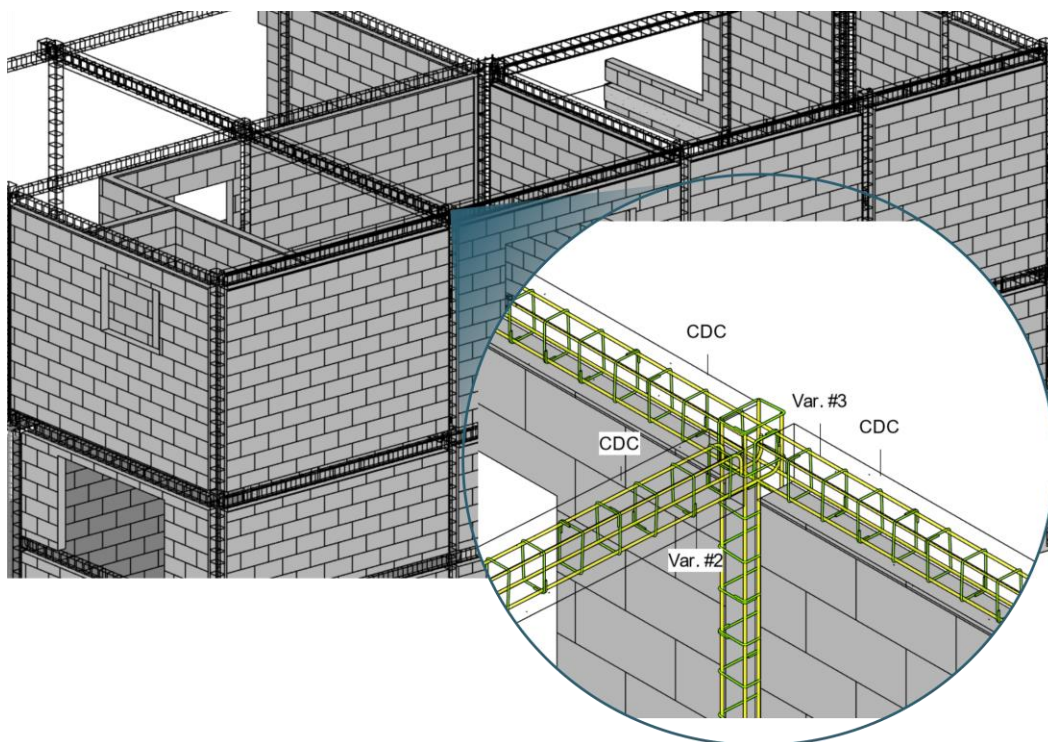


Figura 37. Armado de Cadenas de Cerramiento del Nivel 2. Fuente Propia.

Colado

Tras concluir el armado en el modelo BIM, se procedió a representar el colado de las cadenas de cerramiento, definiendo el concreto con una resistencia $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y asignándole las dimensiones correspondientes a cada sección. En el entorno digital, el concreto quedó integrado con las varillas previamente modeladas, lo que permitió apreciar la continuidad estructural y el volumen total del elemento.

En las siguientes figuras se distinguen las **CDC** del nivel 1 y 2, donde además se visualizan las dimensiones particulares de cada una y la interacción del concreto con el refuerzo interno.

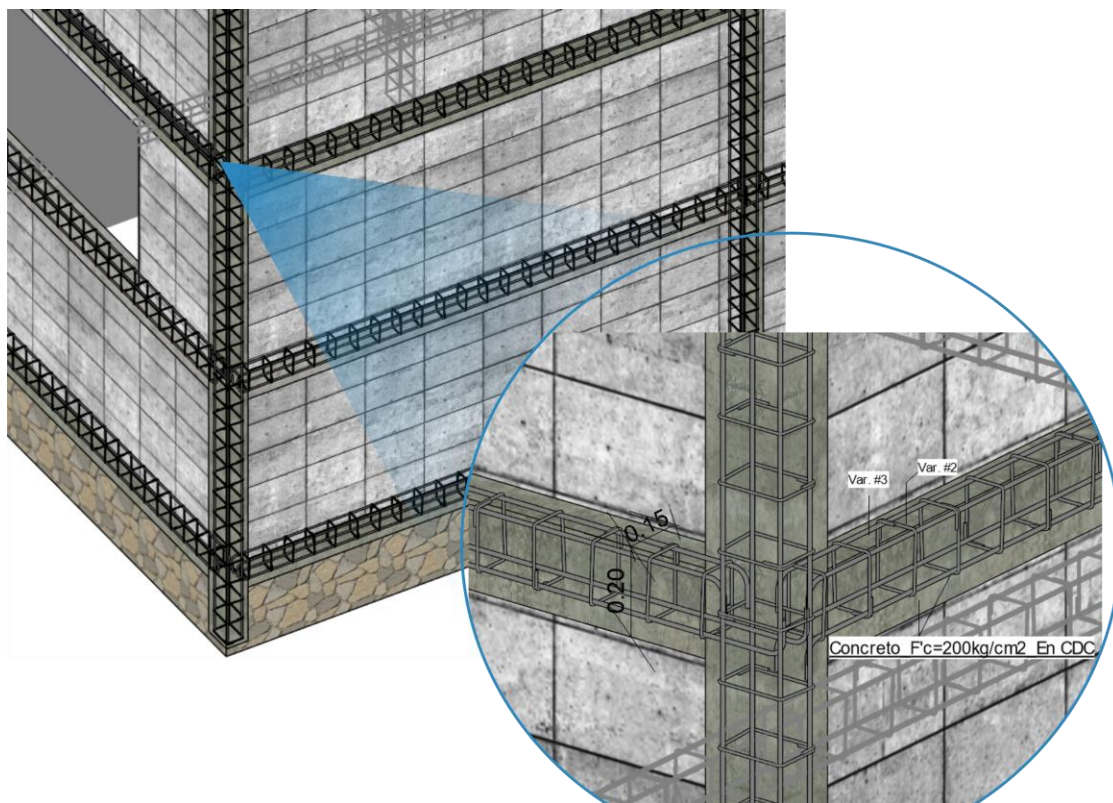


Figura 38.- Colado de Cadenas de Cerramiento en Nivel 1, Modelado en Revit. Fuente: Propia.

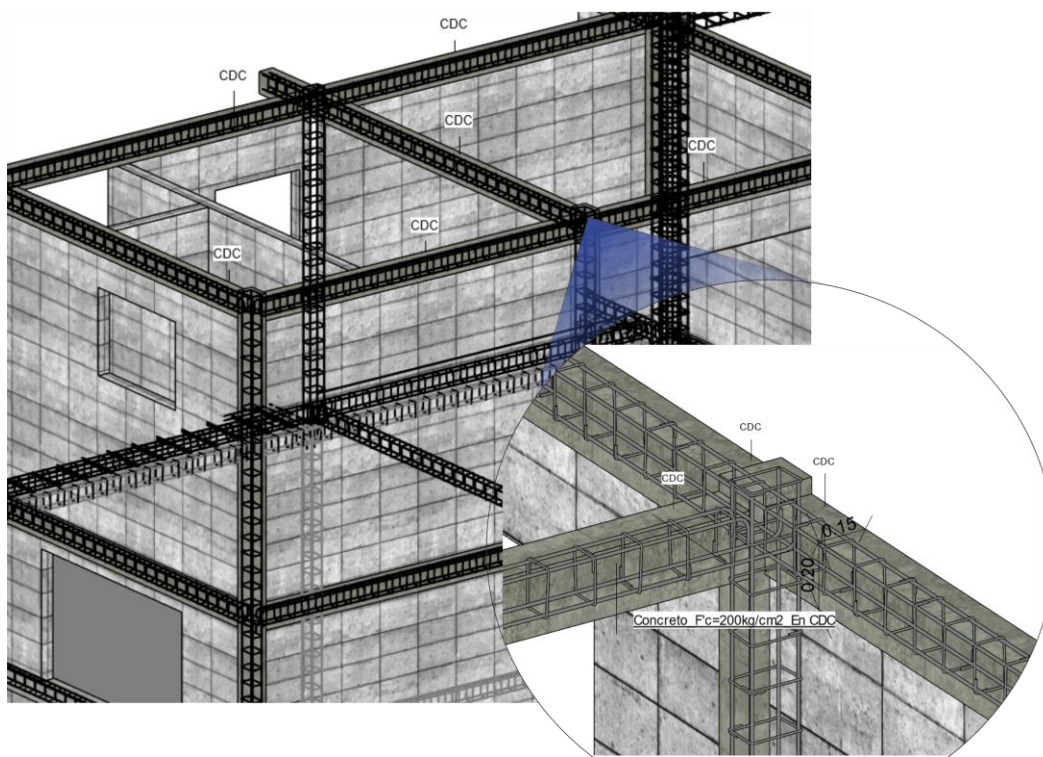


Figura 39.- Colado de Cadenas de Cerramiento en Nivel 2, Modelado en Revit. Fuente: Propia.

Resultados

Habilitado y Armado de Acero

A continuación, se presentan tres tablas correspondientes a las cadenas de cerramiento del nivel 1 y 2 y las cadenas de cerramiento de los sanitarios. En cada tabla se puede observar el código de identificación de cada cadena, la fecha de ejecución del armado y el desglose del acero utilizado en cada elemento, de acuerdo con el nivel al que pertenece cada cadena.

Tabla 17

Cantidad de Acero en Cadenas de Cerramiento del Nivel 1(C.D.C).

<CDC-ARM-01-Armado en Cadenas de Cerramiento>																			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cod. ID	Nom. Elemento	Fecha Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	Nº Long	Nº Trans	No Long(pzas)	No Trans(pzas)	Long.Long	Long.Trans	ML Long	ML Trans	Kg Long	Kg Trans	Peso Long	Peso Trans	Kg Alam	Peso Total
CDC-001	Cadena de Cerramiento	12/03/2025	A	1 - 2	Nivel 1	3	2	4	25	3.88	0.5469	15.53	13.67	0.5558	0.247	8.63	3.38	0.36	12.37
CDC-002	Cadena de Cerramiento	12/03/2025	C	1 - 2	Nivel 1	3	2	4	24	3.62	0.5469	14.49	13.13	0.5558	0.247	8.06	3.24	0.34	11.64
CDC-003	Cadena de Cerramiento	12/03/2025	B	1 - 2	Nivel 1	3	2	4	24	3.64	0.5469	14.55	13.13	0.5558	0.247	8.09	3.24	0.34	11.67
CDC-004	Cadena de Cerramiento	12/03/2025	F	1 - 2	Nivel 1	3	2	4	26	3.91	0.5469	15.63	14.22	0.5558	0.247	8.68	3.51	0.37	12.56
CDC-005	Cadena de Cerramiento	12/03/2025	2	A - B	Nivel 1	3	2	4	18	2.72	0.5469	10.88	9.84	0.5558	0.247	6.05	2.43	0.25	8.73
CDC-006	Cadena de Cerramiento	12/03/2025	1 - 2	A - B	Nivel 1	3	2	4	18	2.71	0.5469	10.86	9.84	0.5558	0.247	6.04	2.43	0.25	8.72
CDC-007	Cadena de Cerramiento	12/03/2025	4	B - C	Nivel 1	3	2	4	34	5.22	0.5469	20.87	18.59	0.5558	0.247	11.60	4.59	0.49	16.68
CDC-008	Cadena de Cerramiento	12/03/2025	1	A - F	Nivel 1	3	2	4	103	15.46	0.5469	61.83	56.33	0.5558	0.247	34.36	13.91	1.45	49.72
CDC-009	Cadena de Cerramiento	12/03/2025	E	1 - 2	Nivel 1	3	2	4	26	3.95	0.5469	15.79	14.22	0.5558	0.247	8.78	3.51	0.37	12.66
CDC-010	Cadena de Cerramiento	12/03/2025	2	C - F	Nivel 1	3	2	4	47	7.17	0.5469	28.69	25.70	0.5558	0.247	15.95	6.35	0.67	22.97
CDC-011	Cadena de Cerramiento	12/03/2025	B	2 - 4	Nivel 1	3	2	4	34	4.99	0.5469	19.95	18.59	0.5558	0.247	11.09	4.59	0.47	16.15
CDC-012	Cadena de Cerramiento	12/03/2025	C	2 - 6	Nivel 1	3	2	4	57	8.69	0.5469	34.75	31.17	0.5558	0.247	19.31	7.70	0.81	27.82
Total general: 12																146.63	58.90	6.17	211.69

De acuerdo con la (tabla 17), que se realizó con base en lo ejecutado y supervisado en obra, el peso total de acero empleado en las cadenas del nivel 1 fue de **211.69 kg**.

Tabla 18

Cantidad de Acero en Cadenas de Cerramiento del Nivel 1(Sanitarios).

<CDC-ARM-01-Armado en Cadenas de Cerramiento>																			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cod. ID	Nom. Elemento	Fecha Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	Nº Long	Nº Trans	No Long(pzas)	No Trans(pzas)	Long.Long	Long.Trans	ML Long	ML Trans	Kg Long	Kg Trans	Peso Long	Peso Trans	Kg Alam	Peso Total
CDC-013	Cadena de Cerramiento	13/03/2025	J	8 - 10	Nivel 1 (S)	3	2	4	27	4.21	0.5469	16.83	14.77	0.5558	0.247	9.35	3.65	0.39	13.39
CDC-014	Cadena de Cerramiento	13/03/2025	10	G - J	Nivel 1 (S)	3	2	4	46	6.94	0.5469	27.77	25.16	0.5558	0.247	15.43	6.21	0.65	22.30
CDC-015	Cadena de Cerramiento	13/03/2025	7	G - H	Nivel 1 (S)	3	2	4	20	3.10	0.5469	12.41	10.94	0.5558	0.247	6.90	2.70	0.29	9.89
CDC-016	Cadena de Cerramiento	13/03/2025	9	G - I	Nivel 1 (S)	3	2	4	19	2.84	0.5469	11.37	10.39	0.5558	0.247	6.32	2.57	0.27	9.15
CDC-017	Cadena de Cerramiento	13/03/2025	8	I - J	Nivel 1 (S)	3	2	4	16	2.45	0.5469	9.80	8.75	0.5558	0.247	5.44	2.16	0.23	7.83
CDC-018	Cadena de Cerramiento	13/03/2025	I	8 - 9	Nivel 1 (S)	3	2	4	7	1.14	0.5469	4.58	3.83	0.5558	0.247	2.54	0.95	0.10	3.59
CDC-019	Cadena de Cerramiento	13/03/2025	G	7 - 10	Nivel 1 (S)	3	2	4	31	4.80	0.5469	19.19	16.95	0.5558	0.247	10.67	4.19	0.45	15.30
Total general: 7																56.66	22.42	2.37	81.45

La (tabla 18) indica un total de **81.45 kg** de acero usado para las cadenas de cerramiento del área de los baños, obtenido a partir del desglose de los refuerzos longitudinales y transversales.

Tabla 19

Cantidad de Acero en Cadenas de Cerramiento del Nivel 2(C.D.C).

<CDC-ARM-01-Armado en Cadenas de Cerramiento>																			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cod. ID	Nom. Elemento	Fecha Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	N° Long	N° Trans	No Long(pzas)	No Trans(pzas)	Long Long	Long Trans	ML Long	ML Trans	Kg Long	Kg Trans	Peso Long	Peso Trans	Kg Alam	Peso Total
CDC-020	Cadena de Cerramiento	22/04/2025	C	1 - 2	Nivel 2	3	2	4	23	3.59	0.5469	14.37	12.58	0.5558	0.247	7.99	3.11	0.33	11.43
CDC-021	Cadena de Cerramiento	22/04/2025	B	1 - 2	Nivel 2	3	2	4	23	3.60	0.5469	14.41	12.58	0.5558	0.247	8.01	3.11	0.33	11.45
CDC-022	Cadena de Cerramiento	22/04/2025	F	1 - 2	Nivel 2	3	2	4	26	3.91	0.5469	15.64	14.22	0.5558	0.247	8.69	3.51	0.37	12.57
CDC-023	Cadena de Cerramiento	22/04/2025	B	2 - 4	Nivel 2	3	2	4	34	4.97	0.5469	19.87	18.59	0.5558	0.247	11.05	4.59	0.47	16.11
CDC-024	Cadena de Cerramiento	22/04/2025	4	B - C	Nivel 2	3	2	4	34	5.22	0.5469	20.87	18.59	0.5558	0.247	11.60	4.59	0.49	16.68
CDC-025	Cadena de Cerramiento	22/04/2025	F	2 - 6	Nivel 2	3	2	4	55	8.44	0.5469	33.75	30.08	0.5558	0.247	18.76	7.43	0.79	26.98
CDC-026	Cadena de Cerramiento	22/04/2025	C	2 - 6	Nivel 2	3	2	4	57	8.64	0.5469	34.56	31.17	0.5558	0.247	19.21	7.70	0.81	27.71
CDC-027	Cadena de Cerramiento	23/04/2025	2	C - F	Nivel 2	3	2	4	47	7.16	0.5469	28.62	25.70	0.5558	0.247	15.91	6.35	0.67	22.92
CDC-028	Cadena de Cerramiento	23/04/2025	1	A-B	Nivel 2	3	2	4	47	7.18	0.5469	28.70	25.70	0.5558	0.247	15.95	6.35	0.67	22.97
CDC-029	Cadena de Cerramiento	23/04/2025	6	C - F	Nivel 2	3	2	4	45	7.06	0.5469	28.25	24.61	0.5558	0.247	15.70	6.08	0.65	22.43
CDC-030	Cadena de Cerramiento	23/04/2025	5	C - F	Nivel 2	3	2	4	46	7.07	0.5469	28.27	25.16	0.5558	0.247	15.71	6.21	0.66	22.58
CDC-031	Cadena de Cerramiento	23/04/2025	E	1 - 6	Nivel 2	3	2	4	82	12.35	0.5469	49.41	44.85	0.5558	0.247	27.46	11.08	1.16	39.70
CDC-032	Cadena de Cerramiento	23/04/2025	1	A - F	Nivel 2	3	2	4	85	12.75	0.5469	51.01	46.49	0.5558	0.247	28.35	11.48	1.20	41.03
Total general: 13																204.40	81.59	8.58	294.57

Para las cadenas del nivel 2 del C.D.C, la tabla muestra un peso total de **294.57 kg** de acero, integrando el aporte longitudinal y transversal de cada elemento dentro del modelo en Revit. De acuerdo con los resultados obtenidos de las tres tablas, se utilizó un total de **587.71 kg** de acero.

Colado

En las siguientes tablas se presentan las cantidades de materiales utilizadas para el colado de las cadenas de cerramiento, organizadas de acuerdo con su ubicación en el proyecto. En cada tabla se puede observar el cod.ID de cada elemento, la fecha de ejecución del colado y el desglose de los materiales empleados para alcanzar la resistencia especificada de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 20

Cantidad de Concreto en Cadenas de Cerramiento del Nivel 1 (C.D.C).

<CDC-COL-01-Concreto en Cadenas de Cerramiento>												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Cod. ID	Nom. Elemento	Fecha Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	Volumen	Material	F'c (kg/cm2)	Cemento Portland	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
CDC-001	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	A	1 - 2	Nivel 1	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CDC-002	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	C	1 - 2	Nivel 1	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CDC-003	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	B	1 - 2	Nivel 1	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CDC-004	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	F	1 - 2	Nivel 1	0.11 m³	Concreto Armado	200	0.8	0.07	0.09	0.03
CDC-005	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	2	A - B	Nivel 1	0.07 m³	Concreto Armado	200	0.51	0.05	0.06	0.02
CDC-006	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	1 - 2	A - B	Nivel 1	0.08 m³	Concreto Armado	200	0.58	0.05	0.07	0.02
CDC-007	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	4	B - C	Nivel 1	0.14 m³	Concreto Armado	200	1.02	0.09	0.12	0.04
CDC-008	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	1	A - F	Nivel 1	0.44 m³	Concreto Armado	200	3.22	0.29	0.37	0.11
CDC-009	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	E	1 - 2	Nivel 1	0.11 m³	Concreto Armado	200	0.8	0.07	0.09	0.03
CDC-010	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	2	C - F	Nivel 1	0.20 m³	Concreto Armado	200	1.46	0.13	0.17	0.05
CDC-011	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	B	2 - 4	Nivel 1	0.14 m³	Concreto Armado	200	1.02	0.09	0.12	0.04
CDC-012	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	C	2 - 6	Nivel 1	0.24 m³	Concreto Armado	200	1.75	0.16	0.2	0.06
Total general: 12									13.35	1.21	1.53	0.49

De acuerdo con la información presentada en la tabla correspondiente, para el colado de las cadenas de cerramiento del nivel 1 del Centro de Desarrollo Comunitario se utilizó un total de **13.35 sacos de cemento, 1.21 m³ de arena, 1.53 m³ de grava y 0.49 m³ de agua**, distribuidos entre los diferentes elementos modelados.

Tabla 21

Cantidad de Concreto en Cadenas de Cerramiento del Nivel 1 (Sanitarios).

<CDC-COL-01-Concreto en Cadenas de Cerramiento>												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Cod. ID	Nom. Elemento	Fecha Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	Volumen	Material	F'c (kg/cm2)	Cemento Portland	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
CDC-013	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	J	8 - 10	Nivel 1 (Sanitari	0.12 m³	Concreto Armado	200	0.88	0.08	0.1	0.03
CDC-014	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	10	G - J	Nivel 1 (Sanitari	0.20 m³	Concreto Armado	200	1.46	0.13	0.17	0.05
CDC-015	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	7	G - H	Nivel 1 (Sanitari	0.09 m³	Concreto Armado	200	0.66	0.06	0.07	0.02
CDC-016	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	9	G - I	Nivel 1 (Sanitari	0.08 m³	Concreto Armado	200	0.58	0.05	0.07	0.02
CDC-017	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	8	I - J	Nivel 1 (Sanitari	0.07 m³	Concreto Armado	200	0.51	0.05	0.06	0.02
CDC-018	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	I	8 - 9	Nivel 1 (Sanitari	0.03 m³	Concreto Armado	200	0.22	0.02	0.02	0.01
CDC-019	Cadena de Cerramiento	24/03/2025	G	7 - 10	Nivel 1 (Sanitari	0.13 m³	Concreto Armado	200	0.95	0.09	0.11	0.03
Total general: 7									5.26	0.48	0.6	0.18

Según la información de la (tabla 21), se utilizó un total de **5.26 sacos de cemento, 0.48 m³ de arena, 0.6 m³ de grava y 0.18 m³ de agua**, contabilizando todos los elementos de esta área. Estos resultados reflejan el consumo específico de materiales para las cadenas de cerramiento de los sanitarios.

Tabla 22

Cantidad de Concreto en Cadenas de Cerramiento del Nivel 2 (C.D.C).

<CDC-COL-01-Concreto en Cadenas de Cerramiento>												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Cod. ID	Nom. Elemento	Fecha Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	Volumen	Material	F'c (kg/cm2)	Cemento Portland	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
CDC-020	Cadena de Cerramiento	28/04/2025	C	1 - 2	Nivel 2	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CDC-021	Cadena de Cerramiento	28/04/2025	B	1 - 2	Nivel 2	0.10 m³	Concreto Armado	200	0.73	0.07	0.08	0.03
CDC-022	Cadena de Cerramiento	28/04/2025	F	1 - 2	Nivel 2	0.11 m³	Concreto Armado	200	0.8	0.07	0.09	0.03
CDC-023	Cadena de Cerramiento	28/04/2025	B	2 - 4	Nivel 2	0.14 m³	Concreto Armado	200	1.02	0.09	0.12	0.04
CDC-024	Cadena de Cerramiento	28/04/2025	4	B - C	Nivel 2	0.14 m³	Concreto Armado	200	1.02	0.09	0.12	0.04
CDC-025	Cadena de Cerramiento	28/04/2025	F	2 - 6	Nivel 2	0.23 m³	Concreto Armado	200	1.68	0.15	0.19	0.06
CDC-026	Cadena de Cerramiento	28/04/2025	C	2 - 6	Nivel 2	0.24 m³	Concreto Armado	200	1.75	0.16	0.2	0.06
CDC-027	Cadena de Cerramiento	28/04/2025	2	C - F	Nivel 2	0.20 m³	Concreto Armado	200	1.46	0.13	0.17	0.05
CDC-028	Cadena de Cerramiento	28/04/2025	1	A-B	Nivel 2	0.20 m³	Concreto Armado	200	1.46	0.13	0.17	0.05
CDC-029	Cadena de Cerramiento	28/04/2025	6	C - F	Nivel 2	0.19 m³	Concreto Armado	200	1.39	0.13	0.16	0.05
CDC-030	Cadena de Cerramiento	28/04/2025	5	C - F	Nivel 2	0.20 m³	Concreto Armado	200	1.46	0.13	0.17	0.05
CDC-031	Cadena de Cerramiento	28/04/2025	E	1 - 6	Nivel 2	0.35 m³	Concreto Armado	200	2.56	0.23	0.29	0.09
CDC-032	Cadena de Cerramiento	28/04/2025	1	A - F	Nivel 2	0.36 m³	Concreto Armado	200	2.63	0.24	0.3	0.09
Total general: 13									18.69	1.69	2.14	0.67

Para el nivel 2 del C.D.C, de acuerdo con la tabla correspondiente, se emplearon **18.69 sacos de cemento de 50 kg, 1.69 m³ de arena, 2.14 m³ de grava y 0.67 m³ de agua** para todas las cadenas de cerramiento de este nivel.

2.2.10. Habilidad, Armado y Colado de Trabe Tipo T – 1 de Nivel 1 y 2

Ejecución y Supervisión

Habilitado y Armado de Acero

La actividad, inicio con la verificación de la cimbra que estuviera bien instalada, alineada y firme. Durante la supervisión del armado, se revisó la correcta colocación de las trabes tipo-1 correspondientes a los niveles 1 y 2. Posteriormente, se procedió al corte y preparación del acero de refuerzo. Se utilizaron varillas corrugadas del #5 como refuerzo longitudinal, mientras que los estribos se fabricaron con varilla del #2, colocados cada 15 cm y con doblez estándar de 90°, disponiendo los ganchos de manera alternada en los cuatro lados de la trabe.

Además, se integraron columpios de varilla #3 distribuidos equidistante a lo largo de la trabe. Se constató que todas las piezas quedaran firmemente amarradas con alambre recocado.



Figura 40.- Armado de trabe tipo T-1 del Nivel 1 (C.D.C). Fuente: Propia.



Figura 41.- Armado de trabe tipo T-1 del Nivel 2 (C.D.C). Fuente: Propia.

Modelo BIM

Habilitado y Armado de Acero

En el modelo BIM se representó el armado de las Trabes T-1, integrando los elementos estructurales conforme a lo verificado en obra. La varilla longitudinal se modeló con acero del número 4, asignándole el color previamente definido en actividades anteriores, mientras que los estribos y los columpios se representaron con varilla del número 3, utilizando también el color previamente establecido para este tipo de elementos, facilitando su identificación y manteniendo coherencia gráfica en el modelo.

El armado digital incluyó la disposición de los estribos con ganchos a 90°, colocados de manera alternada en las cuatro caras de las Trabes T-1. Con ello, se pueden apreciar en las siguientes figuras los colores, la disposición de los elementos y la integración completa del armado en el modelo BIM.

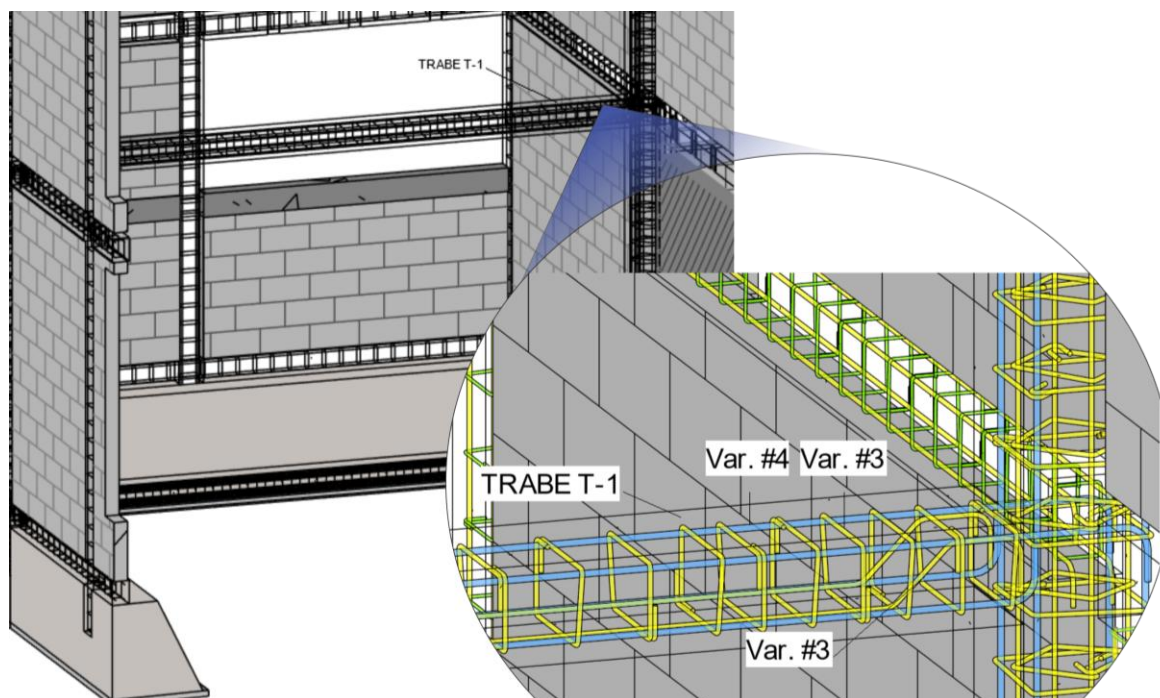


Figura 42.- Armado de Trabe T-1 de Nivel 1, Modelado en Revit. Fuente: Propia.

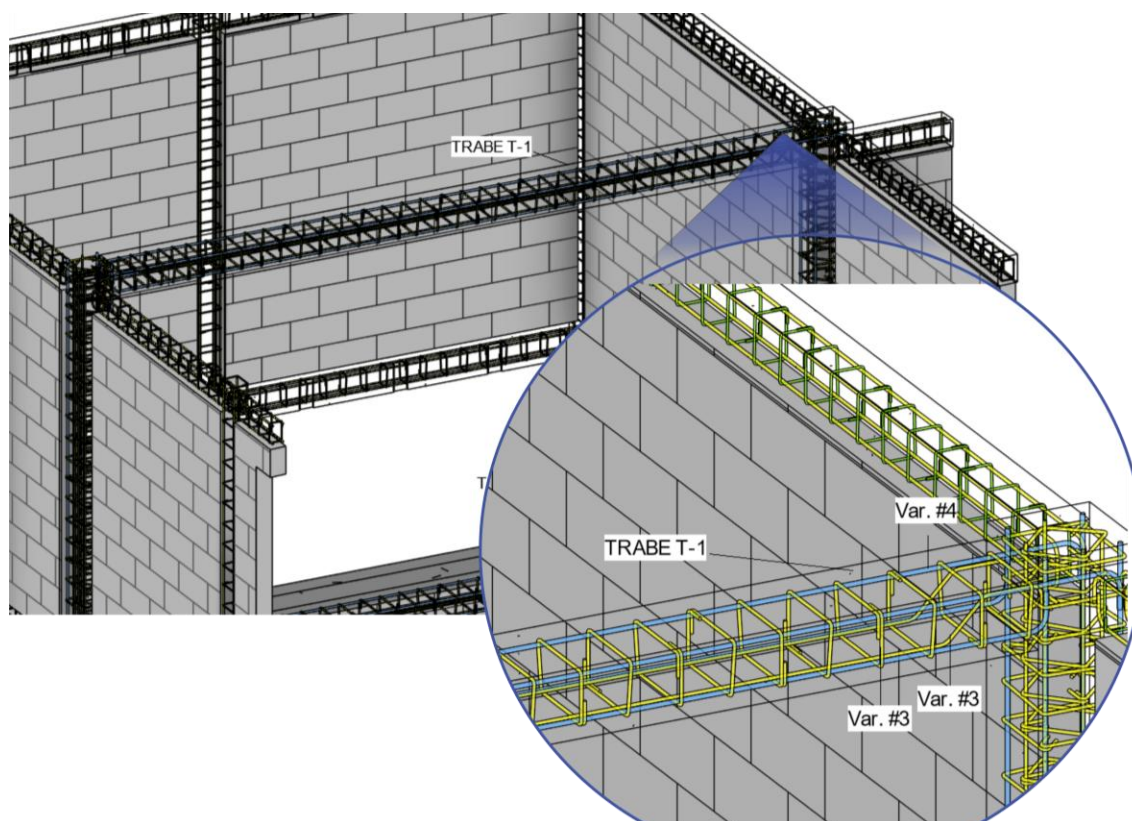


Figura 43.- Armado de Trabe T-1 de Nivel 2, Modelado en Revit. Fuente: Propia.

Colado

Una vez finalizado el modelado del armado, se procedió a representar el colado de las Tabes T-1 en el modelo BIM. Se definió el concreto con una resistencia de diseño $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$, incorporando las dimensiones de cada sección y sus propiedades estructurales. El modelado permitió integrar el concreto con el armado previamente representado, mostrando de manera clara la continuidad estructural y la interacción de todos los elementos.

De esta forma, en las siguientes figuras se puede observar cómo el concreto rodea las varillas longitudinales, los estribos y columpios, respetando las disposiciones y separaciones verificadas en obra.

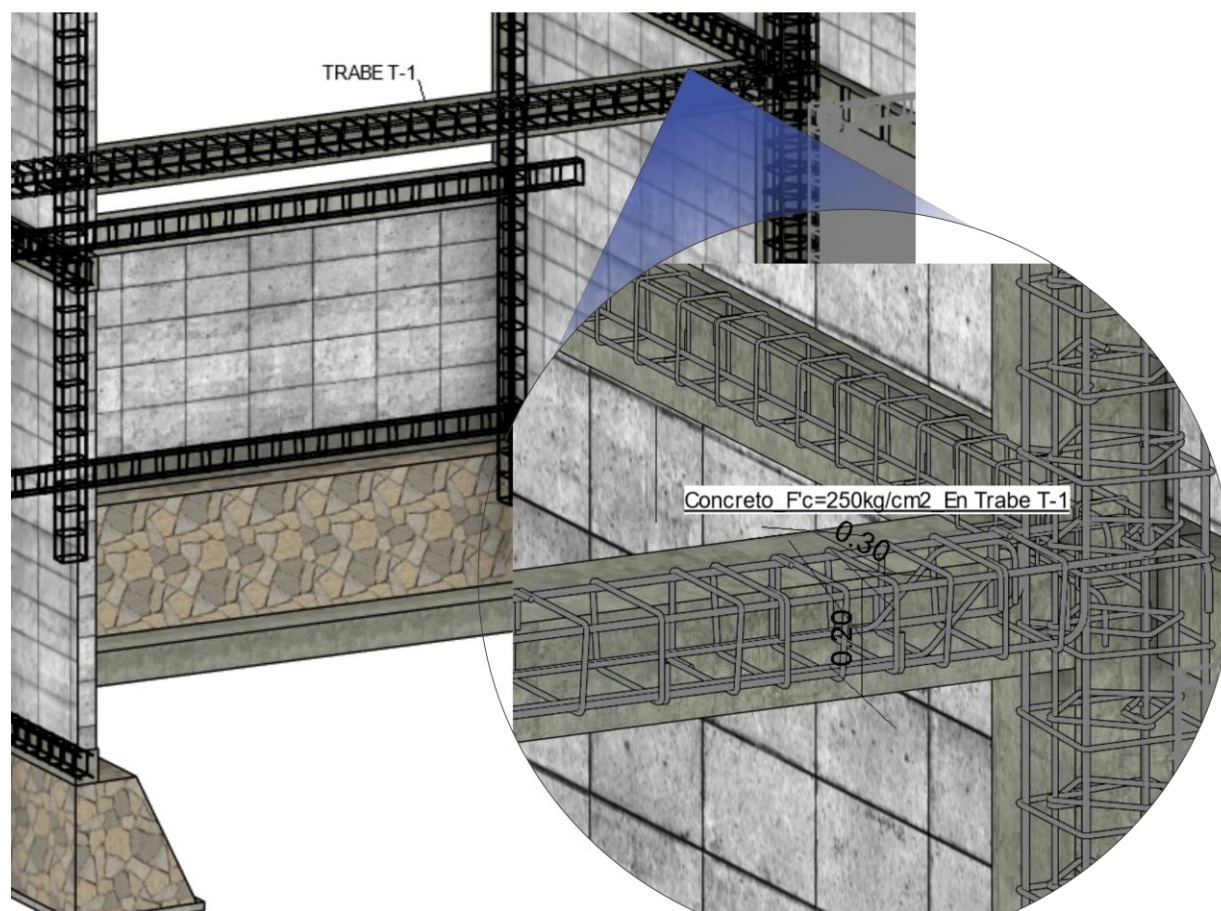


Figura 44.- Colado de Trabe T-1 de Nivel 1, Modelado en Revit. Fuente: Propia.

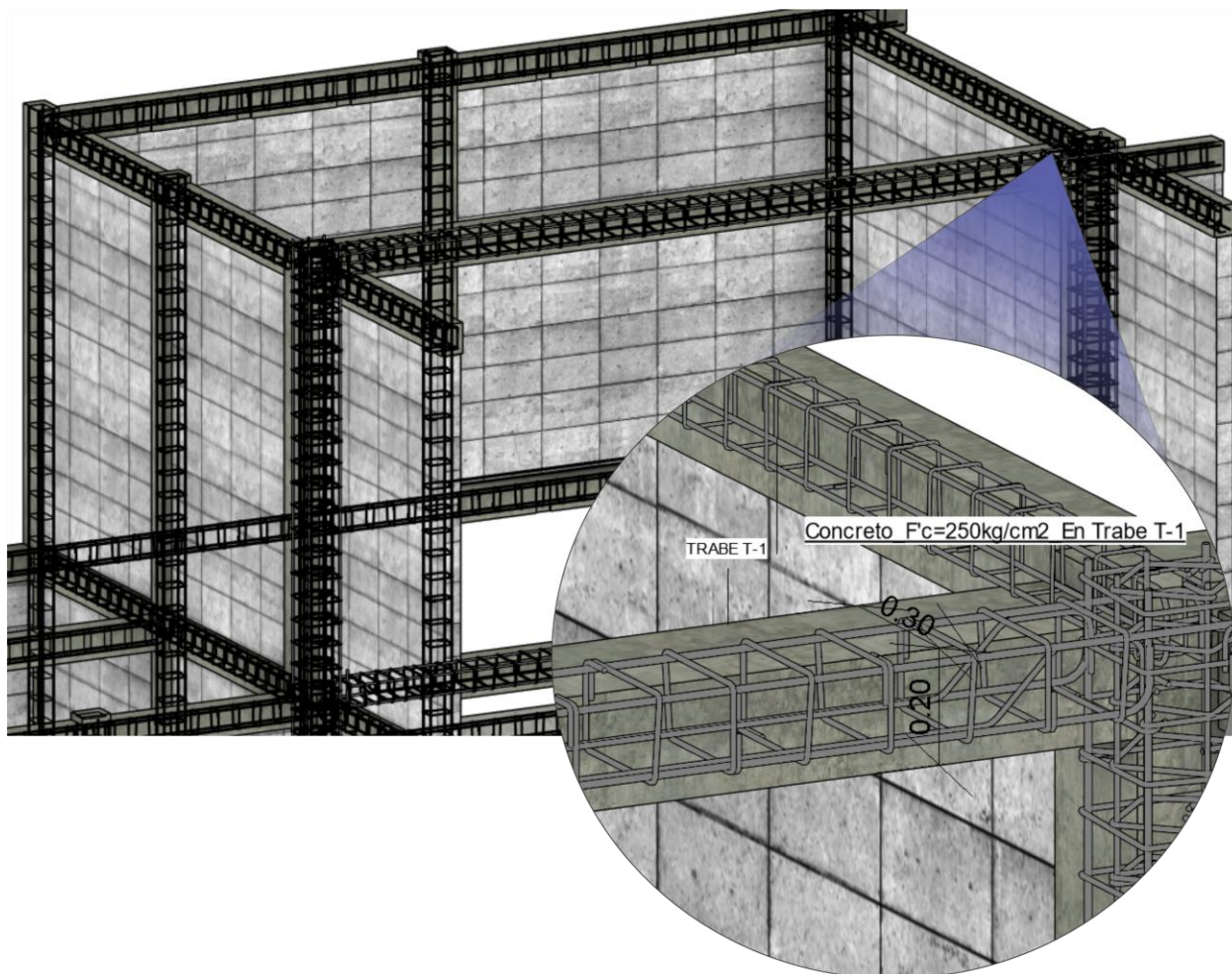


Figura 45.- Colado de Trabe T-1 de Nivel 2, Modelado en Revit. Fuente: Propia.

Resultados

Habilitado y Armado de Acero

De acuerdo con el análisis presentado (ver [Anexo D.](#)), se determinó que para el armado de las trabes correspondientes a los niveles 1 y 2 se utilizó un total de **96.39 kg de acero de refuerzo estructural**. En dicho desglose se contempló el acero longitudinal, transversal, los columpios y el alambre recocado, distribuyéndose de la siguiente manera: **48.20 kg en la trabe del nivel 1 y 48.19 kg en la trabe del nivel 2**. Este resultado permitió tener mayor control del material empleado durante el proceso constructivo.

Colado

En la siguiente tabla se presentan las cantidades de materiales empleadas en el colado de las trabes de nivel 1 y 2, junto con el código de identificación de cada elemento y la fecha de ejecución del colado. Los datos fueron registrados y actualizados en tiempo real desde el modelo.

Tabla 23

Cantidad de Concreto en Trabe T-1 en Niveles 1 y 2 (C.D.C).

<TRA-COL-01-Concreto en Trabe T - 1 en Niveles 1 y 2 (C.D.C)>												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Cod. ID	Nom.Elemento	Fecha.Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	Volumen	Material	F'c (kg/cm2)	Cemento Portland	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
TRA-001	Trabe T - 1	24/03/2025	2	B - C	Nivel 1 (C.D.C)	0.31 m³	Concreto Armado	200	2.27	0.21	0.26	0.08
TRA-002	Trabe T - 1	28/04/2025	2	B - C	Nivel 2 (C.D.C)	0.31 m³	Concreto Armado	200	2.27	0.21	0.26	0.08
Total general: 2									4.54	0.42	0.52	0.16

De acuerdo con los resultados que se observaron en la tabla anterior, se obtuvo un consumo de **2.27 sacos de cemento, 0.21 m³ de arena, 0.26 m³ de grava y 0.08 m³ de agua** para cada una de las trabes de los niveles 1 y 2. Esto permitió mantener un control inmediato de los materiales utilizados durante la ejecución de la actividad.

2.2.11. Habilitado, Armado y Colado de Losa Nervada de Nivel 1 y 2

Ejecución y Supervisión

Habilitado y Armado de Acero

Se inició verificando que el acero de refuerzo estuviera limpio, sin deformaciones ni corrosión. Las nervaduras se armaron en dos sentidos, horizontal y perpendicular, formando una retícula estructural con separación de 60 cm horizontal y 40 cm vertical, garantizando un espesor mínimo de 10 cm y que la separación entre nervaduras no superara 80 cm (NTC de Concreto, secciones 6.7.8.1.2 y 6.7.8.1.4). Cada nervadura se armó con varillas corrugadas de 3/8” como refuerzo superior e inferior y estribos de 1/4” cada 15 cm y ganchos de 135° (NTC, apartado 14.3.5).

Se comprobó la presencia de al menos una barra inferior y que las grapas sujetaran correctamente el refuerzo.

Posteriormente, se colocaron los bloques de concreto aligerado de 20x20x40 cm sobre las nervaduras, en la disposición especificada (un bloque vertical y dos horizontales por rectángulo de 40x60 cm), verificando que no presentaran fisuras ni fragmentos y que estuvieran correctamente alineados. Finalmente se instaló la malla electrosoldada sobre los bloques, amarrándola al acero de refuerzo.



Figura 46.- Armado de Losa Nervada en Nivel 1 (C.D.C). Fuente: Propia.



Figura 47. Armado de Refuerzo de Viguetas en Nivel 2 (C.D.C). Fuente: Propia.

Colado

La supervisión del colado comenzó verificando la limpieza de la cimbra y que las superficies estuvieran humedecidas y con desmoldante. Se constató que no hubiera acumulación de agua en el área de colado (NTC-CDMX 2017, 16.7.4.2. También se revisó que el acero estuviera libre de grasa, polvo u oxidación excesiva, conforme a la sección 16.8.2.3 de las NTC.

El concreto se preparó en obra con revolvedora, dosificado para $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$. Se supervisó el vaciado monolítico que incluyó la losa nervada y capa de compresión de 5 cm, auxiliado con elevador de concreto. Durante el proceso se controló el uso del vibrador de aguja en nervaduras, así como la nivelación de la superficie. Finalmente, se verificó que tras el fraguado inicial se aplicara curado mediante riegos de agua durante siete días.



Figura 48. Colado de Losa Nervada del Nivel 1 (C.D.C.). Fuente: Propia.



Figura 49. Colado de Losa Nervada del Nivel 2 (C.D.C.). Fuente: Propia.

Modelo BIM

Habilitado y Armado de Acero

Una vez que se concluyó la supervisión del armado de la losa nervada en obra, se procedió a modelar dicho armado en Revit donde se representaron de manera diferenciada los elementos del armado. Las varillas longitudinales del #3 conservaron el color previamente asignado en actividades anteriores, de igual manera que con las grapas que son de varilla del #2, lo que facilitó su identificación visual.

Además, se integró la **malla electrosoldada 6x6-10/10** como refuerzo superior de la losa, y se representó la colocación de los blocks dentro de cada nervadura, simulando la forma en que fueron asentados durante la ejecución.

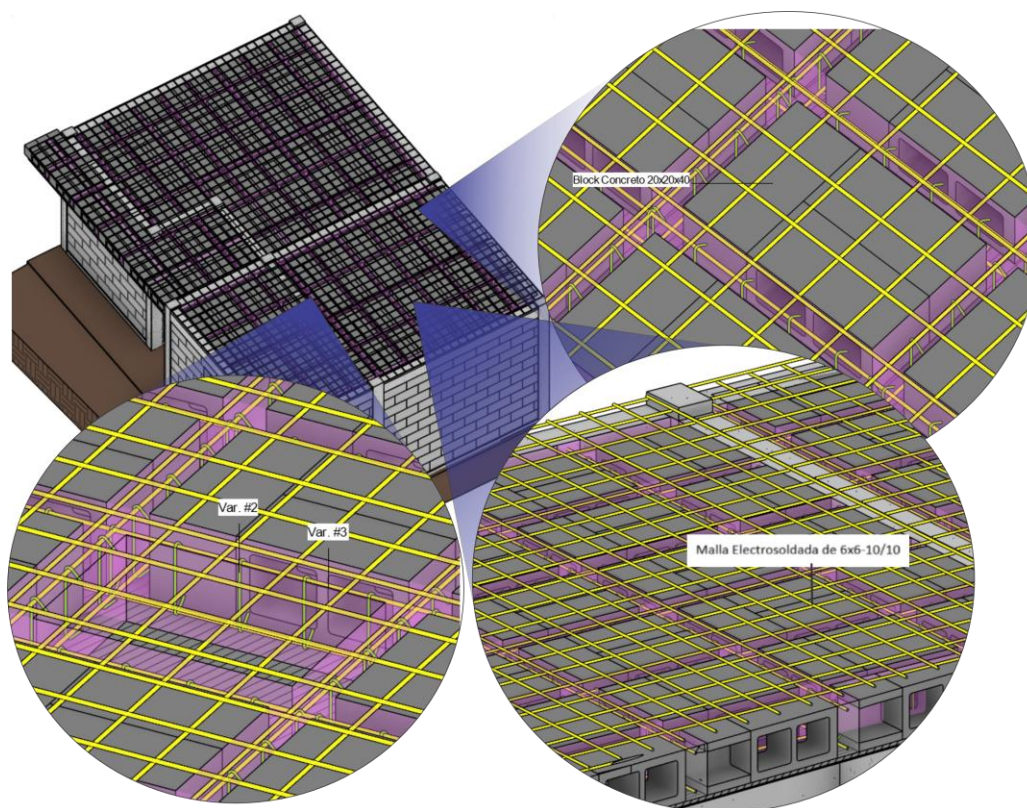


Figura 50.- Armado de Losa Nervada en Área de Baños, Modelado en Revit. Fuente: Propia.

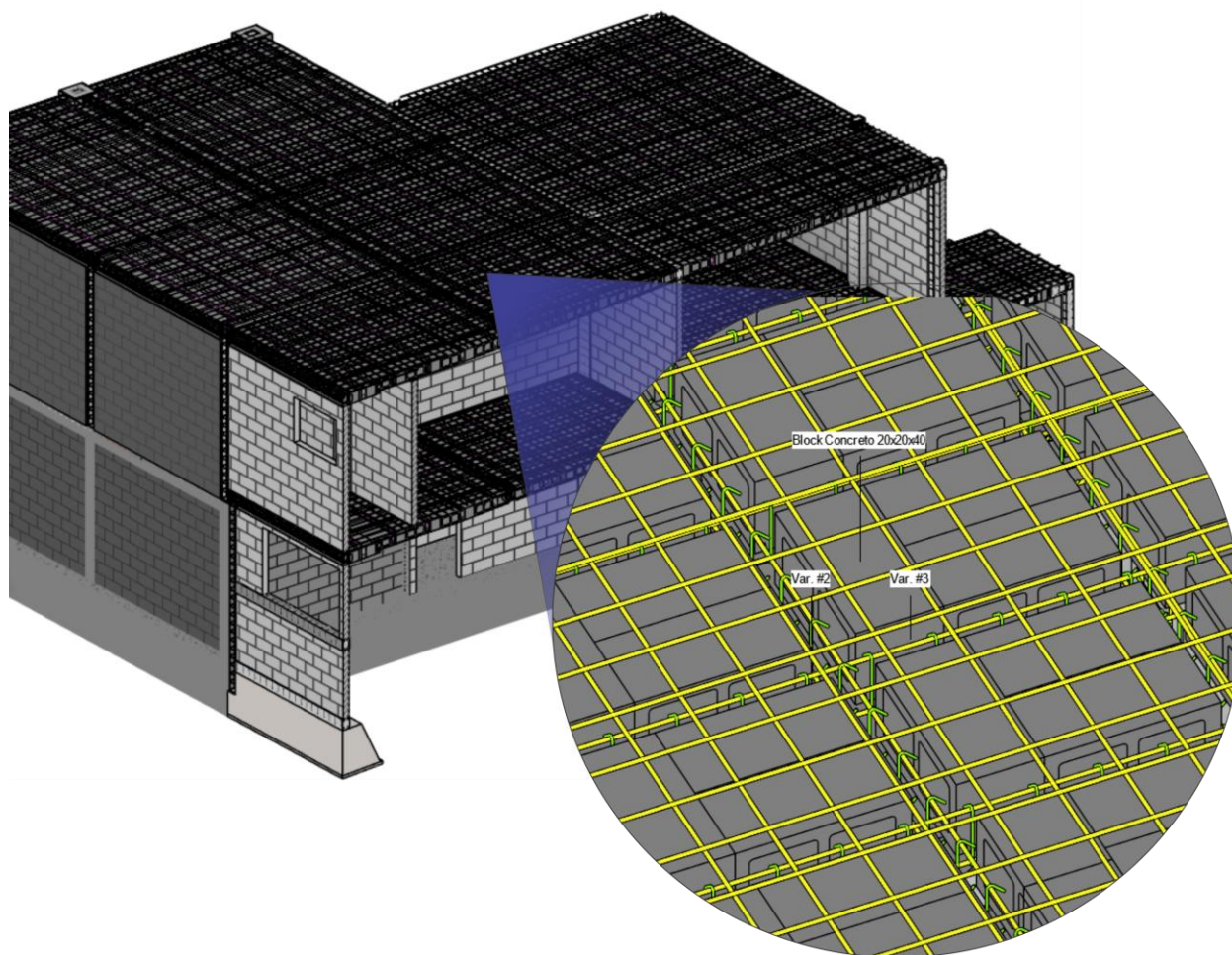


Figura 51.- Armado de Losa Nervada en Área de Nivel 2 (C.D.C), Modelado en Revit. Fuente: Propia.

Colado

Una vez que se contó con la colocación de los blocks, el armado de las nervaduras con sus varillas longitudinales, las grapas y la malla electrosoldada tipo 6x6–10/10, se procedió a modelar el colado de la losa nervada con concreto $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$. En el modelo se aplicó un grado de transparencia al concreto para apreciar claramente la interacción y la unión del colado con el armado previamente representado, lo que permitió verificar la correcta integración de todos los elementos en conjunto.

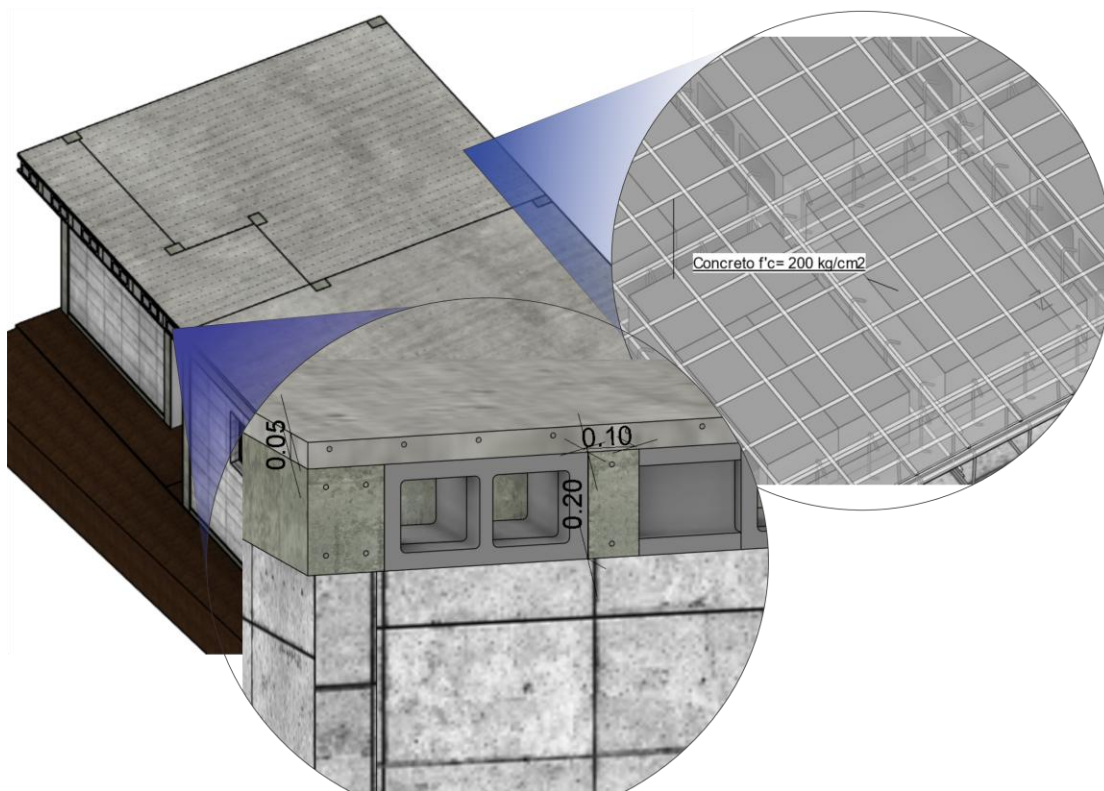


Figura 52.- Colado de Losa Nervada en Área de Baños, Modelado en Revit. Fuente: Propia.

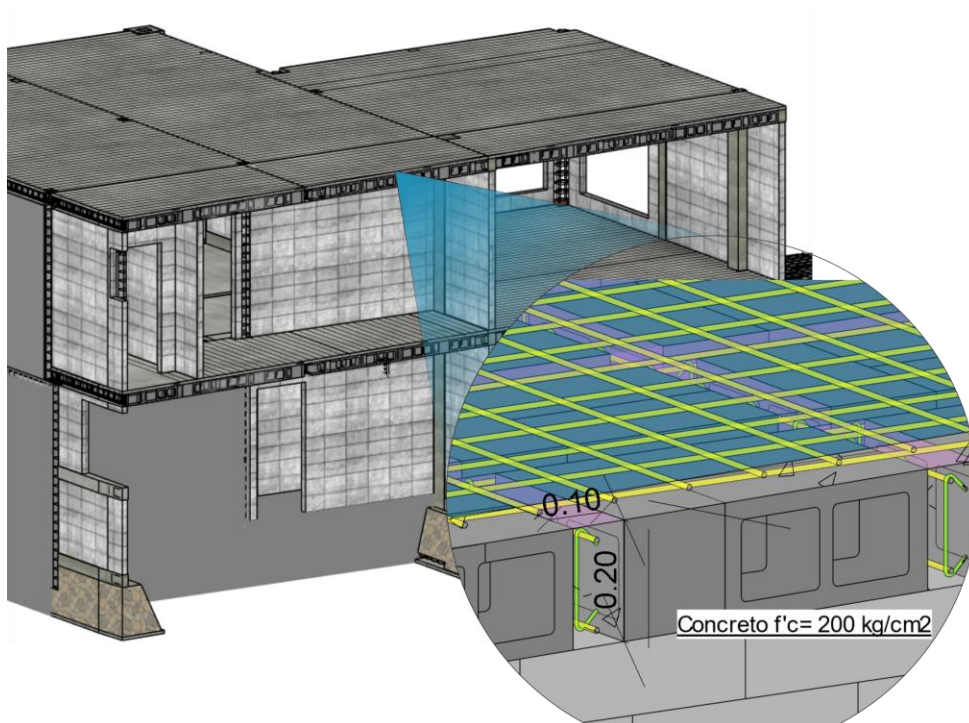


Figura 53.- Colado de Losa Nervada en Nivel 2 (C.D.C), Modelado en Revit. Fuente: Propia.

Resultados

Habilitado y Armado de Acero y Colocación de Block

En los siguientes apartados se presentan las tablas correspondientes al armado de la losa nervada, organizadas en tres categorías: el desglose del acero de las nervaduras, el acero y área de la malla electrosoldada, y la cantidad de blocks de concreto aligerado utilizados en cada nivel.

Tabla 24

Cantidad de Acero para Armado de Refuerzo de Viguetas en Nivel 1 (C.D.C).

<NER-ARM-01-Armado Losa Nervada>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Cod. ID	Nom. Elem	Fecha de Ejecución	Ubicación	Kg Long	Kg Trans	Peso Long	Peso Trans	Peso Alam	Peso Total
NER-001	Nervios de Losa	14/03/2025-19/03/2025	Nivel 1	0.5558	0.247	292.92	113.69	12.20	418.81
Total general: 66						292.92	113.69	12.20	418.81

De acuerdo con la (tabla 24) correspondiente al **nivel 1 del C.D.C**, el armado de las **nervaduras** requirió un total de **418.81 kg de acero**, integrando el refuerzo longitudinal, transversal y el alambre de amarre.

Tabla 25

Cantidad de Acero de Malla Electrosoldada en Nivel 1 (C.D.C).

<CAP-ARM-02-Malla Electrosoldada de 6x6-10/10>																		
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
Cod. ID	Nom. Elemen	Fecha Ejecu	Ubicación	Área	N° Long	N° Trans	Long Long	Long Trans	Long (pzás)	Trans (pzás)	Kg Long	Kg Trans	ML Long	ML Trans	Peso Long	Peso Trans	Kg Alam	Peso Total
CAP-001	Capa de Compresión	14/03/2025-19/03/2025	Nivel 2 (C.D.C)	11.29 m²	3	3	4.040	2.050	18	28	0.5558	0.5558	72.72	57.40	40.42	31.90	2.17	74.49
CAP-002	Capa de Compresión	14/03/2025-19/03/2025	Nivel 2 (C.D.C)	51.72 m²	3	3	9.090	5.683	38	62	0.5558	0.5558	345.42	352.35	191.98	195.83	11.63	399.45
CAP-003	Capa de Compresión	14/03/2025-19/03/2025	Nivel 2 (C.D.C)	28.67 m²	3	3	4.050	7.100	40	28	0.5558	0.5558	162.00	198.80	90.04	110.49	6.02	206.55
Total general: 3				91.68 m²											322.44	338.23	19.82	680.49

De acuerdo con la (tabla 25) se determinó que se requirieron **91.68 m² de malla electrosoldada**, con un peso total de **680.49 kg**. Considerando que un rollo estándar cubre **100 m²**, se utilizó prácticamente un rollo completo, equivalente al **91.68 % de su capacidad**.

Tabla 26

Cantidad de Block para Losa Nervada en Nivel 1 (C.D.C).

<BLOCK-01-Block de Concreto para Losa Nervada>		
A	B	C
Familia	Nivel	Recuento
Nivel 2 (C.D.C)		
Block Concreto 20x20x40	Nivel 2 (C.D.C)	779
Total general: 779		779

Respecto a los blocks de concreto aligerado, la tabla indica la cantidad de piezas utilizadas en la losa del nivel 1, obteniéndose un total de **779 blocks**, colocados conforme al diseño de retícula estructural.

Tabla 27

Cantidad de Acero para Armado de Refuerzo de Viguetas en Nivel 1 (Sanitarios).

<NER-ARM-01-Armado Losa Nervada>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Cod. ID	Nom.Elem	Fecha de Ejecución	Ubicación	Kg Long	Kg Trans	Peso Long	Peso Trans	Peso Alam	Peso Total
NER-002	Nervios de Losa	14/03/2025-19/03/2025	Nivel 1 (Sanitarios)	0.5558	0.247	91.46	35.35	3.80	130.62
Total general: 28						91.46	35.35	3.80	130.62

Según la (tabla 27), para el nivel 1 de los Baños, el armado de las nervaduras requirió un total de **130.62 kg de acero**, considerando el refuerzo longitudinal, transversal y el alambre de amarre.

Tabla 28

Cantidad de Acero de Malla Electrosoldada en Nivel 1 (Baños).

<CAP-ARM-02-Malla Electrosoldada de 6x6-10/10>																			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
Cod. ID	Nom.Elemen	Fecha Ejecu	Ubicación	Área	N° Long	N° Trans	Long Long	Long Trans	Long(pzas)	Trans(pzas)	Kg Long	Kg Trans	ML Long	ML Trans	Peso Long	Peso Trans	Kg Alam	Peso Total	
CAP-010	Capa de Compresión	14/03/2025-19/03/2025	Azotea (Baños)	15.82 m²	3	3	4.980	3.180	23	35	0.5558	0.5558	114.54	111.30	63.66	61.86	3.77	129.29	
CAP-011	Capa de Compresión	14/03/2025-19/03/2025	Azotea (Baños)	4.14 m²	3	3	1.168	2.260	21	13	0.5558	0.5558	24.53	29.38	13.64	16.33	0.90	30.86	
CAP-012	Capa de Compresión	14/03/2025-19/03/2025	Azotea (Baños)	14.99 m²	3	3	3.844	3.485	27	28	0.5558	0.5558	103.79	97.58	57.69	54.23	3.36	115.28	
Total general: 3				34.95 m²											134.98	132.42	8.02	275.43	

La anterior indica que se emplearon **34.95 m²**, con un peso total de **275.43 kg**; considerando que un rollo estándar cubre **100 m²**, esto representa aproximadamente **35 %** de un rollo completo.

Tabla 29

Cantidad de Block para Losa Nervada en Nivel 1 (Baños).

<BLOCK-01-Block de Concreto para Losa Nervada>		
A	B	C
Familia	Nivel	Recuento
Azotea (Baños)		
Block Concreto 20x20x40	Azotea (Baños)	280
Total general: 280		280

Finalmente, la tabla correspondiente a los **blocks de concreto aligerado** muestra que se utilizaron **280 piezas** en el área de los baños.

En los apartados siguientes se presentan las tablas correspondientes al armado de la losa nervada del nivel 2 del Centro de Desarrollo Comunitario, organizadas en tres categorías: el desglose del acero de las nervaduras, el acero y área de la malla electrosoldada, y la cantidad de blocks de concreto aligerado utilizados. Cada tabla incluye el código de identificación de los elementos y la fecha de ejecución del armado.

Tabla 30

Cantidad de Acero para Armado de Refuerzo de Viguetas en Nivel 2 (C.D.C).

<NER-ARM-01-Armado Losa Nervada>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Cod. ID	Nom.Elem	Fecha de Ejecución	Ubicación	Kg Long	Kg Trans	Peso Long	Peso Trans	Peso Alam	Peso Total
NER-003	Nervios de Losa	22/04/2025 - 25/04/2025	Azotea (C.D.C)	0.5558	0.247	482.14	1839.27	69.64	2391.05
Total general: 115						482.14	1839.27	69.64	2391.05

De acuerdo con la (**tabla 30**) del armado de las nervaduras, se utilizó un total de **2.391 toneladas de acero**, integrando el refuerzo longitudinal, transversal y el alambre de amarre.

Tabla 31

Cantidad de Acero de Malla Electrosoldada en Nivel 2 (C.D.C).

<CAP-ARM-02-Malla Electrosoldada de 6x6-10/10>																		
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
Cod. ID	Nom.Elemen	Fecha Ejecu	Ubicación	Área	N° Long	N° Trans	Long Long	Long Trans	Long(pzas)	Trans(pzas)	Kg Long	Kg Trans	ML Long	ML Trans	Peso Long	Peso Trans	Kg Alam	Peso Total
CAP-004	Capa de Compresión	22/04/2025-25/04/2025	Azotea (C.D.C)	22.22 m²	3	3	3.890	57.500	40	27	0.5558	0.5558	155.60	1552.50	86.48	862.88	28.48	977.84
CAP-005	Capa de Compresión	22/04/2025-25/04/2025	Azotea (C.D.C)	29.67 m²	3	3	5.200	5.750	40	36	0.5558	0.5558	208.00	207.01	115.61	115.05	6.92	237.58
CAP-006	Capa de Compresión	22/04/2025-25/04/2025	Azotea (C.D.C)	13.82 m²	3	3	3.890	3.550	25	27	0.5558	0.5558	97.25	95.85	54.05	53.27	3.22	110.54
CAP-007	Capa de Compresión	22/04/2025-25/04/2025	Azotea (C.D.C)	13.81 m²	3	3	3.880	3.540	25	27	0.5558	0.5558	97.00	95.58	53.91	53.12	3.21	110.25
CAP-008	Capa de Compresión	22/04/2025-25/04/2025	Azotea (C.D.C)	29.63 m²	3	3	8.599	3.400	24	59	0.5558	0.5558	206.39	200.60	114.71	111.49	6.79	232.99
CAP-009	Capa de Compresión	22/04/2025-25/04/2025	Azotea (C.D.C)	31.48 m²	3	3	8.599	3.700	24	59	0.5558	0.5558	206.39	218.32	114.71	121.34	7.08	243.13
Total general: 6				140.63 m²											539.47	1317.17	55.70	1912.34

La (**tabla 31**) indica que se emplearon **100.63 m²** de malla electrosoldada, con un peso total de **1.912 toneladas**, asegurando la cobertura estructural requerida para la losa de dicho nivel.

Tabla 32

Cantidad de Block para Losa Nervada en Nivel 2 (C.D.C).

<BLOCK-01-Block de Concreto para Losa Nervada>		
A	B	C
Familia	Nivel	Recuento
Azotea (C.D.C)		
Block Concreto 20x20x40	Azotea (C.D.C)	1216
Total general: 1216		1216

La (**tabla 32**) de blocks de concreto aligerado muestra que se utilizaron **1,216 piezas**, distribuidas para cubrir uniformemente toda el área de la losa nervada del nivel 2 del C.D.C.

Colado

En las siguientes tablas se presentan los resultados del colado de la losa nervada y su capa de compresión para el nivel 1 del Centro de Desarrollo Comunitario, mostrando el código de identificación de cada elemento, la fecha de ejecución y el desglose de los materiales utilizados

conforme al modelado en Revit. Cabe destacar que, aunque los resultados se registran en dos tablas separadas, una correspondiente al concreto de las nervaduras y otra a la capa de compresión, en la ejecución se realizó un colado monolítico, integrando ambos componentes.

Tabla 33

Cantidad de Concreto en Losa Nervada de Nivel 1 del C.D.C.

<NER-COL-01-Concreto en Losa Nervada>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Cod. ID	Nom.Elem	Fecha de Ejecución	Ubicación	Volumen	Material	F'c (kg/cm2)	Cemento Portland	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
NER-001	Nervios de Losa	24/03/2025	Nivel 1	4.71 m³	Concreto Armado	200	34.67	3.09	3.93	1.29
Total general: 66				4.71 m³			34.67	3.09	3.93	1.29

Tabla 34

Cantidad de Concreto para Capa de Compresión en Nivel 1 (C.D.C).

<CAP-COL-01- Concreto para Capa de Compresión>														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha de Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	Espesor (cm)	Área	Volumen	Material	F'c (kg/cm2)	Cemento Portland	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
CAP-001	Capa de Compresión	24/03/2025	A-B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	5	11.29 m²	0.56 m³	Concreto	200	4.09	0.37	0.47	0.14
CAP-002	Capa de Compresión	24/03/2025	B-C	1-4	Nivel 2 (C.D.C)	5	51.72 m²	2.59 m³	Concreto	200	18.93	1.72	2.15	0.65
CAP-003	Capa de Compresión	24/03/2025	C-F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	5	28.67 m²	1.43 m³	Concreto	200	10.45	0.95	1.19	0.36
Total general: 3							91.68 m²	4.58 m³			33.47	3.04	3.81	1.15

En las dos tablas anteriores se puede observar detalladamente el uso de materiales, separando los correspondientes al colado de las nervaduras y los de la capa de compresión. Sin embargo, dado que el colado se realizó de manera monolítica, se sumaron los resultados de ambas tablas para obtener el consumo total de materiales durante la ejecución de la actividad. De esta manera, se utilizó un total de **68.14 sacos de cemento, 6.13 m³ de arena, 7.74 m³ de grava y 2.44 m³ de agua.**

De manera similar al Nivel 1 del Centro de Desarrollo Comunitario, se presentan dos tablas que muestran los materiales empleados en los nervios de la losa y en la capa de compresión del Nivel 2 del C.D.C.

Tabla 35

Cantidad de Concreto en Losa Nervada de Nivel 2 del C.D.C.

<NER-COL-01-Concreto en Losa Nervada>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Cod. ID	Nom.Elem	Fecha de Ejecución	Ubicación	Volumen	Material	F'c (kg/cm2)	Cemento Portland	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
NER-003	Nervios de Losa	28/04/2025	Azotea (C.D.C)	7.66 m³	Concreto Armado	200	56.82	5.19	6.47	2.15
Total general: 115				7.66 m³			56.82	5.19	6.47	2.15

Tabla 36

Cantidad de Concreto para Capa de Compresión en Nivel 2 (C.D.C).

<CAP-COL-01- Concreto para Capa de Compresión>														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha de Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	Espesor (cm)	Área	Volumen	Material	F'c (kg/cm2)	Cemento Portland	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
CAP-004	Capa de Compresión	28/04/2025	B-C	1-2	Azotea (C.D.C)	5	22.22 m²	1.11 m³	Concreto	200	8.11	0.74	0.92	0.28
CAP-005	Capa de Compresión	28/04/2025	B-C	2-4	Azotea (C.D.C)	5	29.67 m²	1.48 m³	Concreto	200	10.82	0.99	1.23	0.37
CAP-006	Capa de Compresión	28/04/2025	C-E	1-2	Azotea (C.D.C)	5	13.82 m²	0.69 m³	Concreto	200	5.04	0.46	0.57	0.17
CAP-007	Capa de Compresión	28/04/2025	E-F	1-2	Azotea (C.D.C)	5	13.81 m²	0.69 m³	Concreto	200	5.04	0.46	0.57	0.17
CAP-008	Capa de Compresión	28/04/2025	C-E	2-6	Azotea (C.D.C)	5	29.63 m²	1.48 m³	Concreto	200	10.82	0.99	1.23	0.37
CAP-009	Capa de Compresión	28/04/2025	E-F	2-6	Azotea (C.D.C)	5	31.48 m²	1.57 m³	Concreto	200	11.47	1.05	1.31	0.39
Total general: 6							140.63 m²	7.03 m³			51.3	4.69	5.83	1.75

De acuerdo con las tablas anteriores, se obtuvo un consumo total de **118.73 bolsas de cemento de 50 kg, 9.88 m³ de arena, 12.30 m³ de grava y 3.90 m³ de agua**, sumando los materiales correspondientes tanto a los nervios de la losa como a la capa de compresión para cubrir un área de **140.63 m²**.

Al igual que en los niveles anteriores, se muestran dos tablas con los materiales para los nervios y la capa de compresión del Nivel 1 de Baños.

Tabla 37

Cantidad de Concreto en Losa Nervada de Nivel 1 de Baños.

<NER-COL-01-Concreto en Losa Nervada>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Cod. ID	Nom.Elem	Fecha de Ejecución	Ubicación	Volumen	Material	F'c (kg/cm2)	Cemento Portland	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
NER-002	Nervios de Losa	24/03/2025	Nivel 1 (Sanitario)	1.44 m³	Concreto Armado	200	10.61	0.97	1.17	0.383
Total general: 28				1.44 m³			10.61	0.97	1.17	0.383

Tabla 38

Cantidad de Concreto para Capa de Compresión en Nivel 1 (Baños).

<CAP-COL-01- Concreto para Capa de Compresión>														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha de Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	Espesor (cm)	Área	Volumen	Material	F'c (kg/cm2)	Cemento Portland	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
CAP-010	Capa de Compresión	24/03/2025	7-10	G-H	Azotea (Baños)	5	15.82 m²	0.79 m³	Concreto	200	5.77	0.53	0.66	0.2
CAP-011	Capa de Compresión	24/03/2025	7-8	H-J	Azotea (Baños)	5	4.14 m²	0.21 m³	Concreto	200	1.53	0.14	0.17	0.05
CAP-012	Capa de Compresión	24/03/2025	8-10	H-J	Azotea (Baños)	5	14.99 m²	0.75 m³	Concreto	200	5.48	0.5	0.62	0.19
Total general: 3							34.95 m²	1.75 m³			12.78	1.17	1.45	0.44

En las tablas anteriores se puede observar la cantidad de materiales utilizados en el armado de los nervios de la losa y en la capa de compresión para dicho nivel. Sin embargo, considerando que el colado se realizó de manera monolítica, los resultados de ambas tablas se sumaron para obtener el total de materiales empleados en esta sección. Para todo el colado del Nivel 1 de los sanitarios y cubrir un **área total de 34.95 m²** se utilizaron **23.39 bolsas de cemento, 2.14 m³ de arena, 2.62 m³ de grava y 0.823 m³ de agua.**

2.3.Albañilería

2.3.1. Relleno de Cepas

Ejecución y Supervisión

Para el relleno de cepas se supervisó la colocación del material seleccionado, el cual se depositó en capas sucesivas hasta alcanzar la altura indicada en proyecto. Cada capa fue compactada de manera uniforme, verificando que no quedaran huecos ni material suelto que comprometiera la estabilidad.

Asimismo, se revisó la humedad del material para asegurar una compactación adecuada y se niveló la superficie con ayuda de nivel de burbuja, dejando una base firme y regular para la siguiente etapa constructiva.



Figura 54. Relleno en CDC. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Se modeló el relleno en Revit, representado con un nivel de transparencia que permite observar dicho elemento en las cepas. De esta manera, es posible apreciar también la cimentación de piedra braza, lo que facilita la comprensión de la relación entre ambos elementos constructivos.

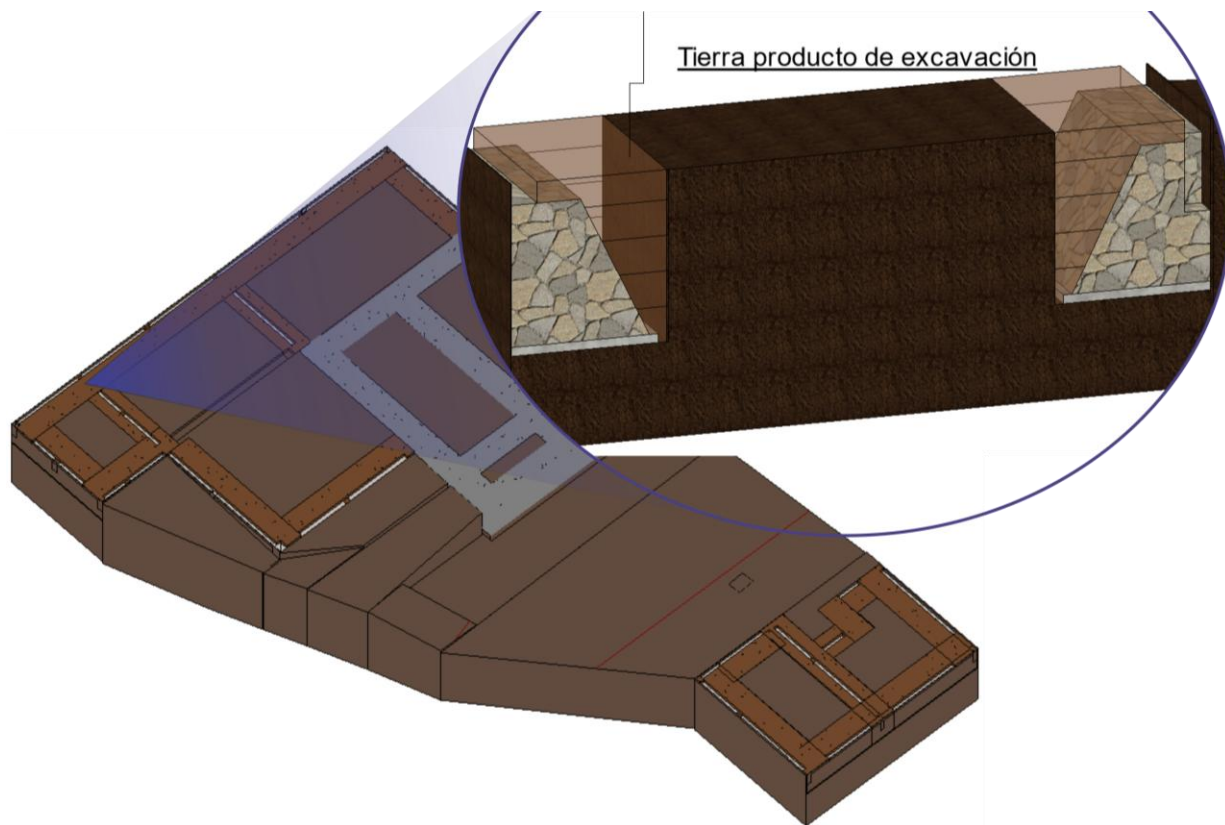


Figura 55. Relleno de Cepas Modelado en Revit. Fuente: Propia.

Resultados

Con base en el modelo desarrollado en Revit se cuantificó el volumen de material de relleno utilizado en la actividad. En la tabla siguiente se muestran dichos volúmenes, acompañados del código de identificación de cada elemento y la fecha correspondiente a su ejecución.

Tabla 39

Volumen de Relleno en Cepas. Fuente: Propia.

<RE-01-Relleno en Cepas>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Cod. ID	Nom. Elemento	Fecha.Ejecu	Ubicación	Eje	Entre ejes	Área	Volumen
RE-001	Relleno	12/02/2025	Colindante	7	G-H	1.62 m ²	0.72 m ³
RE-002	Relleno	12/02/2025	Colindante	G	7-10	3.70 m ²	1.42 m ³
RE-003	Relleno	12/02/2025	Colindante	10	G-J	4.63 m ²	1.93 m ³
RE-004	Relleno	12/02/2025	Colindante	J	8-10	3.36 m ²	1.22 m ³
RE-005	Relleno	12/02/2025	Colindante	8	I-J	0.64 m ²	0.28 m ³
RE-006	Relleno	12/02/2025	Intermedio	H	7-10	3.96 m ²	2.02 m ³
RE-007	Relleno	12/02/2025	Colindante	I	8-10	1.34 m ²	1.30 m ³
RE-008	Relleno	12/02/2025	Intermedio	8	H-I	0.68 m ²	0.30 m ³
RE-009	Relleno	12/02/2025	Colindante	1	A-F	11.64 m ²	4.90 m ³
RE-010	Relleno	12/02/2025	Colindante	2	A-B	2.45 m ²	0.89 m ³
RE-011	Relleno	12/02/2025	Colindante	A	1-2	1.69 m ²	0.76 m ³
RE-012	Relleno	12/02/2025	Colindante	B	1-2	3.74 m ²	1.54 m ³
RE-020	Relleno	12/02/2025	Intermedio	B	1-2	1.69 m ²	0.76 m ³
RE-021	Relleno	12/02/2025	Colindante	4	B-C	3.56 m ²	1.64 m ³
RE-022	Relleno	12/02/2025	Intermedio	C	1-2	2.23 m ²	1.04 m ³
RE-023	Relleno	12/02/2025	Colindante	F	1-2	2.28 m ²	1.01 m ³
Total general: 16							21.76 m ³

En la tabla presentada anteriormente se obtuvo un volumen total de **21.76 m³** de material de relleno, correspondiente a la actividad ejecutada.

Este resultado permitió contar con un registro preciso del insumo utilizado, respaldado tanto por la supervisión en obra como por la cuantificación realizada en el modelo desarrollado en Revit.

2.3.2. *Firme*

Ejecución y Supervisión

La actividad se inició con la supervisión de la superficie preparada para el firme, verificando que estuviera limpia, humedecida y correctamente delimitada mediante reglas y cuerdas para garantizar un espesor uniforme. El concreto, con resistencia de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, se preparó en obra, asegurando la homogeneidad de la mezcla y la limpieza de los agregados. Durante el vaciado, se supervisó que se realizara en una capa de 8 cm, verificando la compactación manual con vibrador ligero para eliminar vacíos y asegurar la adherencia al sustrato.

En la etapa de acabado, se controló que el alisado con llana metálica y el rayado con escoba se ejecutaran correctamente, proporcionando una textura adecuada y facilitando la adherencia de futuros recubrimientos. Finalmente, se supervisó el curado del concreto durante 7 días, manteniendo la superficie húmeda para prevenir fisuras prematuras y asegurar la resistencia y durabilidad del firme.



Figura 56. Nivelado de Firme. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Con base en lo supervisado en obra, se procedió a modelar el firme en las áreas del Centro de Desarrollo Comunitario y en los baños, definiendo un **espesor de 8 cm** y asignando la resistencia de diseño de **$f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$** , así como sus propiedades geométricas. Como se muestra en la siguiente figura, el modelo integra tanto la nivelación como el espesor del firme.

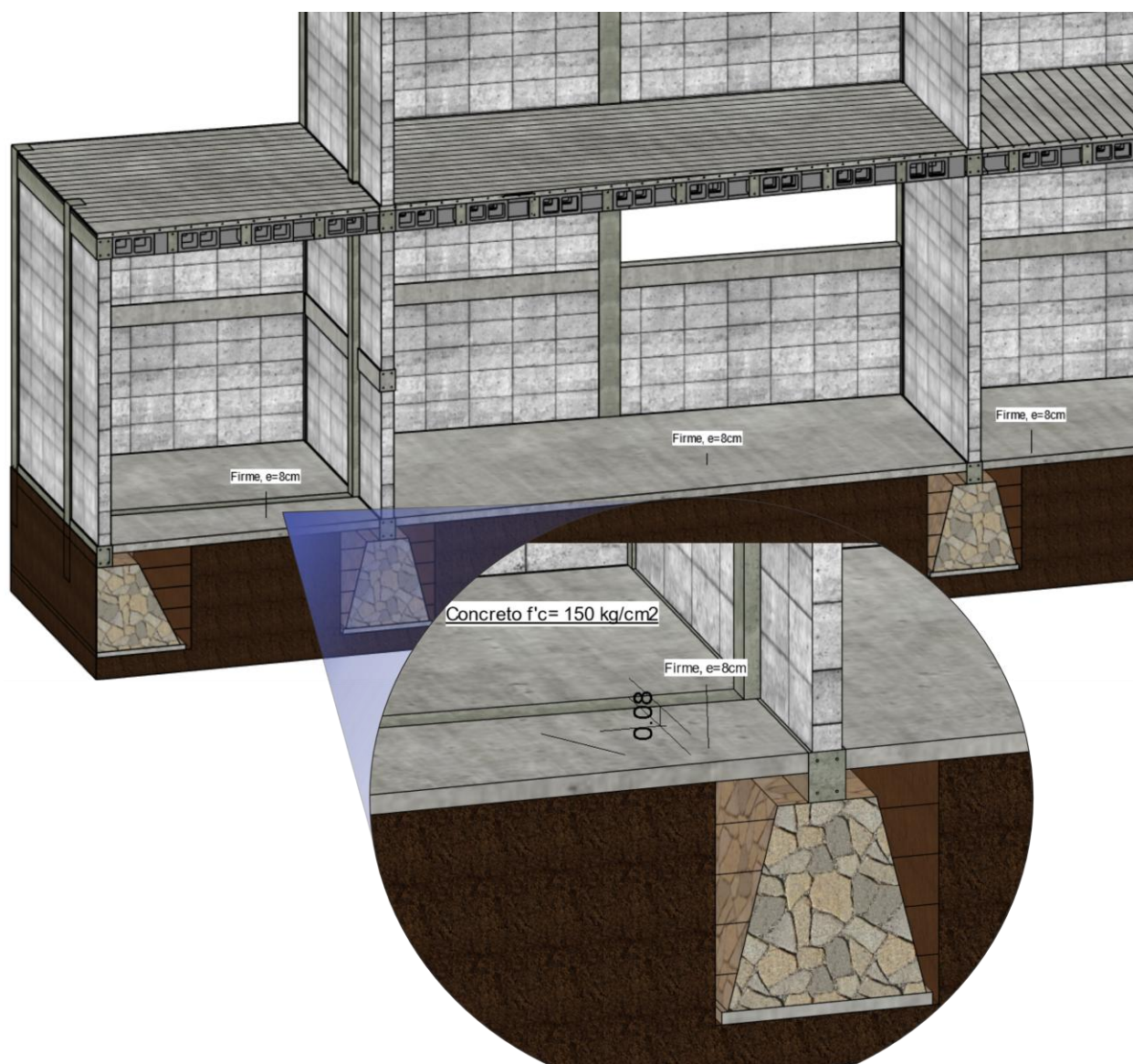


Figura 57.- Modelado de Firme en Revit. Fuente: Propia.

Resultados

En la siguiente tabla se presenta la información del firme, donde se incluye el código de identificación de cada elemento y la fecha de ejecución correspondiente. Se identificaron dos momentos distintos de colado: el 14/02/2025 en el área del Centro de Desarrollo Comunitario y el 02/05/2025 en la zona de baños.

Tabla 40

Volumen de Concreto para Firme Modelado en Revit.

<FIR-001-Firme>												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Cod. ID	Nom.Elemento	Fecha de Ejecu	Eje	Entre ejes	Material	Área	Volumen	F'c (kg/cm2)	Cemento Portland	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
FIR-001	Firme	02/05/2025	7-10	G-H	Concreto	13.41 m²	1.07 m³	150	6.88	0.74	0.89	0.27
FIR-002	Firme	02/05/2025	8-10	I-J	Concreto	13.50 m²	1.08 m³	150	6.94	0.75	0.9	0.27
FIR-003	Firme	14/02/2025	A-B	1-2	Concreto	4.38 m²	0.35 m³	150	2.25	0.24	0.29	0.09
FIR-004	Firme	14/02/2025	B-C	1-4	Concreto	46.21 m²	3.70 m³	150	24.55	2.66	3.18	0.96
FIR-005	Firme	14/02/2025	C-F	1-2	Concreto	26.06 m²	2.08 m³	150	13.37	1.45	1.73	0.52
FIR-006	Firme	14/02/2025	A-B	1-2	Concreto	4.80 m²	0.38 m³	150	2.44	0.26	0.32	0.1
Total general: 6						108.37 m²	8.67 m³		56.43	6.1	7.31	2.21

En conjunto, por lo que la tabla nos muestra, quedan registrados ambos colados, los cuales abarcaron un área total de 108.37 m². Para esta superficie se necesitó un volumen de concreto de **8.67 m³**, con una resistencia de diseño de **f'c = 150 kg/cm²**.

Para alcanzar dicha resistencia se emplearon **56.43 sacos de cemento de 50 kg**, **6.1 m³ de arena**, **7.31 m³ de grava** y **2.21 m³ de agua**, de acuerdo con la dosificación aplicada en obra.

2.3.3. Muros

Ejecución y Supervisión

La supervisión fue realizada en los muros del Centro de Desarrollo Comunitario, tanto en los niveles 1 y 2 como en la zona de baños y muros en fachada. Durante la supervisión del levantamiento de muros se verificó que las contratraves estuvieran limpias y humedecidas antes de iniciar el trabajo. Se revisó la preparación del mortero en proporción 1:1:5, así como la correcta

colocación de la primera hilada de tabiques sobre capa nivelada. En cada tramo se controló la verticalidad con plomada y nivel, además de la alineación mediante hilos tensados. Se constató que las juntas horizontales y verticales tuvieran un espesor uniforme de 1.0 cm y que se retiraran excedentes de mortero. En los encuentros con castillos se supervisó el recorte dentado de los tabiques para garantizar el amarre estructural.



Figura 58.- Construcción de muros en CDC Nivel 1. Fuente: Propia.



Figura 59.- Construcción de muros en CDC Nivel 2. Fuente: Propia.

Modelo BIM

A partir de la supervisión realizada, se modelaron los muros en Revit, representando los blocks y su integración con el armado de los castillos. El modelo incluyó el recorte dentado de los

tabiques en los encuentros con castillos, con el fin de reflejar el amarre estructural observado en obra. También se definieron los espacios destinados a puertas y ventanas. En las siguientes figuras se aprecia lo descrito.

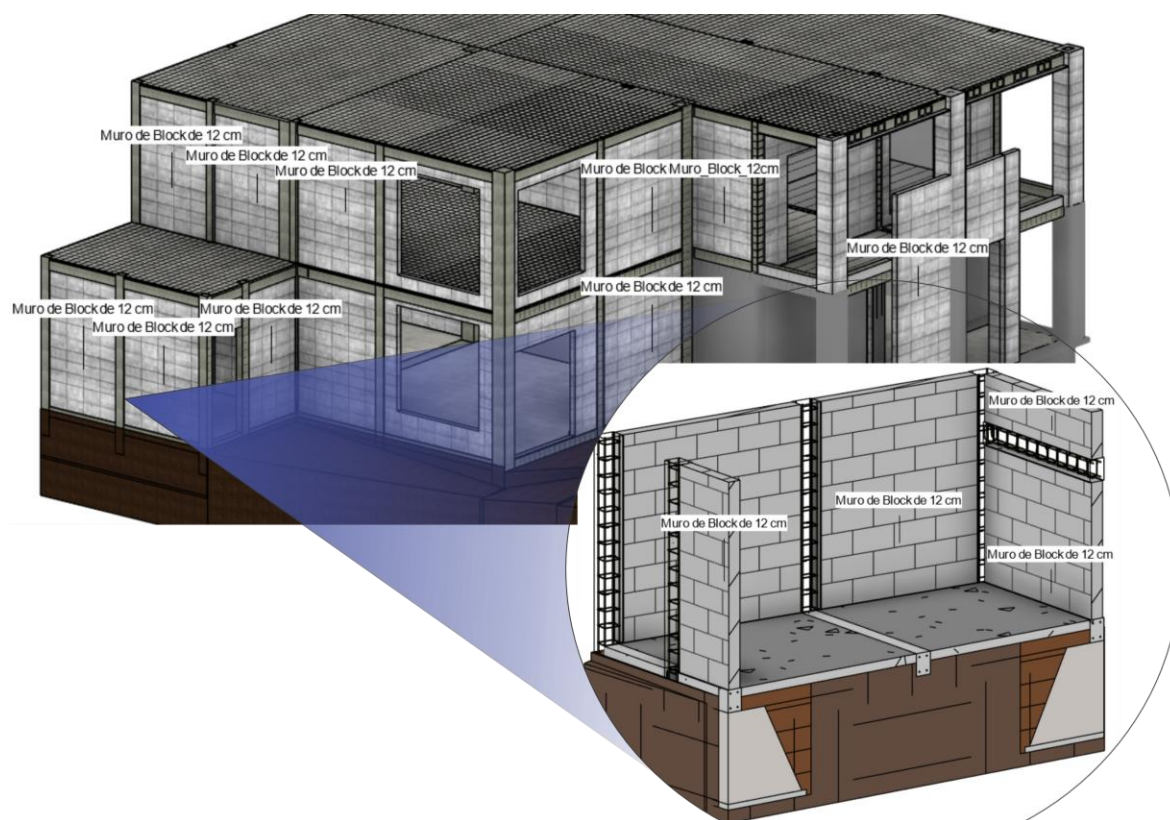


Figura 60.- Modelado de Muros de Nivel 1 y 2 en Revit. Fuente: Propia.

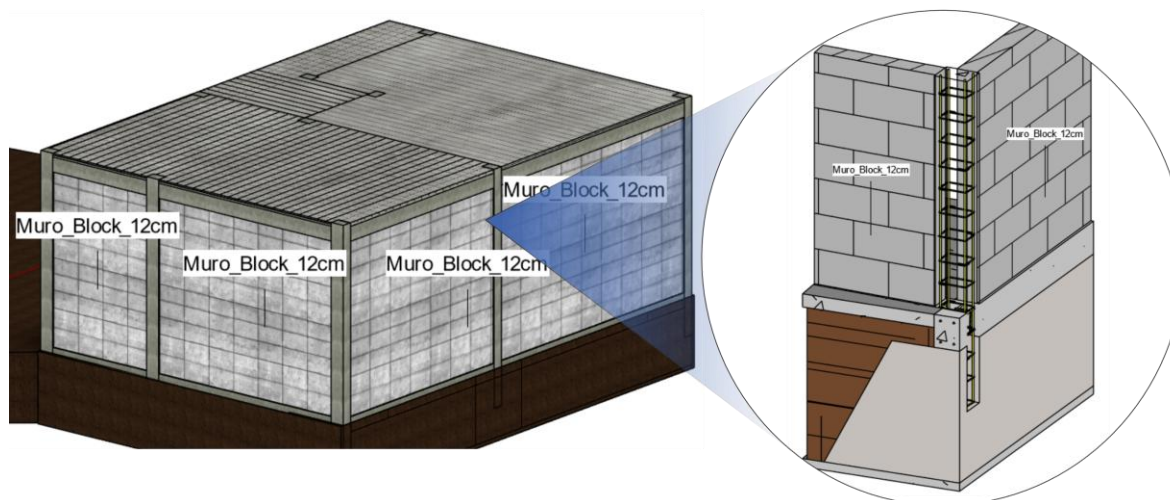


Figura 61.- Modelado de Muros de Área de Baños en Revit. Fuente: Propia.

Resultados

En la siguiente sección se presentan los resultados obtenidos durante la ejecución de los muros del proyecto. En las tablas se puede observar el código de identificación de cada muro, la fecha de ejecución, el número de piezas de blocks utilizadas para su construcción, así como la cantidad total de mortero empleado y el desglose de los materiales necesarios. Los resultados se presentan en cuatro tablas diferentes, en las que se incluyen los muros del nivel 1 y del nivel 2 del C.D.C, los muros del nivel 1 de los baños y los muros ubicados en fachadas.

Tabla 41

Cantidad de Muros en Nivel 1 (C.D.C) Modelados en Revit.

<MUR-01-Muros>														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Cod. ID	Nombre del Element	Fecha.Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Área	Volumen	Blocks (pzas)	Cantidad Mortero	Proporción	Cemento	Arena (m3)	Calhidra	Agua (m3)
MUR-001	Muro Interior	17/02/2025-28/02/2025	C	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	9.18 m²	1.10 m³	107	0.078	1:1:5	0.54	0.09	0.42	0.02
MUR-002	Muro Interior	17/02/2025-28/02/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	2.00 m²	0.24 m³	23	0.017	1:1:5	0.12	0.02	0.09	0.01
MUR-003	Muro Interior	17/02/2025-28/02/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	1.90 m²	0.23 m³	22	0.016	1:1:5	0.11	0.02	0.09	0.01
MUR-004	Muro Interior	17/02/2025-28/02/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	2.17 m²	0.26 m³	25	0.018	1:1:5	0.12	0.02	0.1	0.01
MUR-005	Muro Interior	17/02/2025-28/02/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	2.06 m²	0.25 m³	24	0.017	1:1:5	0.12	0.02	0.09	0.01
MUR-006	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	1	E-F	Nivel 1 (C.D.C)	4.08 m²	0.49 m³	47	0.035	1:1:5	0.24	0.04	0.19	0.01
MUR-007	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	1	C-E	Nivel 1 (C.D.C)	4.08 m²	0.49 m³	47	0.035	1:1:5	0.24	0.04	0.19	0.01
MUR-008	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	1	B - C	Nivel 1 (C.D.C)	3.16 m²	0.38 m³	37	0.027	1:1:5	0.19	0.03	0.14	0.01
MUR-009	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	1	B - C	Nivel 1 (C.D.C)	3.14 m²	0.38 m³	37	0.027	1:1:5	0.19	0.03	0.14	0.01
MUR-010	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	1	A - B	Nivel 1 (C.D.C)	3.06 m²	0.37 m³	36	0.026	1:1:5	0.18	0.03	0.14	0.01
MUR-011	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	A	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	4.37 m²	0.52 m³	51	0.037	1:1:5	0.26	0.04	0.2	0.01
MUR-012	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	A	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	4.95 m²	0.59 m³	57	0.042	1:1:5	0.29	0.05	0.22	0.01
MUR-013	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	2	A - B	Nivel 1 (C.D.C)	3.77 m²	0.45 m³	44	0.032	1:1:5	0.22	0.04	0.17	0.01
MUR-014	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	B	2-4	Nivel 1 (C.D.C)	5.13 m²	0.62 m³	60	0.044	1:1:5	0.3	0.05	0.23	0.01
MUR-015	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	B	2-4	Nivel 1 (C.D.C)	2.95 m²	0.35 m³	34	0.025	1:1:5	0.17	0.03	0.13	0.01
MUR-016	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	4	B - C	Nivel 1 (C.D.C)	2.89 m²	0.35 m³	34	0.025	1:1:5	0.17	0.03	0.13	0.01
MUR-017	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	4	B - C	Nivel 1 (C.D.C)	6.29 m²	0.75 m³	73	0.053	1:1:5	0.37	0.06	0.28	0.02
MUR-018	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	F	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	4.20 m²	0.50 m³	49	0.036	1:1:5	0.25	0.04	0.19	0.01
MUR-019	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	F	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	2.15 m²	0.26 m³	25	0.018	1:1:5	0.12	0.02	0.1	0.01
MUR-020	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	1	B - C	Nivel 1 (C.D.C)	3.41 m²	0.41 m³	40	0.029	1:1:5	0.2	0.03	0.15	0.01
MUR-021	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	1	B - C	Nivel 1 (C.D.C)	3.42 m²	0.41 m³	40	0.029	1:1:5	0.2	0.03	0.15	0.01
MUR-022	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	1	C-E	Nivel 1 (C.D.C)	4.42 m²	0.53 m³	51	0.038	1:1:5	0.26	0.04	0.2	0.01
MUR-023	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	1	E-F	Nivel 1 (C.D.C)	4.42 m²	0.53 m³	51	0.038	1:1:5	0.26	0.04	0.2	0.01
MUR-024	Muro Perimetral	17/02/2025-28/02/2025	1	A - B	Nivel 1 (C.D.C)	3.32 m²	0.40 m³	39	0.028	1:1:5	0.19	0.03	0.15	0.01
Total general: 24						90.50 m²		1051	0.769		5.31	0.87	4.09	0.26

De acuerdo con la (tabla 41), para la construcción de los muros del nivel 1 del Centro de Desarrollo Comunitario se requirieron **1,051 piezas de blocks** y un volumen de mortero de **0.769 m³**, para lo cual se emplearon **5.31 bultos de cemento de 50 kg**, **0.87 m³ de arena**, **4.09 sacos de cal de 25 kg** y **0.26 m³ de agua**, cumpliendo con la proporción establecida de 1:1:5.

Tabla 42

Cantidad de Muros en Nivel 2 (C.D.C) Modelados en Revit.

<MUR-01-Muros>														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Cod. ID	Nombre del Element	Fecha.Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Área	Volumen	Blocks (pzas)	Cantidad.Mortero	Proporción	Cemento	Arena (m3)	Calhida	Agua (m3)
MUR-025	Muro Interior	07/04/2025	C	2-3	Nivel 2 (C.D.C)	8.86 m²	1.06 m³	103	0.075	1:1.5	0.58	0.09	0.44	0.02
MUR-026	Muro Interior	07/04/2025	C	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	8.67 m²	1.04 m³	101	0.074	1:1.5	0.51	0.08	0.39	0.02
MUR-027	Muro Interior	07/04/2025	2	C-E	Nivel 2 (C.D.C)	8.71 m²	1.04 m³	101	0.074	1:1.5	0.51	0.08	0.39	0.02
MUR-028	Muro Interior	08/04/2025	2	E-F	Nivel 2 (C.D.C)	3.08 m²	0.37 m³	36	0.026	1:1.5	0.19	0.03	0.15	0.01
MUR-029	Muro Interior	08/04/2025	E-F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	9.95 m²	1.19 m³	116	0.085	1:1.5	0.59	0.1	0.45	0.03
MUR-030	Muro Interior	07/04/2025	E-F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	1.54 m²	0.18 m³	18	0.013	1:1.5	0.1	0.02	0.08	0.01
MUR-031	Muro Perimetral	03/04/2025	1	E-F	Nivel 2 (C.D.C)	8.67 m²	1.04 m³	101	0.074	1:1.5	0.51	0.08	0.39	0.02
MUR-032	Muro Perimetral	03/04/2025	1	C-E	Nivel 2 (C.D.C)	6.27 m²	0.75 m³	73	0.053	1:1.5	0.51	0.08	0.39	0.02
MUR-033	Muro Perimetral	03/04/2025	1	B - C	Nivel 2 (C.D.C)	6.70 m²	0.80 m³	78	0.057	1:1.5	0.4	0.06	0.3	0.02
MUR-034	Muro Perimetral	03/04/2025	1	B - C	Nivel 2 (C.D.C)	6.68 m²	0.80 m³	78	0.057	1:1.5	0.4	0.06	0.3	0.02
MUR-035	Muro Perimetral	03/04/2025	B	2-4	Nivel 2 (C.D.C)	4.85 m²	0.58 m³	56	0.041	1:1.5	0.28	0.05	0.22	0.01
MUR-036	Muro Perimetral	04/04/2025	B	2-4	Nivel 2 (C.D.C)	2.56 m²	0.31 m³	30	0.022	1:1.5	1.52	0.25	1.17	0.07
MUR-037	Muro Perimetral	04/04/2025	4	B - C	Nivel 2 (C.D.C)	2.10 m²	0.25 m³	24	0.018	1:1.5	0.12	0.02	0.1	0.01
MUR-038	Muro Perimetral	04/04/2025	4	B - C	Nivel 2 (C.D.C)	5.94 m²	0.71 m³	69	0.051	1:1.5	0.35	0.06	0.27	0.02
MUR-039	Muro Perimetral	04/04/2025	F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	8.55 m²	1.03 m³	99	0.073	1:1.5	0.51	0.08	0.39	0.02
MUR-040	Muro Perimetral	04/04/2025	C	3-5	Nivel 2 (C.D.C)	5.85 m²	0.70 m³	68	0.050	1:1.5	0.35	0.06	0.27	0.02
MUR-041	Muro Perimetral	04/04/2025	F	2-3	Nivel 2 (C.D.C)	9.17 m²	1.10 m³	107	0.078	1:1.5	0.54	0.09	0.42	0.02
MUR-042	Muro Perimetral	05/04/2025	F	3-5	Nivel 2 (C.D.C)	8.33 m²	1.00 m³	97	0.071	1:1.5	0.49	0.08	0.38	0.02
MUR-043	Muro Perimetral	05/04/2025	5	C-E	Nivel 2 (C.D.C)	5.60 m²	0.67 m³	65	0.048	1:1.5	0.33	0.05	0.26	0.01
MUR-044	Muro Perimetral	05/04/2025	5	E-F	Nivel 2 (C.D.C)	4.34 m²	0.52 m³	50	0.037	1:1.5	0.26	0.04	0.2	0.01
MUR-045	Muro Perimetral	05/04/2025	B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	4.25 m²	0.51 m³	49	0.036	1:1.5	0.25	0.04	0.19	0.01
MUR-046	Muro Perimetral	07/04/2025	B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	4.04 m²	0.48 m³	47	0.034	1:1.5	0.24	0.04	0.18	0.01
Total general: 22						134.70 m²		1564	1.145		9.54	1.54	7.33	0.42

Como se puede observar en el caso de los muros del nivel 2 del Centro de Desarrollo Comunitario, se utilizaron **1,564 piezas de blocks** y **1.145 m³ de mortero**, requiriendo **9.54 bultos de cemento**, **1.54 m³ de arena**, **7.33 sacos de cal de 25 kg** y **0.42 m³ de agua**.

Tabla 43

Cantidad de Muros en Nivel 1 (Baños) Modelados en Revit.

<MUR-01-Muros>														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Cod. ID	Nombre del Element	Fecha.Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Área	Volumen	Blocks (pzas)	Cantidad.Mortero	Proporción	Cemento	Arena (m3)	Calhida	Agua (m3)
MUR-047	Muro Divisorio	17/02/2025	9-10	G-H	Nivel 1 (Baños)	2.13 m²	0.26 m³	25	0.018	1:1.5	0.12	0.02	0.1	0.01
MUR-048	Muro Divisorio	17/02/2025	G-H	9-10	Nivel 1 (Baños)	2.46 m²	0.30 m³	29	0.021	1:1.5	0.15	0.02	0.11	0.01
MUR-049	Muro Divisorio	18/02/2025	H-I	9-10	Nivel 1 (Baños)	2.10 m²	0.25 m³	24	0.018	1:1.5	0.12	0.02	0.1	0.01
MUR-050	Muro Divisorio	17/02/2025	H-I	9-10	Nivel 1 (Baños)	2.10 m²	0.25 m³	24	0.018	1:1.5	0.12	0.02	0.1	0.01
MUR-051	Muro Interior	18/02/2025	H	9-10	Nivel 1 (Baños)	6.70 m²	0.80 m³	78	0.057	1:1.5	0.4	0.06	0.3	0.02
MUR-052	Muro Interior	18/02/2025	9	G-H	Nivel 1 (Baños)	2.94 m²	0.35 m³	34	0.025	1:1.5	0.17	0.03	0.13	0.01
MUR-053	Muro Perimetral	17/02/2025	7	G-H	Nivel 1 (Baños)	5.78 m²	0.69 m³	67	0.049	1:1.5	0.34	0.06	0.26	0.01
MUR-054	Muro Perimetral	17/02/2025	G	7-9	Nivel 1 (Baños)	3.64 m²	0.44 m³	42	0.031	1:1.5	0.21	0.03	0.17	0.01
MUR-055	Muro Perimetral	19/02/2025	G	9-10	Nivel 1 (Baños)	6.70 m²	0.80 m³	78	0.057	1:1.5	0.4	0.06	0.3	0.02
MUR-056	Muro Perimetral	19/02/2025	10	G-H	Nivel 1 (Baños)	6.82 m²	0.82 m³	79	0.058	1:1.5	0.4	0.07	0.31	0.02
MUR-057	Muro Perimetral	19/02/2025	10	H-J	Nivel 1 (Baños)	8.70 m²	1.04 m³	101	0.074	1:1.5	0.51	0.08	0.39	0.02
MUR-058	Muro Perimetral	19/02/2025	J	8-10	Nivel 1 (Baños)	9.40 m²	1.13 m³	109	0.080	1:1.5	0.55	0.09	0.43	0.02
MUR-059	Muro Perimetral	20/02/2025	8	I-J	Nivel 1 (Baños)	4.25 m²	0.51 m³	49	0.036	1:1.5	0.25	0.04	0.19	0.01
MUR-060	Muro Perimetral	20/02/2025	I	8-9	Nivel 1 (Baños)	0.34 m²	0.04 m³	4	0.003	1:1.5	0.02	0.002	0.02	0.001
MUR-061	Muro Perimetral	20/02/2025	9	H-I	Nivel 1 (Baños)	2.94 m²	0.35 m³	34	0.025	1:1.5	0.17	0.03	0.13	0.01
MUR-062	Muro Perimetral	20/02/2025	H	7-10	Nivel 1 (Baños)	1.78 m²	0.21 m³	21	0.015	1:1.5	0.11	0.02	0.09	0.01
Total general: 16						68.77 m²		799	0.585		4.04	0.652	3.13	0.201

Para los muros del nivel 1 de los baños, la ejecución demandó **799 piezas de blocks** y un volumen de mortero de **0.7585 m³**, empleando **4.04 bultos de cemento**, **0.652 m³ de arena**, **3.13 sacos de cal** y **0.20 m³ de agua**.

Tabla 44

Cantidad de Muros en Fachada Modelados en Revit.

<MUR-01-Muros>														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Cod. ID	Nombre del Element	Fecha Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Área	Volumen	Blocks (pzas)	Cantidad Mortero	Proporción	Cemento	Arena (m3)	Calhida	Agua (m3)
MUR-063	Muro Fachada	27/03/2025	6	C-E	Fachada	6.73 m ²	0.81 m ³	78	0.057	1:1:5	0.4	0.06	0.3	0.02
MUR-064	Muro Fachada	27/03/2025	6	E-F	Fachada	1.91 m ²	0.23 m ³	22	0.016	1:1:5	0.11	0.02	0.09	0.01
Total general: 2						8.64 m ²		100	0.073		0.51	0.08	0.39	0.03

Finalmente, en los muros de fachadas se utilizaron **100 piezas de blocks** y **0.073 m³** de mortero, con **0.51 bultos de cemento**, **0.08 m³ de arena**, **0.39 m³ de cal** y **0.03 m³ de agua**.

2.3.4. *Aplanado de Plafones de Niveles 1 y 2*

Ejecución y Supervisión

Durante la supervisión del aplanado de plafones en los niveles 1 y 2 del Centro de Desarrollo Comunitario, así como en el área de los baños, se verificó la correcta traza de las reglas maestras, utilizando hilo y nivel como guía para garantizar una superficie completamente plana. Se constató que la capa base de mortero cemento-cal-arena, preparada en obra en proporción 1:1:5, se aplicara uniformemente, manteniendo un **espesor de 1.5 cm**. Para las áreas más altas del plafón, se supervisó el uso adecuado de andamios con tablonés, asegurando condiciones seguras de trabajo conforme a **la NOM-031-STPS-2011**.

Se controló de manera continua el refinado del aplanado mediante regla de madera, verificando la nivelación y la alineación, así como la correcta ejecución de remates con espátula o cuchara. Finalmente, se supervisó que la superficie dejara fraguar ligeramente antes del acabado

final y que se aplicaran riegos ligeros de agua durante 3 días para prevenir fisuras por secado rápido, garantizando la durabilidad y calidad del plafón.



Figura 62.- Aplanado de Plafones del Nivel 1 (C.D.C). Fuente: Propia.



Figura 63. Aplanado de Plafones del Nivel 2 (C.D.C). Fuente: Propia.

Modelo BIM

Una vez concluida la supervisión del aplanado de plafones en obra, se procedió a representarlo en Revit, asignando un espesor uniforme de 1.5 cm y considerando la proporción 1:5:5 de la mezcla utilizada. El modelado permitió integrar de manera precisa las superficies acabadas dentro del proyecto digital, facilitando su registro y control en tiempo real. En la siguiente figura se muestra cómo se representó el aplanado de plafones en el modelo tridimensional.

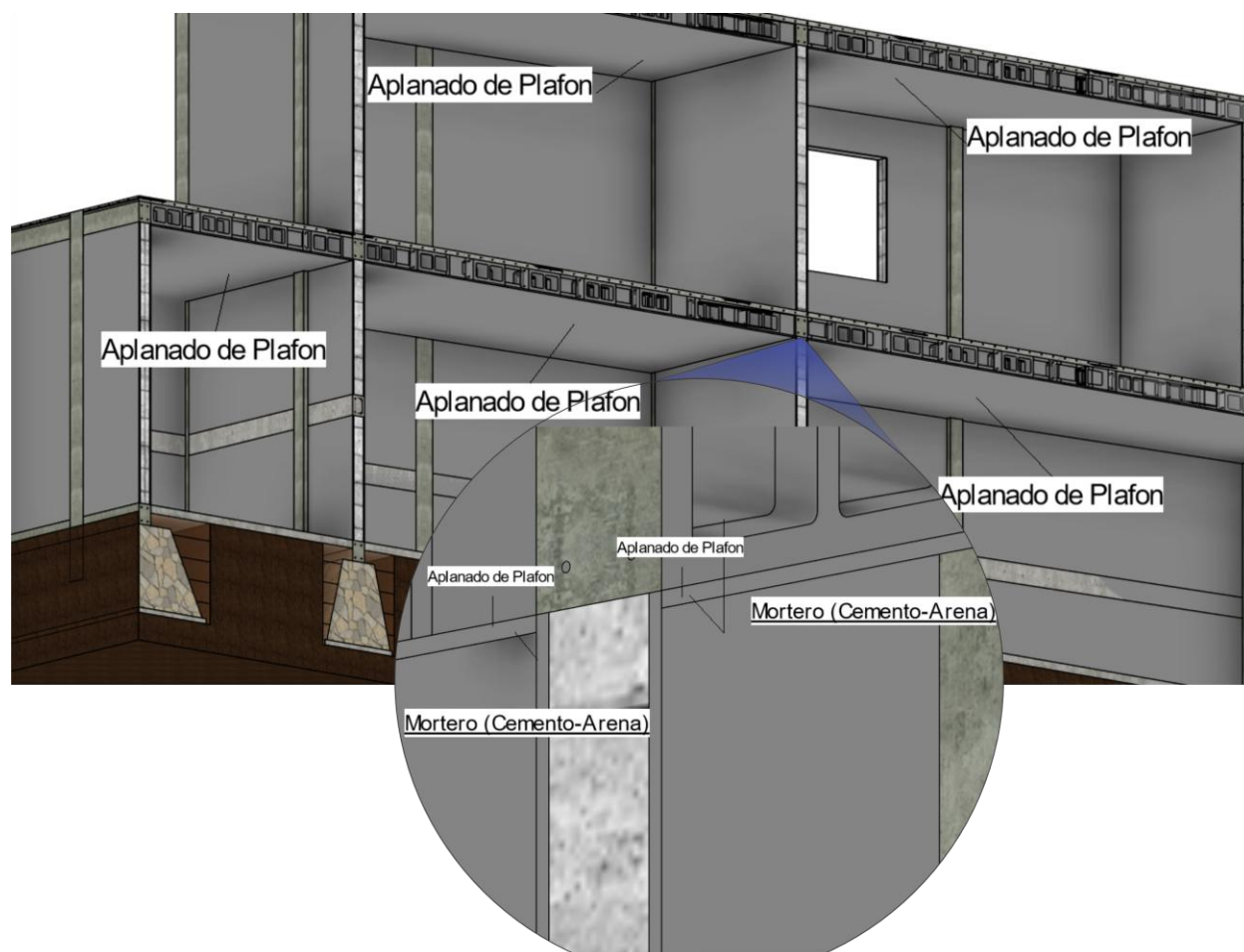


Figura 64.-Modelado en Revit del aplanado de plafones. Fuente: Propia.

Resultados

De acuerdo con lo modelado en Revit, se obtuvo la siguiente tabla correspondiente al aplanado de plafones en los niveles 1 y 2 del Centro de Desarrollo Comunitario y en el área de los baños. En ella se registran el código de identificación de cada plafón, la fecha de ejecución, el volumen de mortero aplicado y el desglose de los materiales utilizados para cada sección, incluyendo cemento, arena, cal y agua.

Tabla 45

Volumen de Aplanado en Plafones Obtenido por Revit.

<APLA-01-Aplanado de Plafones>												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Cod. ID	Nombre del Elemen	Fecha.Ejecu	Eje	Entre ejes	Espesor (cm)	Área	Volumen	Proporción	Cemento	Arena (m3)	Calhidra	Agua (m3)
APLA-001	Aplanado de Plafon	05/05/2025	A-B	1-2	1.5	9.59 m²	0.14 m³	1:1:5	0.97	0.16	0.75	0.04
APLA-002	Aplanado de Plafon	05/05/2025	B-C	1-4	1.5	47.80 m²	0.72 m³	1:1:5	4.99	0.81	3.84	0.21
APLA-003	Aplanado de Plafon	05/05/2025	C-F	1-2	1.5	26.05 m²	0.39 m³	1:1:5	2.7	0.44	2.08	0.12
APLA-004	Aplanado de Plafon	05/05/2025	B-C	1-4	1.5	47.80 m²	0.72 m³	1:1:5	4.99	0.81	3.84	0.21
APLA-005	Aplanado de Plafon	05/05/2025	C-F	1-2	1.5	19.73 m²	0.30 m³	1:1:5	2.08	0.34	1.6	0.09
APLA-006	Aplanado de Plafon	06/05/2025	C-F	1-5	1.5	50.72 m²	0.76 m³	1:1:5	5.27	0.86	4.05	0.23
APLA-007	Aplanado de Plafon	06/05/2025	C-F	5-6	1.5	13.46 m²	0.20 m³	1:1:5	1.39	0.23	1.07	0.06
APLA-008	Aplanado de Plafon	06/05/2025	7-10	G-H	1.5	13.41 m²	0.20 m³	1:1:5	1.39	0.23	1.07	0.06
APLA-009	Aplanado de Plafon	06/05/2025	8-10	H-J	1.5	13.50 m²	0.20 m³	1:1:5	1.39	0.23	1.07	0.06
APLA-010	Aplanado de Plafon	06/05/2025	H-J	7-8	1.5	3.80 m²	0.06 m³	1:1:5	0.42	0.07	0.32	0.02
Total general: 10						245.87 m²			25.59	4.18	19.69	1.1

De acuerdo con los datos registrados, para el aplanado de todos los plafones, tanto del nivel 1 como del nivel 2 del Centro de Desarrollo Comunitario, así como del área de los baños, se utilizó un total de **25.59 bolsas de cemento, 4.18 m³ de arena, 19.69 bultos de cal y 1.1 m³ de agua**, lo que refleja el volumen total de mortero requerido para cubrir uniformemente las superficies de los plafones.

2.3.5. Aplanado en Muros Interiores y Exteriores en Niveles 1 y 2

Ejecución y Supervisión

La supervisión del aplanado de muros interiores y exteriores se llevó a cabo en los niveles 1 y 2 del Centro de Desarrollo Comunitario, comenzando con la verificación de que las superficies estuvieran limpias, libres de polvo, grasa u otros residuos que pudieran afectar la adherencia del mortero. Posteriormente, se constató que se realizara un ligero humedecimiento del muro para evitar que el sustrato absorbiera el agua del mortero y se produjeran fisuras.

Se trazaron reglas maestras verticales utilizando hilo, nivel y plomada, definiendo la alineación y el espesor del aplanado, el cual se estableció en 1.5 cm. El mortero, preparado en obra

con proporción 1:1:5 de cemento, cal y arena, se aplicó directamente sobre los muros con cuchara y llana. Para trabajar en las partes altas se emplearon tablonés sostenidos sobre tabiques, formando plataformas seguras que facilitaron el acceso al borde superior de los muros, cumpliendo con lo indicado en la NOM-031-STPS-2011, sección 14.1, referente a trabajos en altura.

Durante todo el proceso, se verificó continuamente la verticalidad, alineación y espesor de la capa. Finalmente, se realizó un curado mediante riegos ligeros con agua durante tres días.



Figura 65.- Aplanado de Muros Interiores. Fuente: Propia.



Figura 66.- Aplanado de Muros Exteriores. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Después de la supervisión en obra del aplanado de muros, se procedió a representarlo en el modelo tridimensional de Revit, aplicando un espesor de 1.5 cm de acuerdo con lo ejecutado en campo. En las siguientes figuras se puede observar el aplanado de los muros correspondientes al nivel 1 y nivel 2 del Centro de Desarrollo Comunitario. Desde la vista superior se aprecian los muros de block resaltados por un contorno más grueso en un tono gris oscuro, lo que permitió identificar gráficamente la capa de aplanado que envuelve la mampostería. En la figura siguiente se muestra esta representación dentro del modelo digital.

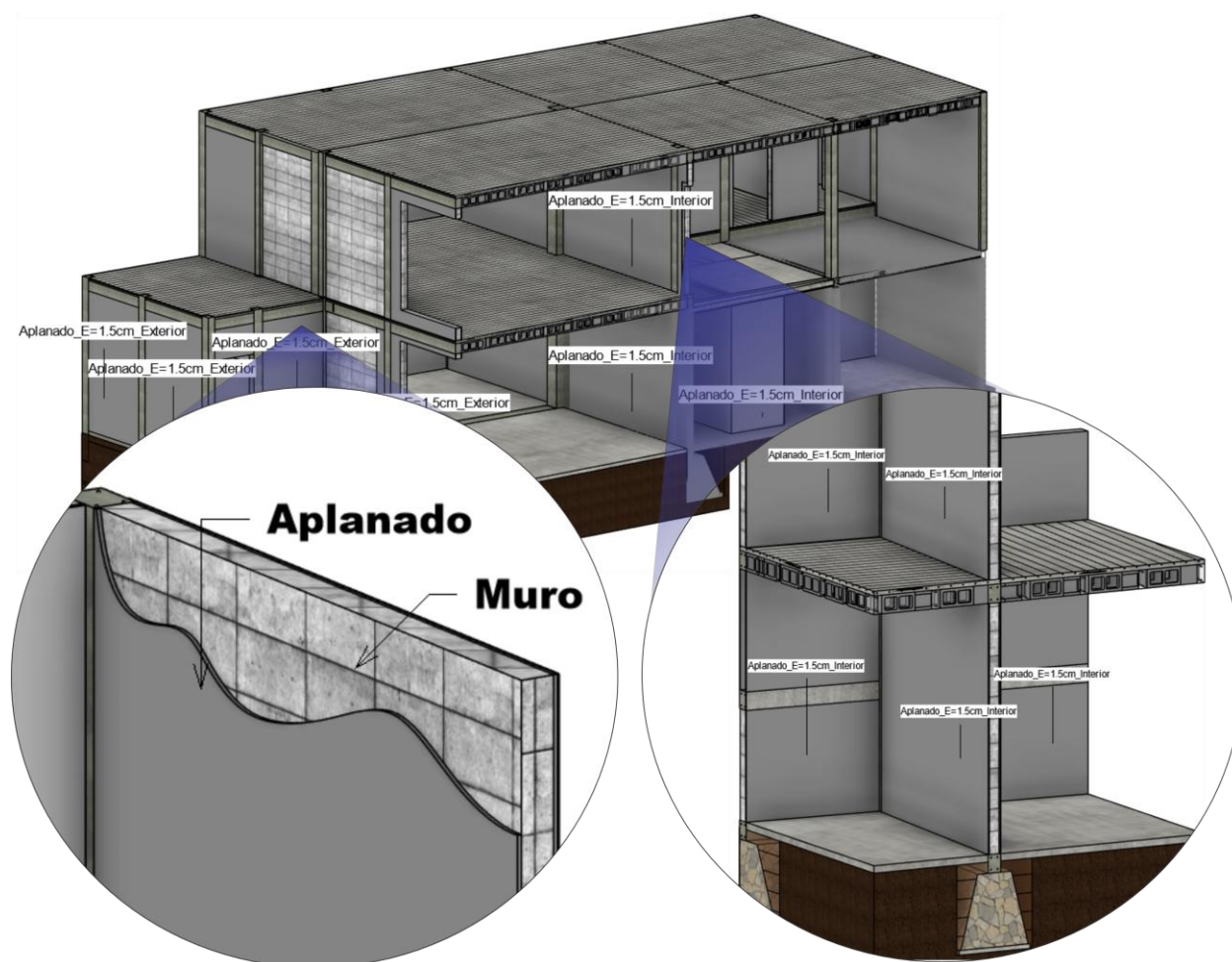


Figura 67.-Representación en Revit del Aplanado de Muros en Niveles 1 y 2 de (C.D.C). Fuente: Propia.

Resultados

En las siguientes tablas se muestra el código de cada elemento de aplanado, la fecha en la que se realizó la actividad y el volumen necesario para ejecutarla, así como los materiales que se requirieron, entre ellos cemento, arena, cal y agua.

Estas tablas se organizaron en dos grupos principales: aplanado interior y exterior, considerando tanto los muros de los niveles 1 y 2 del Centro de Desarrollo Comunitario como los del área de baños.

Tabla 46

Volumen de Aplanado Interior en Nivel 1 (C.D.C).

<APLAIN-01-Aplanado Interior en Muros>													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Cod. ID	Nom.Elemento	Fecha.Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Características de Muro	Área	Volumen	Proporción	Cemento	Arena (m3)	Calhidra	Agua (m3)
APLAIN-001	Aplanado Interior	07/05/2025	1	E-F	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	9.18 m²	0.138 m³	1:1:5	0.96	0.16	0.74	0.04
APLAIN-002	Aplanado Interior	07/05/2025	1	C-E	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	9.18 m²	0.138 m³	1:1:5	0.96	0.16	0.74	0.04
APLAIN-003	Aplanado Interior	07/05/2025	1	B-C	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	7.10 m²	0.107 m³	1:1:5	0.74	0.12	0.57	0.03
APLAIN-004	Aplanado Interior	07/05/2025	1	B-C	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	7.07 m²	0.106 m³	1:1:5	0.73	0.12	0.56	0.03
APLAIN-005	Aplanado Interior	07/05/2025	1	A-B	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	6.89 m²	0.103 m³	1:1:5	0.71	0.12	0.55	0.03
APLAIN-006	Aplanado Interior	07/05/2025	A	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.37 m²	0.065 m³	1:1:5	0.45	0.07	0.35	0.02
APLAIN-007	Aplanado Interior	07/05/2025	A	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.95 m²	0.074 m³	1:1:5	0.51	0.08	0.39	0.02
APLAIN-008	Aplanado Interior	07/05/2025	2	A-B	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	3.77 m²	0.057 m³	1:1:5	0.4	0.06	0.3	0.02
APLAIN-009	Aplanado Interior	07/05/2025	B	2-3	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	5.13 m²	0.077 m³	1:1:5	0.53	0.09	0.41	0.02
APLAIN-010	Aplanado Interior	07/05/2025	B	2-4	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.95 m²	0.044 m³	1:1:5	0.3	0.05	0.23	0.01
APLAIN-011	Aplanado Interior	07/05/2025	4	B-C	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.89 m²	0.043 m³	1:1:5	0.3	0.05	0.23	0.01
APLAIN-012	Aplanado Interior	07/05/2025	C	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	9.18 m²	0.138 m³	1:1:5	0.96	0.16	0.74	0.04
APLAIN-013	Aplanado Interior	07/05/2025	C	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	9.18 m²	0.138 m³	1:1:5	0.96	0.16	0.74	0.04
APLAIN-014	Aplanado Interior	07/05/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.06 m²	0.031 m³	1:1:5	0.21	0.03	0.17	0.01
APLAIN-015	Aplanado Interior	07/05/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.17 m²	0.033 m³	1:1:5	0.23	0.04	0.18	0.01
APLAIN-016	Aplanado Interior	07/05/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.06 m²	0.031 m³	1:1:5	0.21	0.03	0.17	0.01
APLAIN-017	Aplanado Interior	07/05/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.17 m²	0.033 m³	1:1:5	0.23	0.04	0.18	0.01
APLAIN-018	Aplanado Interior	07/05/2025	4	B-C	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	6.29 m²	0.094 m³	1:1:5	0.65	0.11	0.5	0.03
APLAIN-019	Aplanado Interior	07/05/2025	F	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.15 m²	0.032 m³	1:1:5	0.22	0.04	0.17	0.01
Total general: 19							98.73 m²	1.481 m³		10.26	1.69	7.92	0.43

En el caso del aplanado interior, los resultados obtenidos mostraron que en los muros del nivel 1 fue necesario un volumen total de 1.481 m³, empleando una proporción 1:1:5 de mortero. Esto implicó el consumo de **10.26 bolsas de cemento**, **1.69 m³ de arena**, **7.92 bolsas de cal** y **0.43 m³ de agua**.

Tabla 47

Volumen de Aplanado Interior en Nivel 2 (C.D.C).

<APLAIN-01-Aplanado Interior en Muros>													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Cod. ID	Nom Elemento	Fecha Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Características de Muro	Área	Volumen	Proporción	Cemento	Arena (m³)	Calhida	Agua (m³)
APLAIN-020	Aplanado Interior	08/05/2025	4	B-C	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.10 m²	0.031 m³	1:1.5	0.21	0.03	0.17	0.01
APLAIN-021	Aplanado Interior	08/05/2025	4	B-C	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	6.06 m²	0.091 m³	1:1.5	0.63	0.1	0.49	0.03
APLAIN-022	Aplanado Interior	08/05/2025	B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.04 m²	0.061 m³	1:1.5	0.42	0.07	0.33	0.02
APLAIN-023	Aplanado Interior	08/05/2025	B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.25 m²	0.064 m³	1:1.5	0.44	0.07	0.34	0.02
APLAIN-024	Aplanado Interior	08/05/2025	B	2-4	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.56 m²	0.038 m³	1:1.5	0.26	0.04	0.2	0.01
APLAIN-025	Aplanado Interior	08/05/2025	B	2-3	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.85 m²	0.073 m³	1:1.5	0.51	0.08	0.39	0.02
APLAIN-026	Aplanado Interior	08/05/2025	1	E-F	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.93 m²	0.074 m³	1:1.5	0.51	0.08	0.39	0.02
APLAIN-027	Aplanado Interior	08/05/2025	1	C-E	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	6.27 m²	0.094 m³	1:1.5	0.9	0.15	0.69	0.04
APLAIN-028	Aplanado Interior	08/05/2025	1	B-C	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	6.71 m²	0.101 m³	1:1.5	0.7	0.11	0.54	0.03
APLAIN-029	Aplanado Interior	08/05/2025	1	B-C	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	6.68 m²	0.100 m³	1:1.5	0.69	0.11	0.53	0.03
APLAIN-030	Aplanado Interior	08/05/2025	C	2-3	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	8.86 m²	0.133 m³	1:1.5	0.92	0.15	0.71	0.04
APLAIN-040	Aplanado Interior	08/05/2025	C	2-3	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	9.35 m²	0.140 m³	1:1.5	0.97	0.16	0.15	0.04
APLAIN-041	Aplanado Interior	08/05/2025	C	3-5	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	5.60 m²	0.084 m³	1:1.5	0.64	0.1	0.5	0.03
APLAIN-042	Aplanado Interior	08/05/2025	C	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	8.67 m²	0.130 m³	1:1.5	0.9	0.15	0.69	0.04
APLAIN-043	Aplanado Interior	08/05/2025	F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	5.20 m²	0.078 m³	1:1.5	0.54	0.09	0.42	0.02
APLAIN-044	Aplanado Interior	08/05/2025	F	2-3	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	9.17 m²	0.138 m³	1:1.5	0.96	0.16	0.74	0.04
APLAIN-045	Aplanado Interior	08/05/2025	F	3-5	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	8.33 m²	0.125 m³	1:1.5	0.87	0.14	0.67	0.04
APLAIN-046	Aplanado Interior	08/05/2025	5	C-E	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	5.60 m²	0.084 m³	1:1.5	0.58	0.09	0.45	0.02
APLAIN-047	Aplanado Interior	09/05/2025	5	E-F	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.34 m²	0.065 m³	1:1.5	0.89	0.15	0.69	0.04
APLAIN-048	Aplanado Interior	09/05/2025	2	C-E	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	8.61 m²	0.129 m³	1:1.5	0.89	0.15	0.69	0.04
APLAIN-049	Aplanado Interior	09/05/2025	2	E-F	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	3.36 m²	0.050 m³	1:1.5	0.37	0.06	0.29	0.02
APLAIN-050	Aplanado Interior	09/05/2025	E-F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	6.25 m²	0.094 m³	1:1.5	0.65	0.11	0.5	0.03
APLAIN-051	Aplanado Interior	09/05/2025	E-F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	3.35 m²	0.050 m³	1:1.5	0.35	0.06	0.27	0.01
APLAIN-052	Aplanado Interior	09/05/2025	E-F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	1.50 m²	0.023 m³	1:1.5	0.18	0.03	0.14	0.01
APLAIN-053	Aplanado Interior	09/05/2025	E-F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	1.50 m²	0.023 m³	1:1.5	0.18	0.03	0.14	0.01
APLAIN-054	Aplanado Interior	09/05/2025	E-F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	9.64 m²	0.145 m³	1:1.5	1	0.16	0.77	0.04
APLAIN-055	Aplanado Interior	09/05/2025	2	C-E	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	8.61 m²	0.129 m³	1:1.5	0.89	0.15	0.69	0.04
APLAIN-056	Aplanado Interior	09/05/2025	C	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	8.67 m²	0.130 m³	1:1.5	0.9	0.15	0.69	0.04
APLAIN-057	Aplanado Interior	09/05/2025	2	E-F	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.98 m²	0.045 m³	1:1.5	0.33	0.05	0.26	0.01
APLAIN-058	Aplanado Interior	09/05/2025	1	E-F	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	3.39 m²	0.051 m³	1:1.5	0.35	0.06	0.27	0.02
APLAIN-059	Aplanado Interior	09/05/2025	F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.97 m²	0.045 m³	1:1.5	0.31	0.05	0.24	0.01
Total general: 31							174.39 m²	2.616 m³		18.94	3.09	14.04	0.82

Mientras tanto para el nivel 2, el volumen requerido fue de **2.616 m³**, lo que representó el uso de **18.94 bolsas de cemento**, **3.09 m³ de arena**, **14.04 bolsas de cal de 25 kg** y **0.82 m³ de agua**.

Tabla 48

Volumen de Aplanado Interior en Nivel 1 (Baños).

<APLAIN-01-Aplanado Interior en Muros>													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Cod. ID	Nom Elemento	Fecha Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Características de Muro	Área	Volumen	Proporción	Cemento	Arena (m³)	Calhida	Agua (m³)
APLAIN-060	Aplanado Interior	08/05/2025	H	7-9	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	1.78 m²	0.027 m³	1:1.5	0.19	0.03	0.14	0.01
APLAIN-061	Aplanado Interior	08/05/2025	7	G-H	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	5.78 m²	0.087 m³	1:1.5	0.6	0.1	0.46	0.03
APLAIN-062	Aplanado Interior	08/05/2025	G	7-9	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	3.64 m²	0.055 m³	1:1.5	0.38	0.06	0.29	0.02
APLAIN-063	Aplanado Interior	08/05/2025	G	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	6.70 m²	0.100 m³	1:1.5	0.69	0.11	0.53	0.03
APLAIN-064	Aplanado Interior	08/05/2025	10	G-H	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	6.82 m²	0.102 m³	1:1.5	0.71	0.12	0.54	0.03
APLAIN-065	Aplanado Interior	08/05/2025	10	H-J	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	8.70 m²	0.130 m³	1:1.5	0.9	0.15	0.69	0.04
APLAIN-066	Aplanado Interior	08/05/2025	J	8-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	9.40 m²	0.141 m³	1:1.5	0.98	0.16	0.75	0.04
APLAIN-067	Aplanado Interior	08/05/2025	8	I-J	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.25 m²	0.064 m³	1:1.5	0.44	0.07	0.34	0.02
APLAIN-068	Aplanado Interior	08/05/2025	I	8-9	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.23 m²	0.033 m³	1:1.5	0.23	0.04	0.18	0.01
APLAIN-069	Aplanado Interior	08/05/2025	9	H-J	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.94 m²	0.044 m³	1:1.5	0.3	0.05	0.23	0.01
APLAIN-070	Aplanado Interior	08/05/2025	H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	3.35 m²	0.050 m³	1:1.5	0.35	0.06	0.27	0.01
APLAIN-071	Aplanado Interior	08/05/2025	H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.05 m²	0.031 m³	1:1.5	0.21	0.03	0.17	0.01
APLAIN-072	Aplanado Interior	08/05/2025	9	G-H	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.94 m²	0.044 m³	1:1.5	0.3	0.05	0.23	0.01
APLAIN-073	Aplanado Interior	08/05/2025	9	G-H	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.94 m²	0.044 m³	1:1.5	0.3	0.05	0.23	0.01
APLAIN-074	Aplanado Interior	08/04/2025	G-H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	0.24 m²	0.004 m³	1:1.5	0.03	0.001	0.02	0.001
APLAIN-075	Aplanado Interior	08/05/2025	G-H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	1.21 m²	0.018 m³	1:1.5	0.12	0.02	0.1	0.01
APLAIN-076	Aplanado Interior	08/05/2025	G-H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.10 m²	0.032 m³	1:1.5	0.22	0.04	0.17	0.01
APLAIN-077	Aplanado Interior	09/05/2025	G-H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.13 m²	0.032 m³	1:1.5	0.22	0.04	0.17	0.01
APLAIN-078	Aplanado Interior	09/05/2025	9-10	G-H	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.48 m²	0.037 m³	1:1.5	0.26	0.04	0.2	0.01
APLAIN-079	Aplanado Interior	09/05/2025	G-H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	0.19 m²	0.003 m³	1:1.5	0.03	0.001	0.02	0.001
APLAIN-080	Aplanado Interior	09/05/2025	G-H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	1.04 m²	0.016 m³	1:1.5	0.11	0.02	0.09	0.001
APLAIN-081	Aplanado Interior	09/05/2025	H-I	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.13 m²	0.032 m³	1:1.5	0.22	0.04	0.17	0.01
APLAIN-082	Aplanado Interior	09/05/2025	H-I	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.13 m²	0.032 m³	1:1.5	0.22	0.04	0.17	0.01
APLAIN-082	Aplanado Interior	09/05/2025	I	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	0.19 m²	0.003 m³	1:1.5	0.03	0.001	0.02	0.001
APLAIN-083	Aplanado Interior	09/05/2025	H-I	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.13 m²	0.032 m³	1:1.5	0.22	0.04	0.17	0.01
APLAIN-084	Aplanado Interior	09/05/2025	H-I	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.10 m²	0.032 m³	1:1.5	0.22	0.04	0.17	0.01
APLAIN-085	Aplanado Interior	09/05/2025	I	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	0.19 m²	0.003 m³	1:1.5	0.03	0.001	0.02	0.001
APLAIN-086	Aplanado Interior	09/05/2025	H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	1.95 m²	0.029 m³	1:1.5	0.2	0.03	0.15	0.01
APLAIN-087	Aplanado Interior	09/05/2025	H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.02 m²	0.030 m³	1:1.5	0.21	0.03	0.16	0.01
APLAIN-088	Aplanado Interior	09/05/2025	H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	3.03 m²	0.045 m³	1:1.5	0.31	0.05	0.24	0.01
Total general: 30							88.78 m²	1.332 m³		9.23	1.514	7.09	0.395

Finalmente, en el nivel 1 de los baños, el volumen alcanzó 1.332 m³, que demandaron **9.23 bolsas de cemento, 1.514 m³ de arena, 7.09 bolsas de cal y 0.395 m³ de agua.**

Estos volúmenes en la parte de **aplanado interior** se tradujeron en un consumo acumulado de **38.43 bolsas de cemento, 6.294 m³ de arena, 29.05 bolsas de cal y 1.645 m³ de agua.** De esta manera, las tablas permitieron identificar con precisión tanto las cantidades individuales por nivel como el total de materiales requeridos, lo que facilitó el control de insumos

Tabla 49

Volumen de Aplanado Exterior en Nivel 1 (C.D.C).

<APLAEX-01-Aplanado en Muros Exteriores>													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Cod. ID	Nombre del Element	Fecha de Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Características de Muro	Área	Volumen	Proporción	Cemento	Arena (m3)	Calhidra	Agua (m3)
APLAEX-001	Aplanado Exterior	07/05/2025	1	E-F	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.08 m²	0.061 m³	1:1.5	0.42	0.07	0.33	0.02
APLAEX-002	Aplanado Exterior	07/05/2025	1	C-E	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.08 m²	0.061 m³	1:1.5	0.42	0.07	0.33	0.02
APLAEX-003	Aplanado Exterior	07/05/2025	1	B-C	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	3.16 m²	0.047 m³	1:1.5	0.33	0.05	0.25	0.01
APLAEX-004	Aplanado Exterior	07/05/2025	1	B-C	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	3.14 m²	0.047 m³	1:1.5	0.33	0.05	0.25	0.01
APLAEX-005	Aplanado Exterior	07/05/2025	1	A-B	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	3.32 m²	0.050 m³	1:1.5	0.35	0.06	0.27	0.01
APLAEX-006	Aplanado Exterior	07/05/2025	A	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.37 m²	0.065 m³	1:1.5	0.45	0.07	0.35	0.02
APLAEX-007	Aplanado Exterior	07/05/2025	A	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.95 m²	0.074 m³	1:1.5	0.51	0.08	0.39	0.02
APLAEX-008	Aplanado Exterior	07/05/2025	2	A-B	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	0.54 m²	0.008 m³	1:1.5	0.06	0.01	0.04	0.001
APLAEX-009	Aplanado Exterior	07/05/2025	2	A-B	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	3.77 m²	0.057 m³	1:1.5	0.4	0.06	0.3	0.02
APLAEX-010	Aplanado Exterior	07/05/2025	B	2-3	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	0.68 m²	0.010 m³	1:1.5	0.07	0.01	0.05	0.001
APLAEX-011	Aplanado Exterior	07/05/2025	B	2-3	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.95 m²	0.044 m³	1:1.5	0.3	0.05	0.23	0.01
APLAEX-012	Aplanado Exterior	07/05/2025	4	B-C	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	1.73 m²	0.026 m³	1:1.5	0.18	0.03	0.14	0.01
APLAEX-013	Aplanado Exterior	07/05/2025	F	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.20 m²	0.063 m³	1:1.5	0.44	0.07	0.34	0.02
APLAEX-014	Aplanado Exterior	07/05/2025	F	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.15 m²	0.032 m³	1:1.5	0.22	0.04	0.17	0.01
APLAEX-015	Aplanado Exterior	07/05/2025	1	E-F	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.42 m²	0.066 m³	1:1.5	0.46	0.07	0.35	0.02
APLAEX-016	Aplanado Exterior	07/05/2025	1	C-E	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.42 m²	0.066 m³	1:1.5	0.46	0.07	0.35	0.02
APLAEX-017	Aplanado Exterior	07/05/2025	1	B-C	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	3.42 m²	0.051 m³	1:1.5	0.35	0.06	0.27	0.02
APLAEX-018	Aplanado Exterior	08/05/2025	1	B-C	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	3.41 m²	0.051 m³	1:1.5	0.35	0.06	0.27	0.02
APLAEX-019	Aplanado Exterior	08/05/2025	1	B-C	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	6.71 m²	0.101 m³	1:1.5	0.7	0.11	0.54	0.03
APLAEX-020	Aplanado Exterior	08/05/2025	1	A-B	Nivel 1 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	3.06 m²	0.046 m³	1:1.5	0.32	0.05	0.25	0.01
Total general: 20							68.55 m²	1.028 m³		7.12	1.14	5.47	0.302

En cuanto al aplanado exterior, los resultados indicaron que en el nivel 1 se trabajó sobre un volumen de 1.028 m³, requiriendo **7.12 bolsas de cemento, 1.14 m³ de arena, 5.47 bolsas de cal y 0.302 m³ de agua.**

Tabla 50

Volumen de Aplanado Exterior en Nivel 2 (C.D.C).

<APLAEX-01-Aplanado en Muros Exteriores>													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Cod. ID	Nombre del Element	Fecha de Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Características de Muro	Área	Volumen	Proporción	Cemento	Arena (m3)	Calhídra	Agua (m3)
APLAEX-021	Aplanado Exterior	08/05/2025	4	B-C	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.89 m²	0.043 m³	1:1.5	0.3	0.05	0.23	0.01
APLAEX-022	Aplanado Exterior	08/05/2025	1	E-F	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	8.67 m²	0.130 m³	1:1.5	0.9	0.15	0.69	0.04
APLAEX-023	Aplanado Exterior	08/05/2025	1	C-E	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	6.27 m²	0.094 m³	1:1.5	0.9	0.15	0.69	0.04
APLAEX-024	Aplanado Exterior	08/05/2025	1	B-C	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	6.68 m²	0.100 m³	1:1.5	0.69	0.11	0.53	0.03
APLAEX-025	Aplanado Exterior	08/05/2025	4	B-C	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.10 m²	0.031 m³	1:1.5	0.21	0.03	0.17	0.01
APLAEX-026	Aplanado Exterior	08/05/2025	4	B-C	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	1.60 m²	0.024 m³	1:1.5	0.17	0.03	0.13	0.01
APLAEX-027	Aplanado Exterior	08/05/2025	B	2-3	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	0.64 m²	0.010 m³	1:1.5	0.07	0.01	0.05	0.001
APLAEX-028	Aplanado Exterior	08/05/2025	B	2-3	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.56 m²	0.038 m³	1:1.5	0.26	0.04	0.2	0.01
APLAEX-029	Aplanado Exterior	08/05/2025	B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.63 m²	0.040 m³	1:1.5	0.28	0.05	0.21	0.01
APLAEX-030	Aplanado Exterior	08/05/2025	B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.25 m²	0.064 m³	1:1.5	0.44	0.07	0.34	0.02
APLAEX-031	Aplanado Exterior	08/05/2025	C	3-5	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	5.63 m²	0.084 m³	1:1.5	0.64	0.1	0.5	0.03
APLAEX-032	Aplanado Exterior	08/05/2025	F	2-3	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	9.17 m²	0.138 m³	1:1.5	0.96	0.16	0.74	0.04
APLAEX-033	Aplanado Exterior	08/05/2025	F	3-5	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	8.33 m²	0.125 m³	1:1.5	0.87	0.14	0.67	0.04
APLAEX-034	Aplanado Exterior	08/05/2025	F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	8.56 m²	0.128 m³	1:1.5	0.89	0.14	0.68	0.04
APLAEX-035	Aplanado Exterior	08/05/2025	5	C-E	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	5.60 m²	0.084 m³	1:1.5	0.58	0.09	0.45	0.02
APLAEX-036	Aplanado Exterior	09/05/2025	5	E-F	Nivel 2 (C.D.C)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.34 m²	0.065 m³	1:1.5	0.45	0.07	0.35	0.02
Total general: 16							79.91 m²	1.199 m³		8.61	1.39	6.63	0.371

En el caso del nivel 2, el volumen fue de 1.199 m³, para lo cual se utilizaron **8.61 bolsas de cemento, 1.39 m³ de arena, 6.63 bolsas de cal y 0.371 m³ de agua.**

Tabla 51

Volumen de Aplanado Exterior en Nivel 1 (Baños).

<APLAEX-01-Aplanado en Muros Exteriores>													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Cod. ID	Nombre del Element	Fecha de Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Características de Muro	Área	Volumen	Proporción	Cemento	Arena (m3)	Calhídra	Agua (m3)
APLAEX-037	Aplanado Exterior	09/05/2025	7	G-H	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	5.78 m²	0.087 m³	1:1.5	0.6	0.1	0.46	0.03
APLAEX-038	Aplanado Exterior	09/05/2025	G	7-9	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	3.64 m²	0.055 m³	1:1.5	0.38	0.06	0.29	0.02
APLAEX-039	Aplanado Exterior	09/05/2025	G	9-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	6.70 m²	0.100 m³	1:1.5	0.69	0.11	0.53	0.03
APLAEX-040	Aplanado Exterior	09/05/2025	10	G-H	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	6.82 m²	0.102 m³	1:1.5	0.71	0.12	0.54	0.03
APLAEX-041	Aplanado Exterior	09/05/2025	10	H-J	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	8.70 m²	0.130 m³	1:1.5	0.9	0.15	0.69	0.04
APLAEX-042	Aplanado Exterior	09/05/2025	J	8-10	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	9.40 m²	0.141 m³	1:1.5	0.98	0.16	0.75	0.04
APLAEX-043	Aplanado Exterior	09/05/2025	8	I-J	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	4.25 m²	0.064 m³	1:1.5	0.44	0.07	0.34	0.02
APLAEX-044	Aplanado Exterior	09/05/2025	I	8-9	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	0.34 m²	0.005 m³	1:1.5	0.03	0.01	0.03	0.001
APLAEX-045	Aplanado Exterior	09/05/2025	9	H-I	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	2.97 m²	0.045 m³	1:1.5	0.31	0.05	0.24	0.01
APLAEX-046	Aplanado Exterior	09/05/2025	H	7-9	Nivel 1 (Baños)	Aplanado fino de E=1.5cm	1.75 m²	0.026 m³	1:1.5	0.18	0.03	0.14	0.01
Total general: 10							50.34 m²	0.755 m³		5.22	0.86	4.01	0.231

Finalmente, en el área de baños exteriores, el volumen alcanzó 0.755 m³, con un consumo de **5.22 bolsas de cemento, 0.86 m³ de arena, 4.1 bolsas de cal y 0.231 m³ de agua.**

En el caso del aplanado exterior, los resultados evidenciaron que en el nivel 1 se trabajó con un volumen de 1.028 m³, en el nivel 2 con 1.199 m³ y en la zona de baños con 0.755 m³,

alcanzando en conjunto un volumen total de **2.982 m³**. Para cubrir esta demanda fue necesario un consumo acumulado de **20.95 bolsas de cemento**, **3.39 m³ de arena**, **16.20 bolsas de cal** y **0.904 m³ de agua**. Estos resultados reflejaron el control preciso de los insumos empleados, lo que permitió asegurar la calidad y uniformidad en la ejecución del aplanado exterior de los muros del Centro de Desarrollo Comunitario.

2.3.6. Aplicación de Estuco en Plafones de Niveles 1 y 2

Ejecución y Supervisión

Durante la supervisión de la aplicación de estuco en los plafones de los niveles 1 y 2 del Centro de Desarrollo Comunitario, así como en el área de los baños, se constató que los plafones previamente aplanados estuvieran completamente secos y listos para intervenir. Antes de iniciar la aplicación, se humedeció ligeramente la superficie para mejorar la adherencia del estuco.

Se verificó que la mezcla de estuco, preparada en obra con cemento y cal, cumpliera con las proporciones adecuadas. Para acceder a las zonas altas, se supervisó la correcta utilización de plataformas para la seguridad y facilidad de desplazamiento del personal.

La aplicación se realizó con llana metálica, extendiendo una capa delgada y homogénea, seguida inmediatamente del acabado texturizado, ejecutando el trabajo por paños completos para evitar cortes visibles.



Figura 68.- Aplicación de estuco en Plafones de Nivel 1 (C.D.C.). Fuente: Propia.



Figura 69.- Aplicación de estuco en Plafones de Nivel 2 (C.D.C.). Fuente: Propia.

Modelo BIM

El estuco en los plafones se representó en el modelo de Revit como una segunda capa sobre el aplanado ya existente. En este caso, el estuco texturizado se ilustró mediante una línea de color blanco, diferenciándose de la capa base del aplanado. En la siguiente (**figura 70**) se muestra.

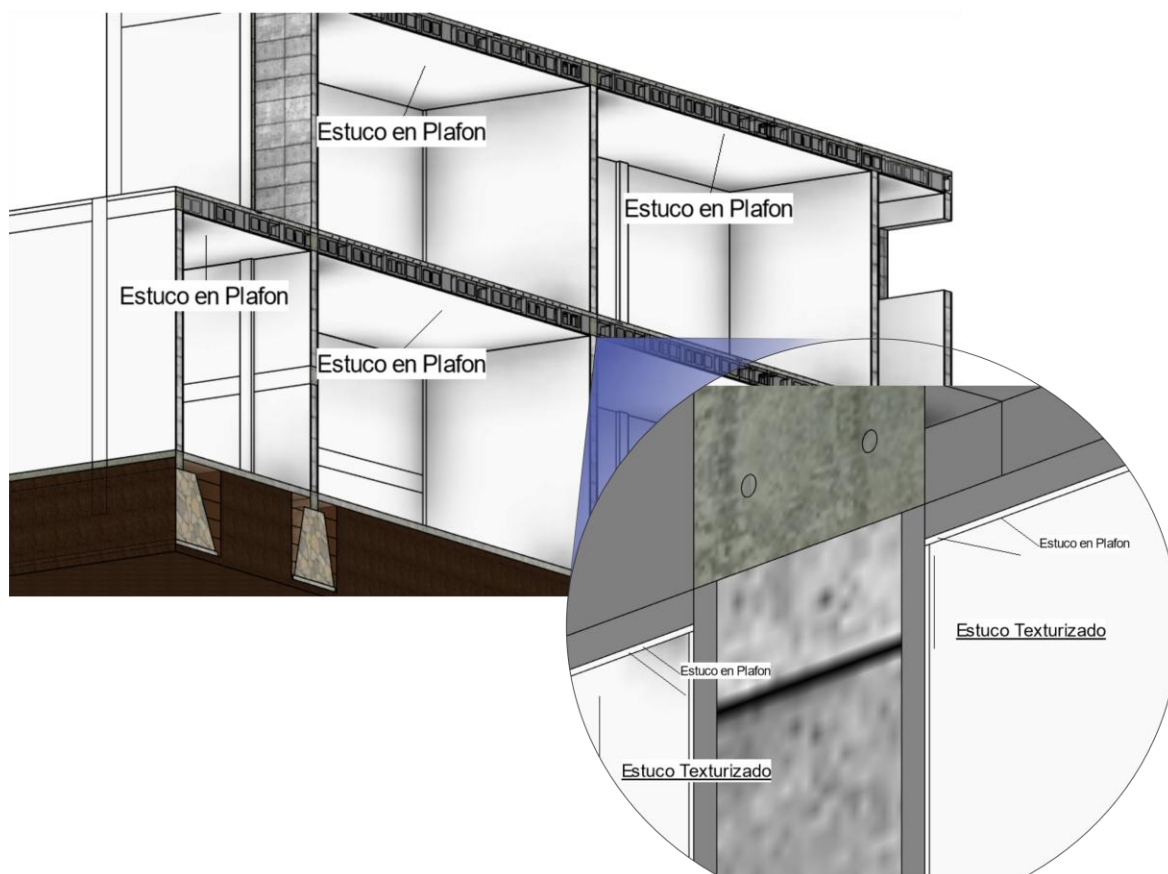


Figura 70.- Representación en Revit de la Aplicación de Estuco en Plafones. Fuente: Propia.

Resultados

A continuación, se presenta la tabla correspondiente al estuco aplicado en los plafones de los niveles 1 y 2 del Centro de Desarrollo Comunitario y en el área de los baños. En ella se registra el código de identificación de cada plafón, la fecha de ejecución y el área cubierta por el estuco.

Tabla 52

Cantidad de Estuco Aplicado en Plafones.

<ESTPLA-01-Estuco en Plafones>					
A	B	C	D	E	F
Cod. ID	Nombre del Elemen	Fecha de Ejecución	Eje	Entre ejes	Área
ESTUPLA-001	Estuco en Plafones	12/05/2025	A-B	1-2	9.59 m²
ESTUPLA-001	Estuco en Plafones	12/05/2025	B-C	1-2	47.80 m²
ESTUPLA-001	Estuco en Plafones	12/05/2025	C-F	1-2	26.02 m²
ESTUPLA-001	Estuco en Plafones	12/05/2025	C-E	2-5	10.11 m²
ESTUPLA-001	Estuco en Plafones	12/05/2025	B-C	1-4	47.80 m²
ESTUPLA-001	Estuco en Plafones	12/05/2025	C-F	1-2	19.73 m²
ESTUPLA-001	Estuco en Plafones	12/05/2025	C-F	1-5	50.72 m²
ESTUPLA-001	Estuco en Plafones	12/05/2025	7-10	G-H	13.36 m²
ESTUPLA-001	Estuco en Plafones	12/05/2025	8-10	H-J	13.47 m²
ESTUPLA-001	Estuco en Plafones	12/05/2025	H-J	7-8	3.80 m²
Total general: 10					242.41 m²

De acuerdo con la tabla generada a partir del modelado del estuco en Revit, se aplicó un total de **242.41 m²** de estuco en los plafones, integrando todas las secciones supervisadas y registradas.

2.3.7. Aplicación de Estuco en Muros Interiores y Exteriores en Nivel 1 y 2

Ejecución y Supervisión

Durante la supervisión de la aplicación de estuco en los muros interiores y exteriores del Centro de Desarrollo Comunitario, tanto en los niveles 1 y 2 como en el área de los baños, se verificó que las superficies previamente aplanadas estuvieran limpias y ligeramente humedecidas para favorecer la adherencia. Se revisó la preparación de la mezcla en obra, elaborada con cemento blanco y cal hidratada, así como el uso adecuado de plataformas y escalerillas, en cumplimiento

con la **NOM-031-STPS-2011 para trabajos en altura**. A lo largo de la ejecución se controló que la aplicación con llana metálica se realizara de manera uniforme y que la textura final, obtenida con rodillo, fuera continua y homogénea. Finalmente, se corrigieron oportunamente las imperfecciones detectadas para asegurar una buena terminación en todos los muros supervisados.



Figura 71.- Aplicación de Estuco en Muros Interiores. Fuente; Propia.



Figura 72.- Aplicación de Estuco en Muros Exteriores. Fuente; Propia.

Modelo BIM

Tras la supervisión de la aplicación de estuco en muros, se procedió a representarlo en el modelo de Revit como una segunda capa colocada sobre el aplanado previamente realizado. En las siguientes figuras se observa el estuco aplicado en los muros de los niveles 1 y 2 del Centro de Desarrollo Comunitario. La representación gráfica permite identificar cada etapa: primero el block, posteriormente la capa de aplanado y, finalmente, el estuco señalado en color blanco que envuelve los muros.

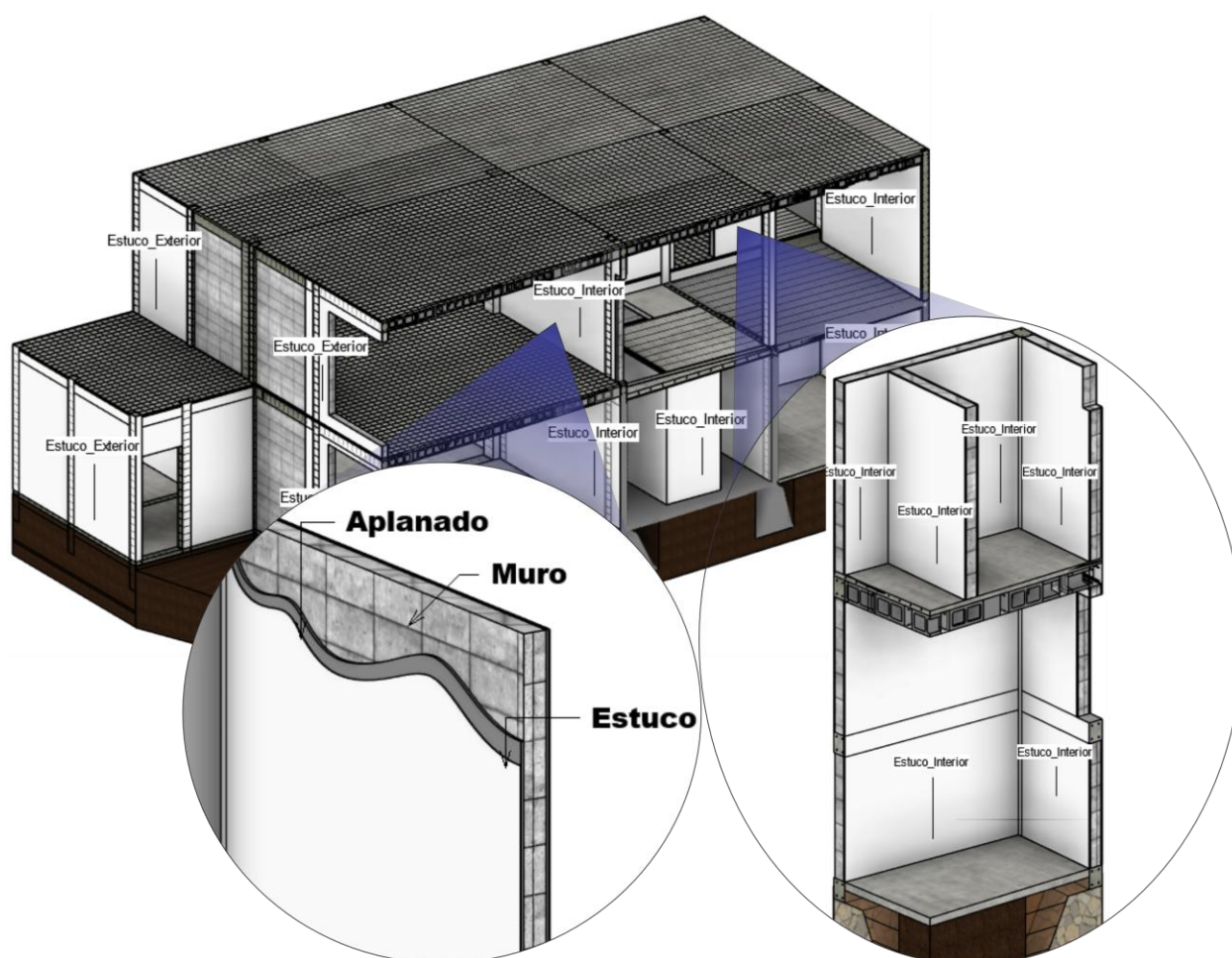


Figura 73.-Representación en Revit de la Aplicación de Estuco en Muros en Niveles 1 y 2. Fuente: Propia.

Resultados

Una vez modelado el estuco en los muros en Revit, de acuerdo con lo supervisado en obra, se obtuvieron las siguientes tablas que reflejan los resultados de la aplicación. En estas se muestra el código de identificación de cada elemento, la fecha de ejecución y el área en la que se aplicó el estuco, permitiendo llevar un control preciso de cada sección trabajada.

Para los muros interiores, los resultados se presentan en tres tablas diferenciadas: la primera corresponde al nivel 1 del Centro de Desarrollo Comunitario, la segunda al nivel 2 y la tercera al nivel 1 de los baños, registrando el área en la que se aplicó el estuco.

En cuanto a los muros exteriores, se elaboró una sola tabla que abarca la aplicación desde el nivel 1 hasta el nivel 2 y el área de los baños mostrando de manera consolidada el área cubierta.

Se inicia presentando las tablas que corresponden a la aplicación de estuco en los **muros interiores**.

Tabla 53

Cantidad de Estuco Aplicada en Muros Interiores Nivel 1 (C.D.C).

<EST-01-Estuco Interior en Muros>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Cod. ID	Nom.Elemento	Fecha de Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Características de Muro	Área
EST-001	Estuco Interior	10/05/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	4.59 m²
EST-002	Estuco Interior	10/05/2025	1	A-B	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	6.83 m²
EST-003	Estuco Interior	10/05/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	9.25 m²
EST-004	Estuco Interior	10/05/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.14 m²
EST-005	Estuco Interior	10/05/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.41 m²
EST-006	Estuco Interior	10/05/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.13 m²
EST-007	Estuco Interior	10/05/2025	1	A-B	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	10.05 m²
EST-008	Estuco Interior	10/05/2025	1	B-C	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	14.83 m²
EST-009	Estuco Interior	10/05/2025	C	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	9.26 m²
EST-010	Estuco Interior	10/05/2025	C	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.40 m²
EST-011	Estuco Interior	10/05/2025	C	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.81 m²
EST-012	Estuco Interior	10/05/2025	C	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.40 m²
EST-013	Estuco Interior	10/05/2025	C	2-4	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	13.15 m²
EST-014	Estuco Interior	10/05/2025	C	2-4	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.81 m²
EST-015	Estuco Interior	10/05/2025	4	B-C	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	9.65 m²
EST-016	Estuco Interior	10/05/2025	C	2-4	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.39 m²
EST-017	Estuco Interior	10/05/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.40 m²
EST-018	Estuco Interior	10/05/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.81 m²
EST-019	Estuco Interior	10/05/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.40 m²
EST-020	Estuco Interior	10/05/2025	B	2-4	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.40 m²
EST-021	Estuco Interior	10/05/2025	B	2-4	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.40 m²
EST-022	Estuco Interior	10/05/2025	1	C-E	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	9.12 m²
EST-023	Estuco Interior	10/05/2025	1	E	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.13 m²
EST-024	Estuco Interior	10/05/2025	1	E	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.41 m²
EST-025	Estuco Interior	10/05/2025	1	E	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.13 m²
EST-026	Estuco Interior	10/05/2025	1	E-F	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	9.11 m²
EST-027	Estuco Interior	10/05/2025	F	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	7.65 m²
EST-028	Estuco Interior	10/05/2025	C	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	10.05 m²
EST-029	Estuco Interior	10/05/2025	C	2-5	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	16.78 m²
EST-030	Estuco Interior	11/05/2025	5	C-E	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	6.87 m²
EST-031	Estuco Interior	11/05/2025	E	2-5	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	16.78 m²
EST-032	Estuco Interior	11/05/2025	2	E-F	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	8.78 m²
EST-033	Estuco Interior	11/05/2025	E	2-5	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	16.77 m²
EST-034	Estuco Interior	11/05/2025	F	2-5	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	16.77 m²
EST-035	Estuco Interior	11/05/2025	5	E-F	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	5.29 m²
EST-036	Estuco Interior	11/05/2025	C-E	2-3	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	3.15 m²
EST-037	Estuco Interior	11/05/2025	C-E	2-3	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	2.76 m²
EST-038	Estuco Interior	11/05/2025	C-E	2-3	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	4.83 m²
EST-039	Estuco Interior	11/05/2025	C-E	2-3	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	2.75 m²
EST-040	Estuco Interior	11/05/2025	C-E	2-3	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.39 m²
EST-041	Estuco Interior	11/05/2025	C-E	2-3	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	3.14 m²
EST-042	Estuco Interior	11/05/2025	2	C-F	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	16.73 m²
EST-043	Estuco Interior	11/05/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	5.04 m²
EST-044	Estuco Interior	11/05/2025	2	A-B	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	4.93 m²
EST-045	Estuco Interior	11/05/2025	2	C-E	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	6.87 m²
EST-046	Estuco Interior	11/05/2025	B	2-4	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	8.24 m²
Total general: 46							266.82 m²

De acuerdo con los resultados que se muestran en la tabla, se observó que se aplicó un total de **266.82 m² de estuco**, lo cual evidencia la cobertura alcanzada por la aplicación de estuco en los muros interiores del nivel 1 del Centro de Desarrollo Comunitario.

Tabla 54

Cantidad de Estuco Aplicada en Muros Interiores Nivel 2 (C.D.C).

<EST-01-Estuco Interior en Muros>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Cod. ID	Nom.Elemento	Fecha de Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Características de Muro	Área
EST-047	Estuco Interior	11/05/2025	C	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	8.80 m²
EST-048	Estuco Interior	11/05/2025	2	C	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.78 m²
EST-049	Estuco Interior	11/05/2025	2	C	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.38 m²
EST-050	Estuco Interior	11/05/2025	2	2-4	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	10.14 m²
EST-051	Estuco Interior	11/05/2025	4	C	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.92 m²
EST-052	Estuco Interior	11/05/2025	B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	8.80 m²
EST-053	Estuco Interior	11/05/2025	1	B-C	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	13.88 m²
EST-054	Estuco Interior	11/05/2025	2	C	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.37 m²
EST-055	Estuco Interior	11/05/2025	4	B-C	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	8.55 m²
EST-056	Estuco Interior	11/05/2025	4	B-C	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.40 m²
EST-057	Estuco Interior	11/05/2025	B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.38 m²
EST-058	Estuco Interior	11/05/2025	B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.77 m²
EST-059	Estuco Interior	11/05/2025	B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.42 m²
EST-060	Estuco Interior	11/05/2025	4	B-C	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.41 m²
EST-061	Estuco Interior	11/05/2025	1	C-E	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	6.21 m²
EST-062	Estuco Interior	11/05/2025	F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	5.29 m²
EST-063	Estuco Interior	11/05/2025	C	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	9.49 m²
EST-064	Estuco Interior	11/05/2025	5	C-E	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	5.67 m²
EST-065	Estuco Interior	11/05/2025	5	E-F	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	4.42 m²
EST-066	Estuco Interior	11/05/2025	2	C-F	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	11.99 m²
EST-067	Estuco Interior	11/05/2025	E-F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	9.49 m²
EST-068	Estuco Interior	11/05/2025	E-F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	3.36 m²
EST-069	Estuco Interior	11/05/2025	B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.13 m²
EST-070	Estuco Interior	11/05/2025	1	E	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.13 m²
EST-071	Estuco Interior	11/05/2025	1	E	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.39 m²
EST-072	Estuco Interior	11/05/2025	1	E	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.13 m²
EST-073	Estuco Interior	11/05/2025	1	E-F	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	3.31 m²
EST-074	Estuco Interior	11/05/2025	1	E-F	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	4.88 m²
EST-075	Estuco Interior	11/05/2025	5	E	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.14 m²
EST-076	Estuco Interior	11/05/2025	5	E	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.42 m²
EST-077	Estuco Interior	11/05/2025	5	E	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.15 m²
EST-078	Estuco Interior	11/05/2025	E-F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	6.16 m²
EST-079	Estuco Interior	11/05/2025	E-F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	1.42 m²
EST-080	Estuco Interior	11/05/2025	E-F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	1.43 m²
EST-081	Estuco Interior	11/05/2025	F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	2.94 m²
EST-082	Estuco Interior	11/05/2025	F	2-5	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	18.40 m²
EST-083	Estuco Interior	11/05/2025	C	2-5	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	16.28 m²
EST-084	Estuco Interior	11/05/2025	2	E-F	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	14.05 m²
EST-085	Estuco Interior	11/05/2025	B	2-5	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	8.19 m²
EST-086	Estuco Interior	12/05/2025	E	3	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.55 m²
EST-087	Estuco Interior	12/05/2025	E	3	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.43 m²
EST-088	Estuco Interior	12/05/2025	E	3	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.56 m²
EST-089	Estuco Interior	12/05/2025	E	3	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.42 m²
Total general: 43							191.43 m²

La (tabla 54) indica que el estuco se aplicó sobre un área total de 191.43 m², reflejando el avance y la extensión cubierta en los muros interiores del nivel 2 del C.D.C.

Tabla 55

Cantidad de Estuco Aplicada en Muros Interiores Nivel 1 (Baños).

<EST-01-Estuco Interior en Muros>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Cod. ID	Nom.Elemento	Fecha de Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Características de Muro	Área
APLAIN-090	Estuco Interior	12/05/2025	I	8-9	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	0.81 m²
APLAIN-091	Estuco Interior	12/05/2025	J	8-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	9.56 m²
APLAIN-092	Estuco Interior	12/05/2025	10	H-J	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	8.70 m²
APLAIN-093	Estuco Interior	12/05/2025	H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	2.13 m²
APLAIN-094	Estuco Interior	12/05/2025	H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	3.40 m²
APLAIN-095	Estuco Interior	12/05/2025	10	G-H	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	6.82 m²
APLAIN-096	Estuco Interior	12/05/2025	7	G-H	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	5.78 m²
APLAIN-097	Estuco Interior	12/05/2025	G	7-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	10.96 m²
APLAIN-098	Estuco Interior	12/05/2025	9	H-I	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	3.41 m²
APLAIN-099	Estuco Interior	12/05/2025	9	G-H	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	3.41 m²
APLAIN-100	Estuco Interior	12/05/2025	9	G-H	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	3.42 m²
APLAIN-101	Estuco Interior	12/05/2025	8	I-J	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	4.25 m²
APLAIN-102	Estuco Interior	12/05/2025	H	7-9	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	1.85 m²
APLAIN-103	Estuco Interior	12/05/2025	9	G-H	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	0.38 m²
APLAIN-104	Estuco Interior	12/05/2025	G-H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	2.08 m²
APLAIN-105	Estuco Interior	12/05/2025	G-H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	1.23 m²
APLAIN-106	Estuco Interior	12/05/2025	G-H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	0.24 m²
APLAIN-107	Estuco Interior	12/05/2025	G-H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	2.51 m²
APLAIN-108	Estuco Interior	12/05/2025	G-H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	0.24 m²
APLAIN-109	Estuco Interior	12/05/2025	G-H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	1.04 m²
APLAIN-110	Estuco Interior	12/05/2025	G-H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	2.08 m²
APLAIN-111	Estuco Interior	12/05/2025	H-I	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	2.11 m²
APLAIN-112	Estuco Interior	12/05/2025	H-I	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	2.11 m²
APLAIN-113	Estuco Interior	12/05/2025	I	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	0.24 m²
APLAIN-114	Estuco Interior	12/05/2025	H-I	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	2.11 m²
APLAIN-115	Estuco Interior	12/05/2025	I	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	0.24 m²
APLAIN-116	Estuco Interior	12/05/2025	H-I	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	2.10 m²
APLAIN-117	Estuco Interior	12/05/2025	H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	1.94 m²
APLAIN-118	Estuco Interior	12/05/2025	H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	2.13 m²
APLAIN-119	Estuco Interior	12/05/2025	H	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	3.12 m²
Total general: 30							90.38 m²

Según los resultados de la (tabla 55), en los muros interiores del área de los baños se aplicó un total de **90.38 m² de estuco**, registrando de manera precisa la aplicación y el control del estuco en esta sección.

A continuación, se presenta la tabla correspondiente a la aplicación de estuco en muros exteriores, donde el Cod.ID, la fecha de ejecución y el área total cubierta. Esta información permitió llevar un control detallado de las superficies intervenidas, garantizando que la aplicación se realizara de acuerdo con lo programado en obra y manteniendo un registro preciso del avance.

Tabla 56

Cantidad de Estuco Aplicada en Muros Exteriores en Nivel 1 y 2 (C.D.C) y Baños.

<ESTEX-01-Estuco Exterior en Muros>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Cod. ID	Nom.Elemento	Fecha de Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	Características de Muro	Área
ESTEXT-001	Estuco Exterior	11/05/2025	A	1-2	Nivel 1 (C.D.C) - Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	11.96 m ²
ESTEXT-002	Estuco Exterior	11/05/2025	B	2-4	Nivel 1 (C.D.C) - Azotea (C.D.C)	Estuco Texturizado	11.17 m ²
ESTEXT-003	Estuco Exterior	11/05/2025	2	A-B	Nivel 1 (C.D.C) - Azotea (C.D.C)	Estuco Texturizado	5.90 m ²
ESTEXT-004	Estuco Exterior	11/05/2025	4	B-C	Nivel 1 (C.D.C) - Azotea (C.D.C)	Estuco Texturizado	12.71 m ²
ESTEXT-005	Estuco Exterior	11/05/2025	B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	2.89 m ²
ESTEXT-006	Estuco Exterior	11/05/2025	C	4-5	Nivel 1 (C.D.C) - Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	8.92 m ²
ESTEXT-007	Estuco Exterior	11/05/2025	F	1-5	Nivel 1 (C.D.C) - Azotea (C.D.C)	Estuco Texturizado	58.25 m ²
ESTEXT-008	Estuco Exterior	11/05/2025	5	C-F	Nivel 1 (C.D.C)	Estuco Texturizado	12.95 m ²
ESTEXT-009	Estuco Exterior	12/05/2025	5	C-F	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	11.49 m ²
ESTEXT-010	Estuco Exterior	12/05/2025	7	G-H	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	8.87 m ²
ESTEXT-011	Estuco Exterior	12/05/2025	8	I-J	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	5.48 m ²
ESTEXT-012	Estuco Exterior	12/05/2025	H	7-9	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	2.57 m ²
ESTEXT-013	Estuco Exterior	12/05/2025	I	9-10	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	1.04 m ²
ESTEXT-014	Estuco Exterior	12/05/2025	9	H-I	Nivel 1 (Baños)	Estuco Texturizado	3.31 m ²
ESTEXT-015	Estuco Exterior	12/05/2025	B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	5.23 m ²
ESTEXT-016	Estuco Exterior	12/05/2025	B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.13 m ²
ESTEXT-017	Estuco Exterior	12/05/2025	B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Estuco Texturizado	0.44 m ²
Total general: 17							163.31 m ²

En esta etapa, se aplicó estuco en una superficie total de **163.31 m²** en los muros exteriores del Centro de Desarrollo Comunitario, integrando la aplicación desde el nivel 1 hasta el nivel 2, así como los muros exteriores del área de los baños, consolidando el registro del recubrimiento exterior en todas las secciones correspondientes.

2.3.8. *Pretil*

Ejecución y Supervisión

La actividad se inició con la verificación de la limpieza y nivelación de la base, corroborando que estuviera libre de polvo y humedad antes de comenzar la colocación del pretil. Se inspeccionó el trazado de guías con nivel y plomada para asegurar que la altura de 25 cm y la alineación fueran correctas. Durante la ejecución se supervisó que el mortero utilizado para el pegado del tabique cumpliera con la proporción 1:4 (cemento-arena) y se controló de manera

constante la verticalidad y nivelación del pretil, corrigiendo cortes y remates cuando fue necesario. Finalmente, se constató que el acabado fragüe de forma uniforme y conforme a las especificaciones del proyecto.

Modelo BIM

Después de la supervisión en obra, se procedió a modelar el pretil en Revit, asignándole una altura de 0.25 m y representando su construcción con piezas de tabique rojo de 6x12x24 cm. En la siguiente figura se puede observar la altura definida y las dimensiones modeladas de acuerdo con lo ejecutado en campo.

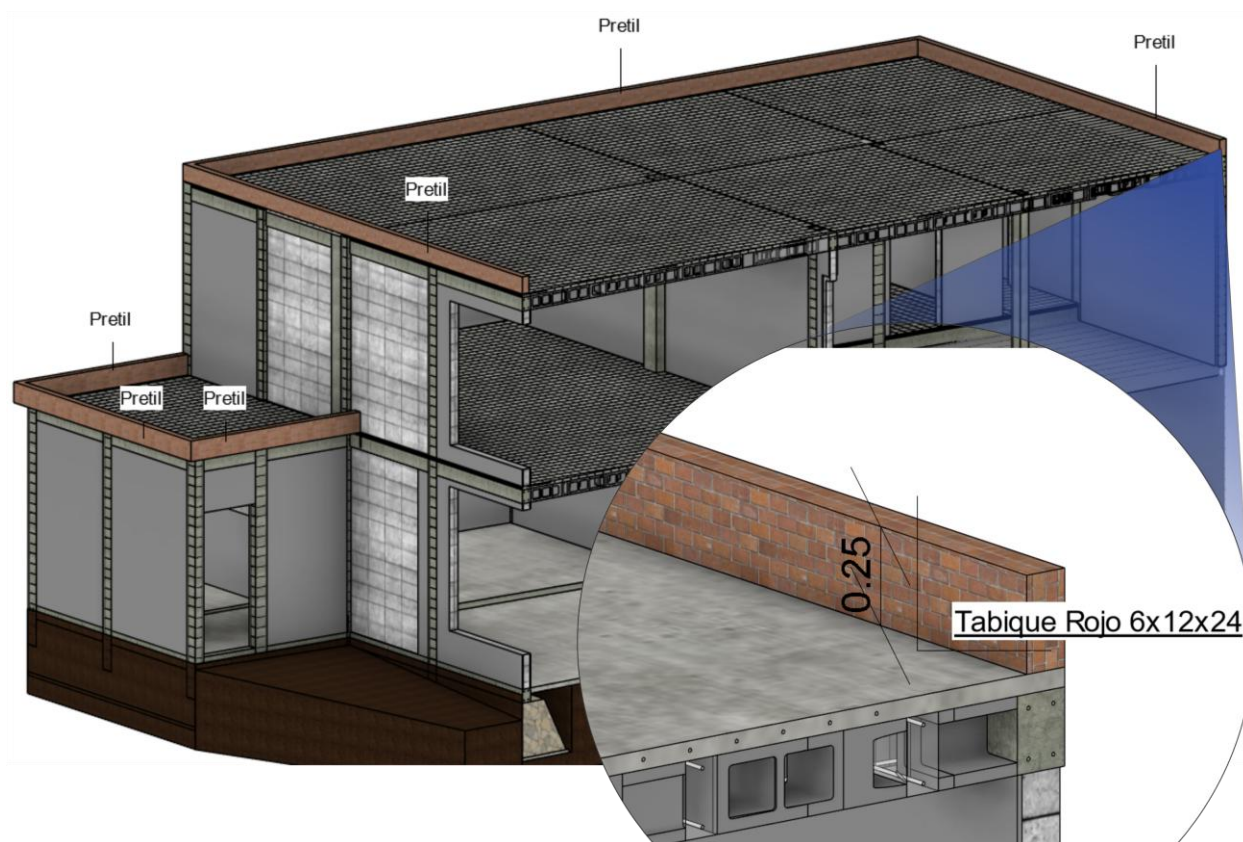


Figura 74.- Modelado en Revit del Pretil. Fuente: Propia.

Resultados

A continuación, se presenta la tabla con los resultados obtenidos tras el modelado del pretil en Revit, donde se registran las piezas utilizadas, el volumen de mortero aplicado y la cantidad de materiales empleados para su colocación, incluyendo cemento, arena y agua.

Tabla 57

Cantidad de Tabiques y Mortero Utilizados para la Construcción de Pretil.

<PRE-01-Pretil>														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Cod. ID	Nom.Elemen	Fecha.Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Longitud	Área	Volumen	Tabi(pzas)	Vol.Mortero (m3)	Proporción	Cemento	Arena (m3)	Agua (m3)
PRE-001	Pretil	12/05/2025	F	1-6	Azotea (C.D.C)	12.50	3.12 m²	0.37 m³	96	0.021	1:4	0.16	0.03	0.01
PRE-002	Pretil	12/05/2025	1	A-F	Azotea (C.D.C)	12.73	3.15 m²	0.38 m³	97	0.022	1:4	0.17	0.03	0.01
PRE-003	Pretil	12/05/2025	B	1-4	Azotea (Baños)	8.98	2.27 m²	0.27 m³	70	0.016	1:4	0.12	0.02	0.001
PRE-004	Pretil	12/05/2025	4	B-C	Azotea (C.D.C)	5.60	1.40 m²	0.17 m³	43	0.010	1:4	0.08	0.01	0.001
PRE-005	Pretil	12/05/2025	C	4-6	Azotea (C.D.C)	3.52	0.85 m²	0.10 m³	26	0.006	1:4	0.05	0.01	0.001
PRE-006	Pretil	12/05/2025	7	G-J	Azotea (Baños)	6.99	1.76 m²	0.21 m³	54	0.012	1:4	0.09	0.01	0.001
PRE-007	Pretil	12/05/2025	J	7-10	Azotea (Baños)	4.94	1.22 m²	0.15 m³	38	0.008	1:4	0.06	0.01	0.001
PRE-008	Pretil	12/05/2025	10	G-J	Azotea (Baños)	6.93	1.73 m²	0.21 m³	53	0.012	1:4	0.09	0.01	0.001
PRE-009	Pretil	12/05/2025	G	7-10	Azotea (Baños)	4.88	1.19 m²	0.14 m³	37	0.008	1:4	0.06	0.01	0.001
PRE-010	Pretil	12/05/2025	1	A-B	Nivel 2 (C.D.C)	2.96	0.89 m²	0.11 m³	27	0.006	1:4	0.05	0.01	0.001
PRE-011	Pretil	12/05/2025	2	A-B	Nivel 2 (C.D.C)	2.89	0.89 m²	0.11 m³	27	0.006	1:4	0.05	0.01	0.001
PRE-012	Pretil	12/05/2025	A	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	4.18	1.22 m²	0.15 m³	37	0.008	1:4	0.06	0.01	0.001
Total general: 12						77.10	19.70 m²		606	0.135		1.04	0.17	0.03

De acuerdo con los datos de la tabla, para la ejecución del pretil se utilizaron **106 piezas de tabique**, requiriéndose un volumen total de mortero de **0.135 m³**. Para elaborar este mortero se emplearon **1.04 bolsas de cemento**, **0.17 m³ de arena** y **0.03 m³ de agua**.

2.3.9. Aplicación de Impermeabilizante

Ejecución y Supervisión

La supervisión de la aplicación de impermeabilizante en la azotea inició con la verificación de la limpieza manual de la superficie, constatando que estuviera libre de polvo y residuos. Posteriormente, se revisó la aplicación uniforme de la capa base de sellador con rodillo, asegurando su secado adecuado antes de continuar. Durante la colocación del impermeabilizante se observó

que la primera capa se aplicara de manera homogénea en una sola dirección, mientras que la segunda se colocara en sentido cruzado para reforzar la cobertura.



Figura 75. Aplicación de impermeabilizante. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Se procedió a modelar en Revit las áreas donde fue aplicado el impermeabilizante en la losa. En la siguiente figura se observan las superficies protegidas, así como un acercamiento en el que se aprecia con mayor detalle la capa de impermeabilizante representada en el modelo.

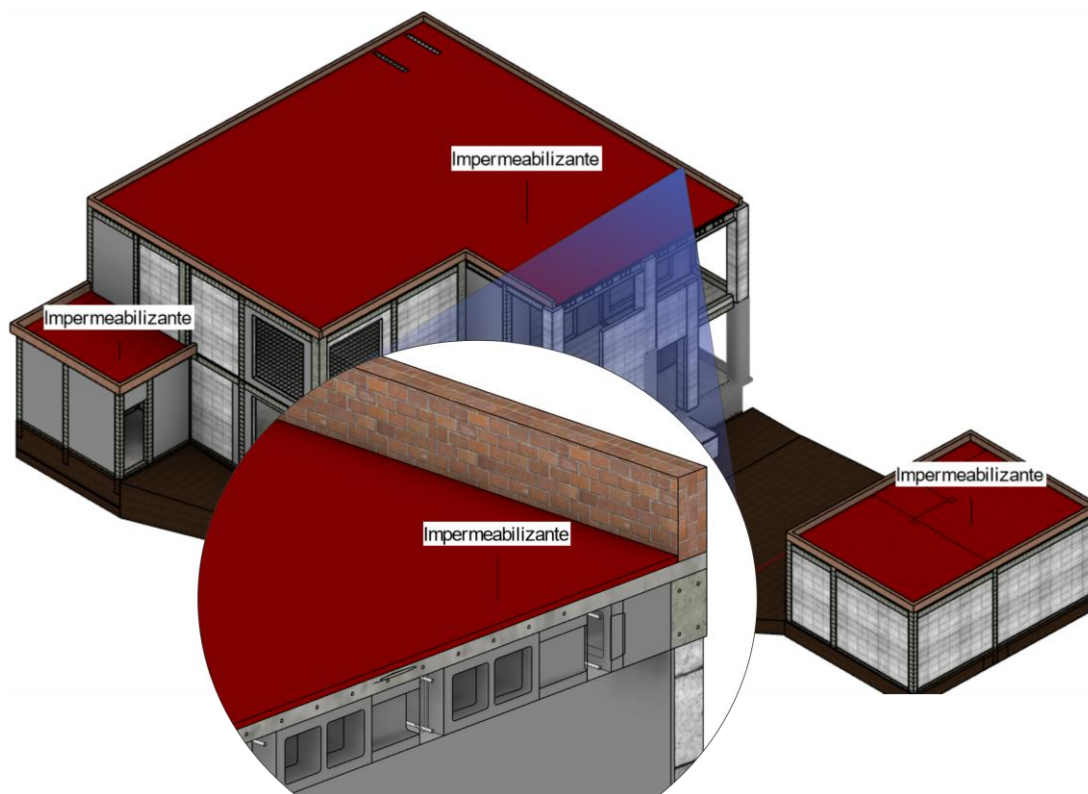


Figura 76.- Representación en Revit de la Aplicación de Impermeabilizante. Fuente: Propia.

Resultados

Después de que se **modeló el impermeabilizante** en Revit, se puede observar en la siguiente tabla la cantidad de material utilizado para cubrir las superficies a impermeabilizar, registrando el código de cada elemento, la fecha de ejecución y el área cubierta por cada sección.

Tabla 58

Cantidad de Impermeabilizante Aplicada.

<IMP-01-Aplicación de Impermeabilizante>						
A	B	C	D	E	F	G
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha de Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	Área
IMP-001	Impermeabilizante	19/05/2025	B-F	1-6	Azotea (C.D.C)	135.89 m ²
IMP-001	Impermeabilizante	19/05/2025	A-B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	10.81 m ²
IMP-001	Impermeabilizante	17/05/2025	7-10	G-H	Azotea (Baños)	32.42 m ²
Total general: 3						179.12 m ²

De acuerdo con la tabla, se puede observar que para cubrir un área total de **179.12 m²**, donde se aplicó el impermeabilizante, se utilizó la marca **Fester®**, que fue la empleada en la obra. Considerando el rendimiento por cubeta de la marca, se requirieron **4 cubetas** para garantizar la cobertura completa, lo que permitió un control preciso del material utilizado y del avance de la actividad de impermeabilización.

2.3.10. Construcción de Base para Tinacos

Ejecución y Supervisión

Durante la supervisión de la construcción de la base para los tinacos, se verificó el levantamiento de los muros de apoyo sobre la azotea, asegurando correcta nivelación, plomada y alineación. Los muros se construyeron con block y mortero en proporción 1:1:5 (cemento-cal-arena) hasta una altura de 0.92 m. Una vez fraguado el mortero, se colocó la cimbra y la malla de acero de refuerzo, verificando la correcta disposición de las varillas #2 atadas con alambre

recocido. Posteriormente, se supervisó el vaciado del concreto preparado en sitio con un espesor de 0.8 cm ($f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$), asegurando distribución uniforme, nivelación con regla metálica y curado mediante riegos continuos, garantizando la resistencia y durabilidad de la base, con altura total de 1 m.



Figura 77. Muros de base para tinaco. Fuente: Propia.



Figura 78. Colado de losa para base de tinaco. Fuente: Propia

Modelo BIM

Después de la supervisión del levantamiento de muros, del armado y del colado de la base destinada a los tinacos, se procedió a representarla en Revit conforme a lo ejecutado en obra. El modelo incluyó la disposición de la varilla utilizada en el armado, el $f'c$ de concreto empleado, las medidas generales de la base, la altura de los muros y el espesor de la losa de concreto que conforma el soporte.

En la siguiente figura se puede observar la representación digital de estos elementos en el modelo tridimensional.

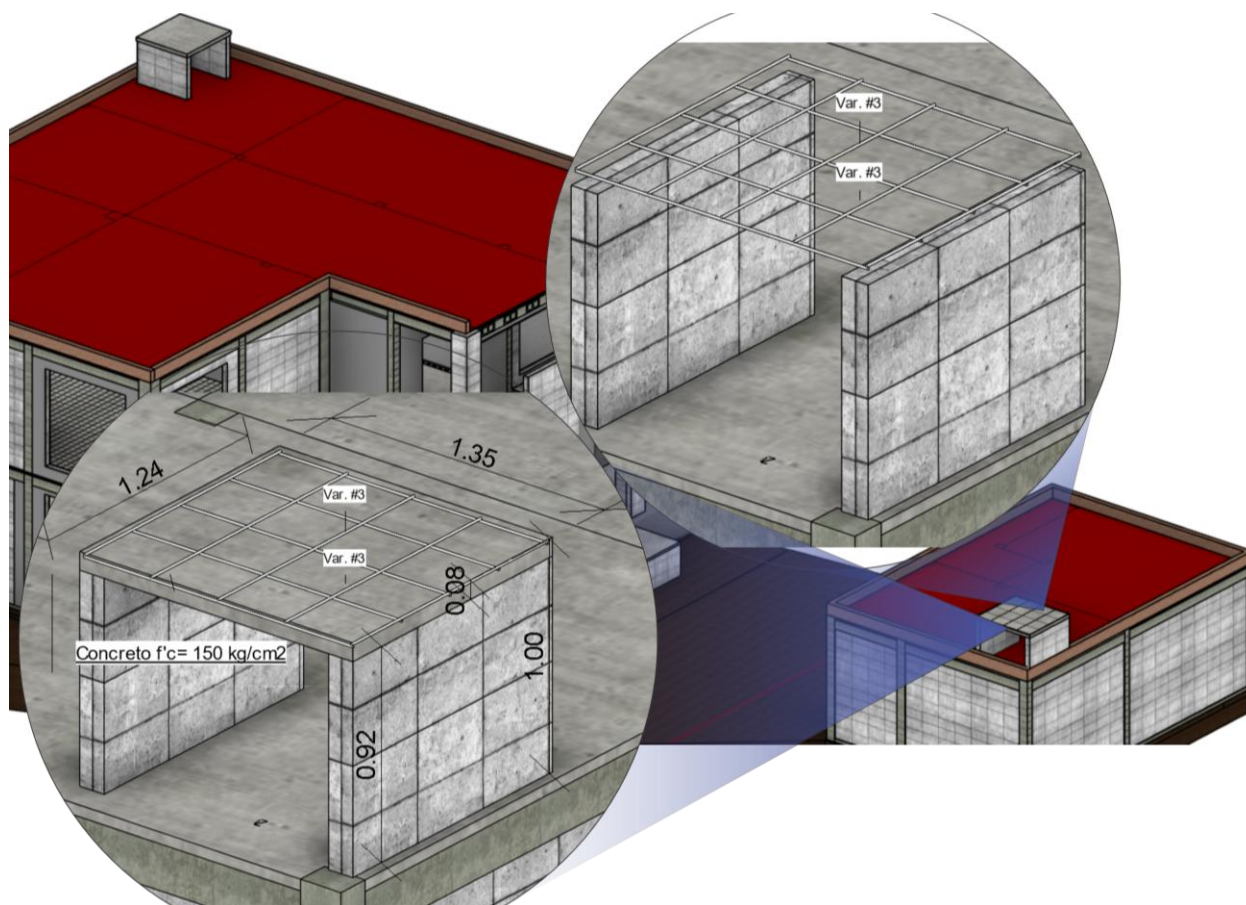


Figura 79.-Modelado en Revit de la Base para Tinacos. Fuente: Propia.

Resultados

En las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos a partir del modelado en Revit de la construcción de la base para el tinaco. La primera tabla muestra la cantidad de blocks y mortero utilizado para los muros de la base. La segunda tabla detalla la cantidad de acero empleada en el armado de la base, considerando varillas longitudinales, transversales y alambre recocado. Por último, la tercera tabla indica el volumen de concreto necesario para el colado de la base.

Tabla 59

Cantidad de Block y Mortero para Muretes de Base de Tinaco.

<MURE-01-Muretes para Base de Tinacos>											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Nombre del Elemento	Eje	Entre ejes	Ubicación	Área	Volumen	Blocks (pzas)	Cantidad	Cemento	Arena (m3)	Calhídra	Agua (m3)
Murete para Base de Tinaco	G-H	9-10	Azotea (Baños)	1.14 m²	0.14 m³	13	0.010	0.07	0.01	0.05	0.004
Murete para Base de Tinaco	G-H	9-10	Azotea (Baños)	1.14 m²	0.14 m³	13	0.010	0.07	0.01	0.05	0.004
Murete para Base de Tinaco	E-F	1-2	Azotea (C.D.C)	1.14 m²	0.14 m³	13	0.010	0.07	0.01	0.05	0.004
Murete para Base de Tinaco	E-F	1-2	Azotea (C.D.C)	1.14 m²	0.14 m³	13	0.010	0.07	0.01	0.05	0.004
Total general: 4					0.55 m³	53	0.039	0.28	0.04	0.2	0.015

De acuerdo con la primera tabla, para el levantamiento de los muros de la base se utilizaron **53 piezas de blocks** y un total de **0.039 m³ de mortero**, equivalente a **0.28 bolsas de cemento**, **0.04 m³ de arena**, **0.2 bolsas de cal** y **0.015 m³ de agua**.

Tabla 60

Cantidad de Acero para Armado de Base para Tinacos.

<PLAN-ARM-01-Acero para Bases de Tinaco>															
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Cod. ID	Nombre del Elemento	Nº.Long	Nº.Trans	Long.Long	Long.Trans	Long (pzas)	Trans (pzas)	Kg.Long	Kg.Trans	ML Long	ML Trans	Peso Long	Peso Trans	Kg Alam	Peso Total
PLANC-001	Plancha de Concreto	3	3	1.33	1.22	5	5	0.5558	0.5558	6.65	6.1	3.696	3.390	0.213	7.299
PLANC-001	Plancha de Concreto	3	3	1.33	1.22	5	5	0.5558	0.5558	6.65	6.1	3.696	3.390	0.213	7.299
Total general: 2												7.392	6.781	0.425	14.598

En cuanto al acero para el armado de la base, se requirió un total de **14.598 kg de varilla #3**, distribuidos entre peso longitudinal (7.392 kg), peso transversal (6.781 kg) y alambre recocado

(0.425 kg). Por plancha, se utilizó 3.696 kg de varilla longitudinal, 3.395 kg de varilla transversal y 0.213 kg de alambre, dando un total de **7.299 kg por plancha**.

Tabla 61

Cantidad de Concreto para Colado de Base para Tinacos.

<PLAN-COL-01-Plancha de Concreto para Base de Tinacos>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Cod. ID	Nombre del Elemento	Espesor (cm)	Área	Volumen	Material	F _c (kg/cm ²)	Cemento Portland	Arena (m ³)	Grava (m ³)	Agua (m ³)
PLANC-001	Plancha de Concreto	10	1.67 m ²	0.13 m ³	Concreto Armado	150	0.95	0.09	0.11	0.03
PLANC-001	Plancha de Concreto	10	1.75 m ²	0.14 m ³	Concreto Armado	150	1.02	0.09	0.12	0.04
Total general: 2			3.43 m ²	0.27 m ³			1.97	0.18	0.23	0.07

Finalmente, y de acuerdo con la tabla anterior para el colado de la base se necesitó un volumen de **0.27 m³ de concreto**, para el cual se emplearon **1.97 bolsas de cemento**, **0.18 m³ de arena**, **0.26 m³ de grava** y **0.07 m³ de agua**, cumpliendo con las especificaciones de resistencia y consistencia establecidas.

2.3.11. Escalera

Durante la supervisión de la construcción de la rampa y escalones, se inició verificando el trazado y la pendiente de la rampa con manguera y cinta métrica, asegurando niveles correctos. Se supervisó la instalación de la cimbra de madera, reforzada con puntales metálicos y con desmoldante aplicado para facilitar su retiro posterior. Posteriormente, se verificó el armado de la malla de acero de refuerzo con varilla #3 colocada cada 10 cm en ambos sentidos, dentro del espesor de 10 cm de la losa. Para garantizar la continuidad estructural, se barrenó la losa a una profundidad de 20 cm, con perforaciones cada 10 cm. En cada barreno se introdujeron **varillas del #3**, a las cuales se aplicó adhesivo epóxico para asegurar su adherencia con el concreto existente. Posteriormente, las varillas fueron dobladas y amarradas al acero principal de la escalera, conformando un armado continuo y firme. Durante el colado del concreto premezclado $f'_c = 250$

kg/cm² se controló la correcta compactación mediante vibrador, el alisado de la superficie. El curado se realizó de manera continua mediante riegos por 7 días hasta lograr la resistencia requerida.

Para los escalones, se supervisó el trazado sobre la rampa colada, respetando huella de 30 cm y peralte de 17 cm, así como el armado de cimbra individual para cada peldaño. Durante el colado de los escalones con el mismo concreto, se verificó que cada forma se llenara correctamente, que el acabado fuera uniforme y antiderrapante, y se realizó el curado continuo.



Figura 80. Colado de rampa para escalera. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Habilitado y Armado de Acero

Una vez supervisado el habilitado y armado del acero de la escalera, se procedió a modelarlo en Revit, representando de forma precisa la disposición del refuerzo y su conexión con la losa existente. En el modelo tridimensional se incluyó la zona de empalme entre la losa y la

escalera, mostrando la forma en que se representaron las varillas insertadas y su unión con el acero principal.

En la siguiente figura se puede observar esta conexión, donde se aprecia con claridad la integración del refuerzo en ambos elementos estructurales.

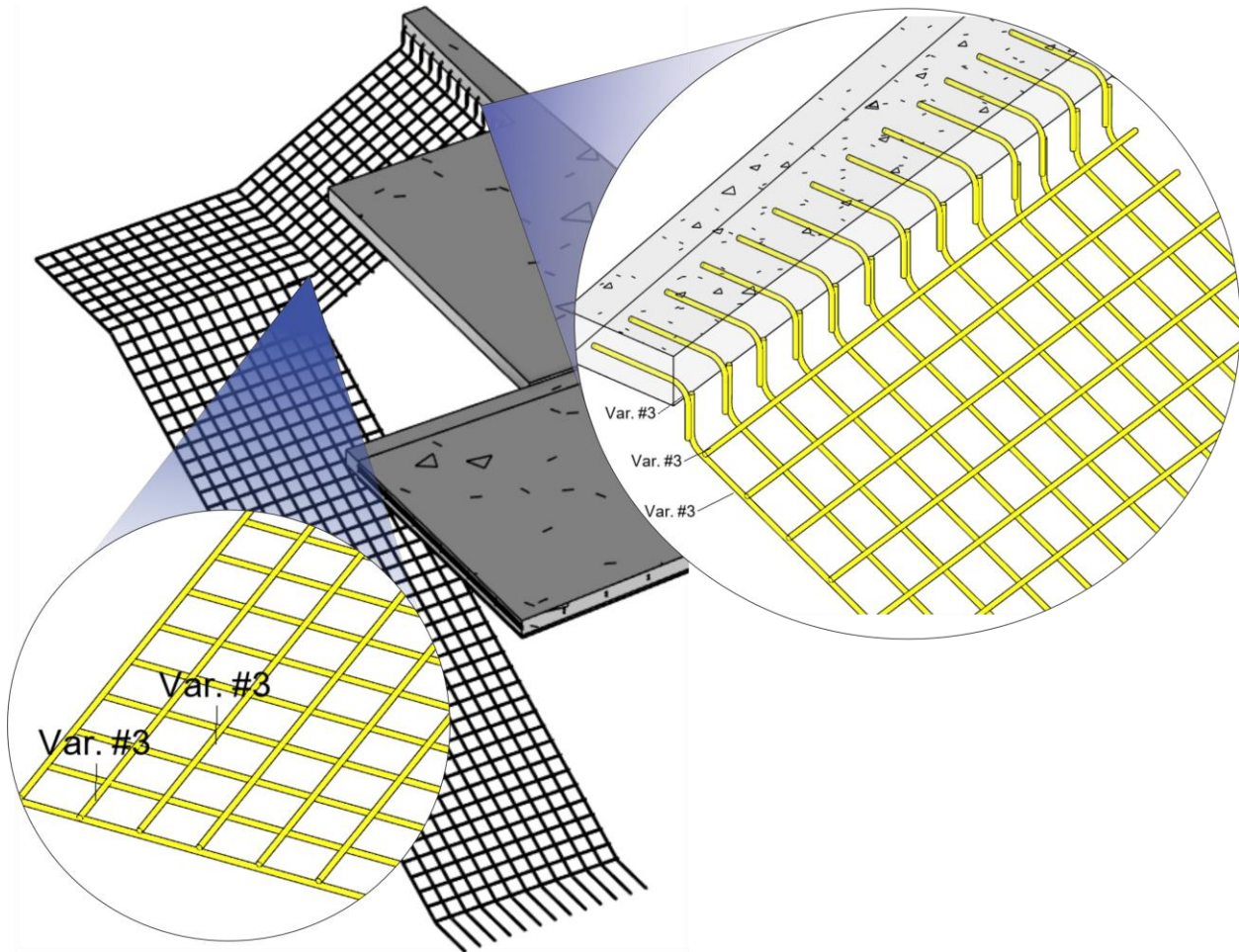


Figura 81.-Modelado de Armado en Revit de la Escalera. Fuente: Propia.

Colado

Después de modelar el acero de refuerzo, se procedió a representar en Revit el colado de la escalera, utilizando un concreto con una resistencia de $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$. En el modelo tridimensional se definió el volumen total del concreto correspondiente a la estructura, cuidando

la integración visual con el acero previamente modelado. Para facilitar la observación del refuerzo interno y su correcta unión con el concreto, se aplicó un nivel de transparencia al material, lo que permitió apreciar la interacción y continuidad entre ambos elementos estructurales.

En la siguiente figura se puede observar el modelado del concreto con su respectiva transparencia, donde se distingue con claridad la integración del acero con el concreto.

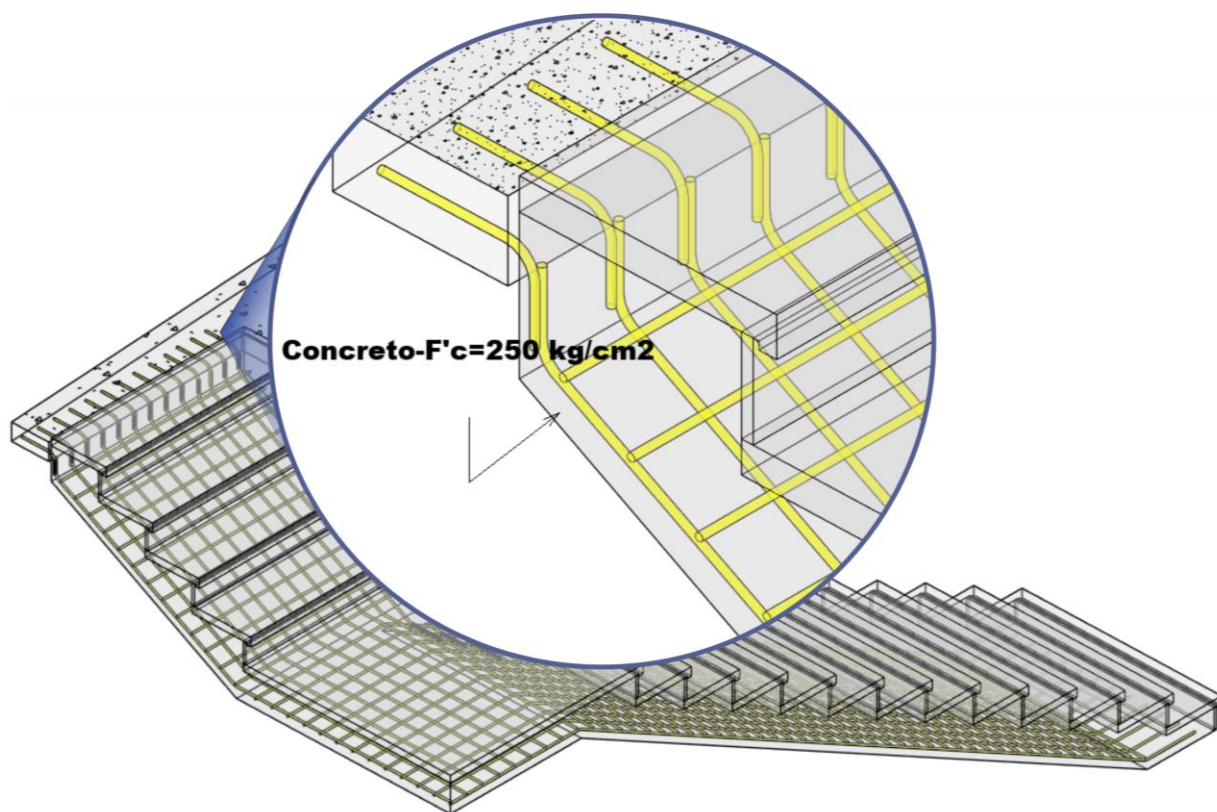


Figura 82.-Modelado de Colado de Rampa en Revit. Fuente: Propia.

Resultados

Habilitado y Armado de Acero

Después de que se modeló el acero correspondiente a la **rampa de la escalera** en Revit, el programa generó la siguiente tabla, en la cual se observó el **código de identificación del elemento estructural**, el **nombre asignado** y el **desglose del acero empleado durante el armado**.

Tabla 62.

Desglose de Armado de Rampa Generado en Revit.

<ESC-ARM-01-Armado de Escalera>																					
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
Cod. ID	Nom.Elemento	N° Long	N° Esc	N° Trans	Kg Long	Kg Esc	Kg Trans	Long (pzas)	Esc (pzas)	Trans (pzas)	Long Long	Long Esc	Long Trans	ML Long	ML Esc	ML Trans	Peso Long	Peso Esc	Peso Trans	Kg Alam	Kg Total
ESC-001	Escalera	3	3	3	0.5558	0.5558	0.5558	26	13	53	3.862	0.29	1.18	100.41	3.7804	62.54	55.81	2.10	34.76	2.78	95.45

De acuerdo con los resultados obtenidos, se utilizó un **total de 95.45 kg de varilla de acero del # 3**, correspondiente a los refuerzos longitudinales y transversales de la rampa de la escalera.

Colado

Posteriormente, una vez concluido el modelado del acero, **se procedió a modelar el concreto** utilizado para el colado del mismo elemento. En la siguiente tabla se presentan las características del material empleado, donde se especificó que se utilizó un **concreto con una resistencia a la compresión de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$** .

Tabla 63.

Cantidad de Concreto para Rampa Generada en Revit.

<ESC-COL-01-Colado de Escalera>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Cod. ID	Nom.Elemento	Volumen de Hormig	F'c (kg/cm2)	Cemento Portland	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
ESC-001	Escalera	1.69	250	13.77	1.08	1.38	0.42

Para alcanzar dicha resistencia, el modelo indicó que fue necesario un **volumen total de 1.69 m³ de concreto**, para cuya elaboración se estimaron los siguientes materiales: **13.77 bolsas de cemento**, **1.08 m³ de grava**, **1.38 m³ de arena** y **0.42 m³ de agua**, obteniendo con ello la mezcla adecuada para el vaciado del elemento estructural.

2.4.Acabados

2.4.1. *Suministro y Colocación de Piso Cerámico*

Ejecución y Supervisión

La supervisión de la colocación del piso cerámico en el Centro de Desarrollo Comunitario inició con la revisión del firme de concreto, verificando que estuviera limpio, nivelado y libre de humedad antes de proceder con el trabajo. Se constató que el firme fuera humedecido ligeramente para evitar una absorción excesiva del agua del mortero. Durante la preparación se supervisó la mezcla cemento-arena en proporción 1:4, aplicada en paños controlados para garantizar uniformidad.

Durante la colocación se observó que las losetas fueran asentadas sobre el mortero fresco, cuidando su alineación y nivelación con nivel de burbuja y regla metálica, además de su correcta fijación con mazo de goma. Finalmente, se supervisó la limpieza del exceso de mezcla y el cumplimiento del tiempo de curado de 72 horas antes del tránsito, asegurando la calidad y resistencia del acabado.



Figura 83. Colocación de Piso Cerámico en Nivel 1 (C.D.C). Fuente: Propia.



Figura 84.- Colocación de Piso Cerámico en Nivel 2 (C.D.C). Fuente: Propia.

Modelo BIM

Se procedió a representarlo en el modelo de Revit. En el mismo se aprecia el firme base, seguido de una capa delgada correspondiente al adhesivo utilizado y finalmente la representación del piso acabado. La figura siguiente ilustra esta secuencia de manera detallada.

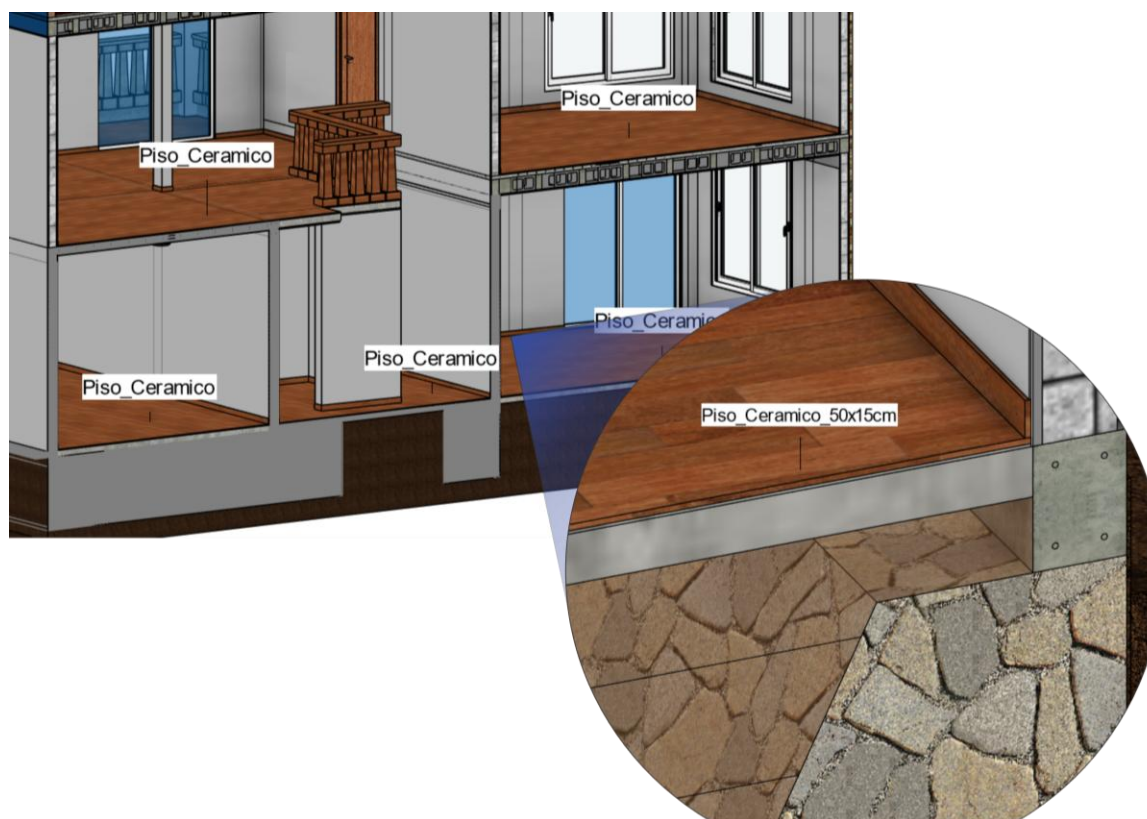


Figura 85.-Modelado en Revit de Piso Cerámico. Fuente: Propia.

Resultados

En la siguiente tabla se pueden observar los parámetros antes mencionados, como el código de identificación de cada área, la fecha de ejecución correspondiente, así como el área total cubierta con piso cerámico. Además, se registra el número de piezas de loseta utilizadas en cada superficie.

Tabla 64

Cantidad de Pzas Cerámicas para Revestimiento de Firme.

<PIC-01-Piso Ceramico>								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
Cod. ID	Nombre del Elemen	Fecha.Ejecu	Marca	Eje	Entre ejes	Ubicación	Área	Piezas de Loseta
PIC-001	Piso Ceramico	16/05/2025	Interceramic	A-B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	9.52 m ²	127
PIC-002	Piso Ceramico	16/05/2025	Interceramic	B-C	1-4	Nivel 1 (C.D.C)	47.72 m ²	636
PIC-003	Piso Ceramico	16/05/2025	Interceramic	C-F	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	26.01 m ²	347
PIC-004	Piso Ceramico	16/05/2025	Interceramic	C-E	2-5	Nivel 1 (C.D.C)	21.37 m ²	285
PIC-005	Piso Ceramico	16/05/2025	Interceramic	E-F	2-5	Nivel 1 (C.D.C)	22.04 m ²	294
PIC-006	Piso Ceramico	17/05/2025	Interceramic	B-C	1-4	Nivel 2 (C.D.C)	47.72 m ²	636
PIC-007	Piso Ceramico	17/05/2025	Interceramic	C-F	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	25.40 m ²	339
PIC-008	Piso Ceramico	17/05/2025	Interceramic	C-F	2-5	Nivel 2 (C.D.C)	39.63 m ²	528
PIC-009	Piso Ceramico	16/05/2025	Interceramic	7-10	G-H	Nivel 1 (Baños)	13.36 m ²	178
PIC-010	Piso Ceramico	16/05/2025	Interceramic	8-10	H-J	Nivel 1 (Baños)	13.47 m ²	180
PIC-011	Piso Ceramico	17/05/2025	Interceramic	C-F	5-6	Nivel 1 (C.D.C)	12.56 m ²	167
PIC-012	Piso Ceramico	17/05/2025	Interceramic	C-F	5-6	Nivel 2 (C.D.C)	11.30 m ²	151
Total general: 12							290.09 m ²	3868

En la (tabla 63) generada por Revit se identificaron las piezas necesarias para el recubrimiento, obteniendo un total de **290.09 m²** de superficie a cubrir. Para alcanzar esta área se calcularon **3,868 piezas**, cada una con dimensiones de **50 cm x 15 cm**.

De acuerdo con la ficha técnica de **Interceramic**, que fue la marca utilizada en el proyecto, cada caja incluye **13 piezas**, por lo que se determinaron aproximadamente **298 cajas** para cubrir la totalidad del área. Este resultado permitió precisar no solo la cantidad de cajas que fue necesario adquirir, sino también las que efectivamente se utilizaron en obra, asegurando un mejor control de material y evitando pérdidas innecesarias.

2.4.2. *Suministro y Colocación de Zoclo*

Ejecución y Supervisión

La supervisión de la colocación del zoclo comenzó con la limpieza de la unión muro–piso, retirando polvo y humedad para asegurar la adherencia. Se verificó el trazo de la altura a 8 cm, realizado con nivel y regla metálica para mantener uniformidad.

Durante la ejecución se constató la preparación del mortero en proporción 1:3 de cemento y arena cernida, aplicando la mezcla sobre el muro para asentar las piezas de zoclo. Estas fueron alineadas y presionadas con mazo de goma, mientras que en esquinas y remates se empleó esmeril y se lijaron bordes para un acabado correcto.

Finalmente, se registró la limpieza del exceso de mezcla con esponja húmeda y se dejó fraguar por 24 horas, asegurando la resistencia y acabado de la instalación.



Figura 86. Suministro y colocación de zoclo. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Después de la supervisión del suministro y colocación del zoclo, se procedió a representarlo en el modelo de Revit. En la siguiente imagen se observa la colocación general del zoclo en

diferentes áreas del Centro de Desarrollo Comunitario, mientras que un acercamiento permite apreciar la altura uniforme de 0.075 m que se utilizó para toda la instalación.

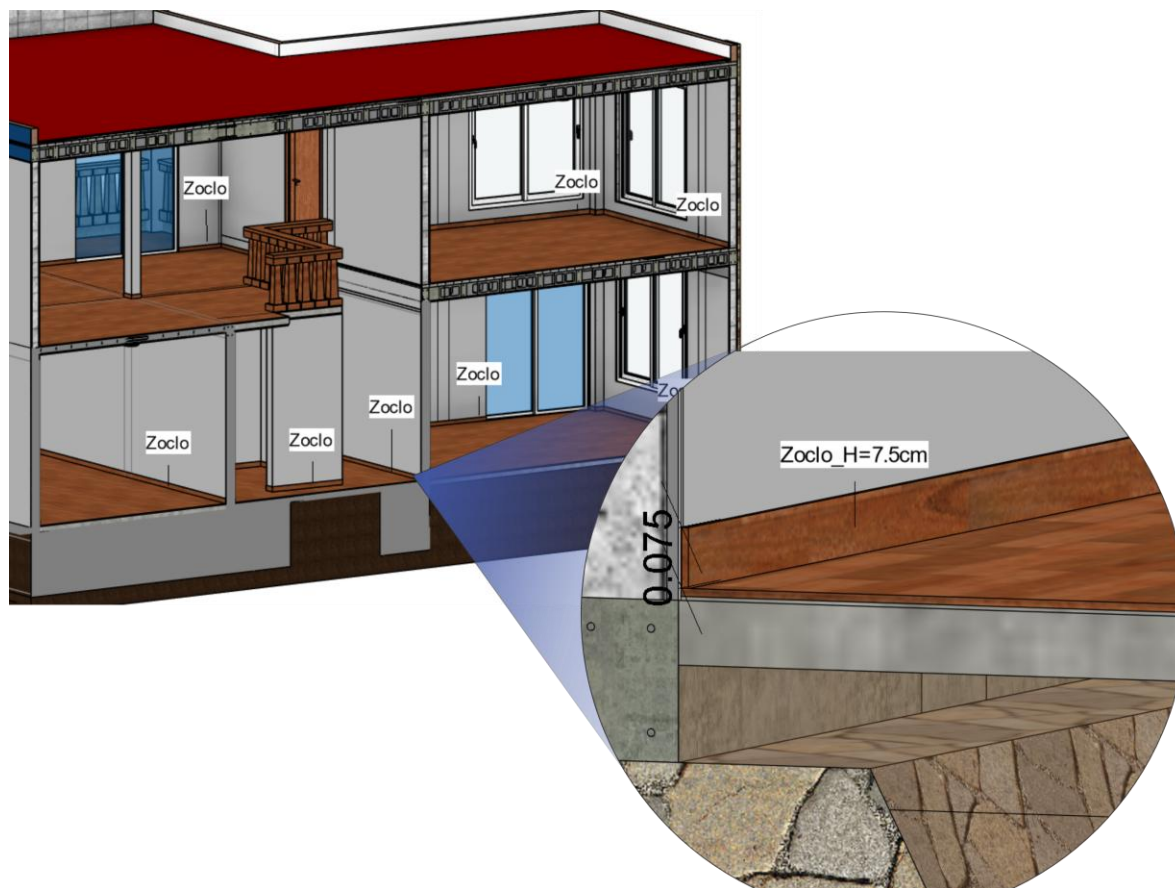


Figura 87.-Modelado en Revit del Zoclo. Fuente. Propia.

Resultados

Después de que se modeló el zoclo en los niveles 1 y 2 del Centro de Desarrollo Comunitario, se presenta la siguiente tabla generada en Revit, en la que se puede observar la longitud de zoclo requerida por cada nivel, expresada en metros lineales (m^2 l), junto con el código de identificación de cada elemento y la fecha de ejecución correspondiente.

Tabla 65*Cantidad de Zoclo Requerido.*

<ZOC-01- Colocación de Zoclo>				
A	B	C	D	E
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha de Ejecución	Ubicación	Longitud
Nivel 1 (C.D.C)				
	Zoclo	19/05/2025	Nivel 1 (C.D.C)	99.10
Nivel 2 (C.D.C)				
	Zoclo	20/05/2025	Nivel 2 (C.D.C)	84.14
Total general: 98				183.24

De acuerdo con los datos presentados en la tabla, se puede concluir que para los niveles 1 y 2 del Centro de Desarrollo Comunitario se requirió un total de **183.24 metros lineales de zoclo**, de los cuales 99.10 m correspondieron al nivel 1 y 84.14 m al nivel 2.

2.4.3. Suministro y Aplicación de Pintura Vinílica Interiores y Exteriores

Ejecución y Supervisión

Durante la supervisión de la aplicación de pintura vinílica en interiores y exteriores, niveles 1 y 2 del Centro de Desarrollo Comunitario, así como en el área de los baños, se verificó que las superficies previamente estucadas estuvieran limpias, secas y libres de polvo o residuos antes de iniciar el trabajo. Se constató que la pintura vinílica a base de agua, color gris de la marca Comex, se aplicara en dos manos, respetando los tiempos de secado recomendados entre cada una.

Se supervisó el uso de rodillo para cubrir rápidamente las superficies amplias y lisas, asegurando uniformidad, mientras que, en zonas pequeñas, bordes, esquinas y elementos con detalles se controló la aplicación con brocha. Además, se corroboró la correcta protección de marcos, pisos y acabados mediante cinta y plástico.

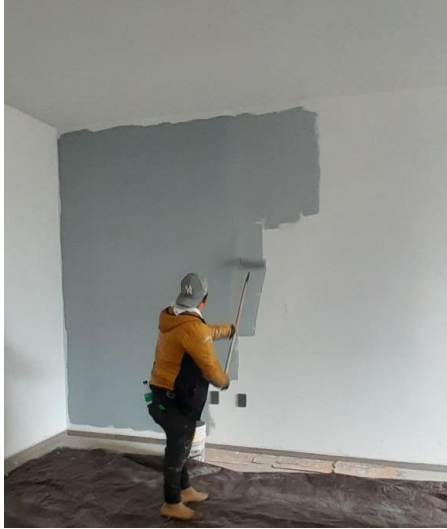


Figura 88.- Aplicación de Pintura Vinílica en Interiores. Fuente: Propia.



Figura 89. Aplicación de pintura con brocha. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Para tener un mayor control de la aplicación de la pintura vinílica en el modelo, cada capa se representó por separado en Revit. Esto permitió diferenciar claramente la pintura vinílica de las capas de aplanado y estuco. En el modelo se puede observar que la pintura no llega hasta el firme, sino que se aplica hasta la altura del zoclo, respetando el acabado previsto en obra. La imagen

de trabajo, sino que se filtró para obtener un resumen más compacto que refleja la cantidad total aplicada en cada sección interior.

Tabla 66

Cantidad de Pintura Vinílica en Interiores.

<PIN-01-Pintura en Interiores>						
A	B	C	D	E	F	G
Cod. ID	Nombre del Element	Fecha de Ejecución	Marca	Ubicación	Características de Muro	Área
Nivel 1 (Baños)						
PIN-001	Pintura Vinílica Interi	14/05/2025	Comex	Nivel 1 (Baños)	Pintura Vinílica Color Gris	90.17 m²
Nivel 1 (C.D.C)						
PIN-002	Pintura Vinílica Interi	13/05/2025-15/05/2025	Comex	Nivel 1 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Gris	258.13 m²
Nivel 2 (C.D.C)						
PIN-003	Pintura Vinílica Interi	13/05/2025-15/05/2025	Comex	Nivel 2 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Gris	184.38 m²
Total general: 118						532.68 m²

Con base en lo registrado, la pintura aplicada en interiores alcanzó un total de **532.68 m²**, distribuidos en 90.17 m² en baños, 258.13 m² en el nivel 1 y 184.38 m² en el nivel 2. Considerando que la pintura vinílica de la marca Comex reporta un rendimiento promedio de **10 m² por litro**, se determinó que fue necesario un consumo de **53.27 litros**, lo que equivale aproximadamente a **2.80 botes de 19 litros**. En la práctica, se utilizaron **3 botes completos**. Esta información permitió llevar un control claro del consumo de material y del avance de obra en los diferentes espacios interiores.

Por otro lado, también se presenta la tabla de cantidades de pintura vinílica en muros exteriores, en la cual sí se muestran los datos de manera detallada y desglosada, permitiendo observar cada tramo pintado junto con sus parámetros de control, como el código de identificación, la fecha de ejecución y el área cubierta.

Tabla 67

Cantidad de Pintura Vinílica en Exteriores.

<PINEX-01-Pintura en Exterior>								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
Cod. ID	Nombre del Elemento	Marca	Fecha de Ejecución	Eje	Entre ejes	Ubicación	Características de Muro	Área
PINEX-001	Pintura Vinílica Exterior	Comex	14/05/2025	A	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Gris	10.96 m ²
PINEX-002	Pintura Vinílica Exterior	Comex	14/05/2025	2	A-B	Nivel 1 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Gris	5.48 m ²
PINEX-003	Pintura Vinílica Exterior	Comex	14/05/2025	B	2-4	Nivel 1 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Gris	9.31 m ²
PINEX-004	Pintura Vinílica Exterior	Comex	14/05/2025	4	B-C	Nivel 1 (C.D.C) - Azotea (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Gris	1.68 m ²
PINEX-005	Pintura Vinílica Exterior	Comex	14/05/2025	C	4-5	Nivel 1 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Gris	8.12 m ²
PINEX-006	Pintura Vinílica Exterior	Comex	14/05/2025	5	C-F	Nivel 1 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Gris	12.54 m ²
PINEX-007	Pintura Vinílica Exterior	Comex	14/05/2025	F	1-5	Nivel 1 (C.D.C) - Azotea (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Gris	55.44 m ²
PINEX-008	Pintura Vinílica Exterior	Comex	14/05/2025	5	C-F	Nivel 2 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Gris	11.09 m ²
PINEX-009	Pintura Vinílica Exterior	Comex	14/05/2025	7	G-H	Nivel 1 (Baños)	Pintura Vinílica Color Azul	0.98 m ²
PINEX-010	Pintura Vinílica Exterior	Comex	14/05/2025	7	G-J	Nivel 1 (Baños)	Pintura Vinílica Color Azul	3.68 m ²
PINEX-011	Pintura Vinílica Exterior	Comex	14/05/2025	9	H-I	Nivel 1 (Baños)	Pintura Vinílica Color Gris	3.29 m ²
PINEX-012	Pintura Vinílica Exterior	Comex	14/05/2025	I	8-9	Nivel 1 (Baños)	Pintura Vinílica Color Gris	1.04 m ²
PINEX-013	Pintura Vinílica Exterior	Comex	14/05/2025	8	I-J	Nivel 1 (Baños)	Pintura Vinílica Color Gris	5.48 m ²
PINEX-014	Pintura Vinílica Exterior	Comex	14/05/2025	H	7-9	Nivel 1 (Baños)	Pintura Vinílica Color Gris	2.57 m ²
PINEX-015	Pintura Vinílica Exterior	Comex	14/05/2025	F	1-5	Nivel 2 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Azul	6.44 m ²
PINEX-016	Pintura Vinílica Exterior	Comex	14/05/2025	B	1-4	Nivel 2 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Azul	4.21 m ²
PINEX-017	Pintura Vinílica Exterior	Comex	15/05/2025	4	A-B	Nivel 2 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Azul	2.48 m ²
PINEX-018	Pintura Vinílica Exterior	Comex	15/05/2025	C	4-6	Nivel 2 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Azul	1.80 m ²
PINEX-019	Pintura Vinílica Exterior	Comex	15/05/2025	B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Gris	4.68 m ²
PINEX-020	Pintura Vinílica Exterior	Comex	15/05/2025	B	1-2	Nivel 2 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Gris	2.58 m ²
PINEX-021	Pintura Vinílica Exterior	Comex	15/05/2025	B	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Gris	0.39 m ²
PINEX-022	Pintura Vinílica Exterior	Comex	15/05/2025	4	A-B	Nivel 1 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Azul	0.46 m ²
PINEX-023	Pintura Vinílica Exterior	Comex	15/05/2025	C	4-5	Nivel 1 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Azul	0.39 m ²
PINEX-024	Pintura Vinílica Exterior	Comex	15/05/2025	B	2-4	Nivel 1 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Azul	0.85 m ²
PINEX-025	Pintura Vinílica Exterior	Comex	15/05/2025	2	A-B	Nivel 1 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Azul	0.04 m ²
PINEX-026	Pintura Vinílica Exterior	Comex	15/05/2025	4	B-C	Nivel 1 (C.D.C) - Azotea (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Gris	2.62 m ²
PINEX-027	Pintura Vinílica Exterior	Comex	15/05/2025	4	B-C	Nivel 1 (C.D.C) - Azotea (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Gris	6.87 m ²
PINEX-028	Pintura Vinílica Exterior	Comex	15/05/2025	2	A-B	Nivel 1 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Azul	0.40 m ²
PINEX-029	Pintura Vinílica Exterior	Comex	15/05/2025	A	1-2	Nivel 1 (C.D.C)	Pintura Vinílica Color Azul	1.01 m ²
PINEX-030	Pintura Vinílica Exterior	Comex	15/05/2025	7	G-H	Nivel 1 (Baños)	Pintura Vinílica Color Gris	6.20 m ²
Total general: 30								173.08 m ²

De acuerdo con los resultados obtenidos en tiempo real, la superficie cubierta con pintura vinílica en exteriores fue de **173.08 m²**. Tomando en cuenta un rendimiento promedio de **10 m²/L**, se requirió un consumo aproximado de **17.30 litros**, lo que equivale a **0.91 botes de 19 litros**. En la práctica, se destinó **1 bote completo**, lo que permitió mantener un control preciso del material aplicado.

2.4.4. Suministro y Aplicación de Pintura Vinílica en Plafones

Ejecución y Supervisión

Durante la supervisión de la aplicación de pintura vinílica color blanco marca Comex en los plafones de los niveles 1 y 2 del Centro de Desarrollo Comunitario, así como en el área de los

baños, se verificó que las superficies previamente estucadas y aplaneadas estuvieran limpias, secas y libres de polvo antes de iniciar la pintura. Se constató que la pintura vinílica a base de agua se aplicara en dos manos, respetando los tiempos de secado recomendados entre cada capa para garantizar un acabado uniforme.

Para alcanzar la totalidad del plafón, los trabajadores utilizaron plataformas y andamios seguros que permitieron aplicar la pintura de manera segura y uniforme sobre las superficies altas. Además, se verificó que se protegieran los elementos cercanos, como muros y marcos, con cinta y plásticos.

Modelo BIM

Después de la supervisión de la aplicación de pintura vinílica en los plafones, se procedió a representarla en el modelo de Revit como una capa independiente del aplanado y el estuco, permitiendo diferenciarla y tener un mayor control sobre su aplicación.

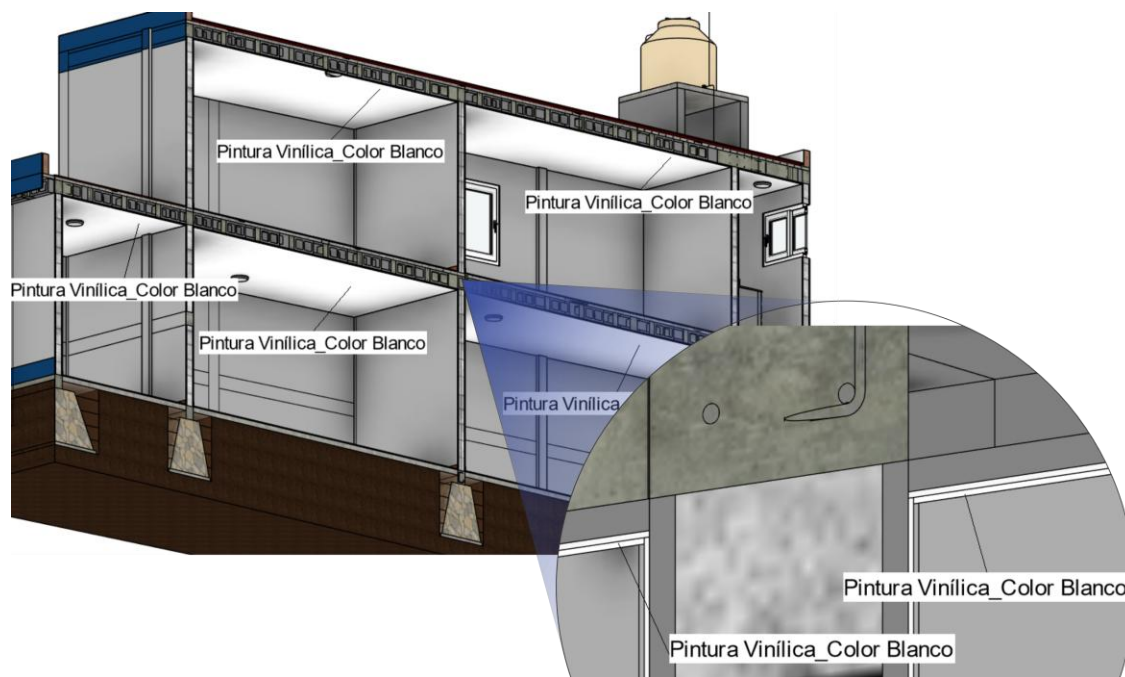


Figura 91.- Modelado en Revit de la Aplicación de Pintura Vinílica en Plafones. Fuente: Propia.

Resultados

De acuerdo con la información registrada en campo y lo modelado en Revit, se presenta la siguiente tabla correspondiente a la aplicación de pintura vinílica en plafones de los niveles 1 y 2 del Centro de Desarrollo Comunitario, así como en el área de baños. La tabla muestra parámetros como el código de identificación, la fecha de ejecución y el área total cubierta.

Tabla 68

Cantidad Aplicada de Pintura Vinílica en Plafones.

<PINPLA-01-Pintura Vinílica en Plafones>						
A	B	C	D	E	F	G
Cod. ID	Nombre del Elemento	Marca	Fecha de Ejecución	Eje	Entre ejes	Área
PINPLA-001	Pintura Vinílica en Plafon	Comex	14/05/2025	A-B	1-2	9.52 m ²
PINPLA-002	Pintura Vinílica en Plafon	Comex	14/05/2025	B-C	1-2	47.72 m ²
PINPLA-003	Pintura Vinílica en Plafon	Comex	14/05/2025	C-F	1-2	25.96 m ²
PINPLA-004	Pintura Vinílica en Plafon	Comex	14/05/2025	C-E	2-5	10.09 m ²
PINPLA-005	Pintura Vinílica en Plafon	Comex	15/05/2025	E-F	2-5	22.04 m ²
PINPLA-006	Pintura Vinílica en Plafon	Comex	15/05/2025	B-C	1-4	47.72 m ²
PINPLA-007	Pintura Vinílica en Plafon	Comex	15/05/2025	C-F	1-2	19.68 m ²
PINPLA-008	Pintura Vinílica en Plafon	Comex	15/05/2025	C-F	1-5	51.04 m ²
PINPLA-009	Pintura Vinílica en Plafon	Comex	15/05/2025	7-10	G-H	13.36 m ²
PINPLA-010	Pintura Vinílica en Plafon	Comex	15/05/2025	8-10	H-J	13.41 m ²
PINPLA-011	Pintura Vinílica en Plafon	Comex	15/05/2025	H-J	7-8	3.80 m ²
Total general: 11						264.31 m ²

El análisis de los resultados obtenidos en tiempo real muestra que la superficie total cubierta con pintura vinílica en plafones fue de **242.41 m²**. Considerando un rendimiento promedio de **10 m²/L**, se requirió aproximadamente **24.24 litros** de pintura, equivalentes a **1.28 botes de 19 litros**. Para la ejecución se destinó **2 botes completos**, lo que permitió controlar de manera precisa el consumo de material y registrar el avance de la actividad durante la supervisión.

2.4.5. Revestimiento con Piedra Laja

Ejecución y Supervisión

Durante la supervisión de la colocación de piedras lajas se verificó que los muros estuvieran limpios y humedecidos para asegurar la correcta adherencia del mortero en proporción 1:3 de acuerdo con lo indicado en el proyecto. Se constató que cada piedra fuera colocada individualmente, alineada, nivelada y presionada correctamente, respetando el diseño previsto. Para las zonas altas se utilizaron plataformas seguras, y se supervisó el llenado de juntas, el ajuste de piezas con cortadora y martillo de goma, así como la limpieza inmediata del exceso de mortero. Todo el proceso se realizó de manera sistemática hasta alcanzar la altura requerida, garantizando uniformidad y calidad en el revestimiento.



Figura 92. Revestimiento de Muro en Exterior. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Después de la supervisión de la colocación del revestimiento con piedra laja, se procedió a representarlo en el modelo de Revit. En el modelo se muestra de manera general las diferentes áreas donde se aplicó la piedra, permitiendo identificar la distribución completa del revestimiento.

Además, se realizó un acercamiento que enfatiza la representación detallada de la piedra laja, mostrando con claridad el acabado y la textura tal como se ejecutó en obra.

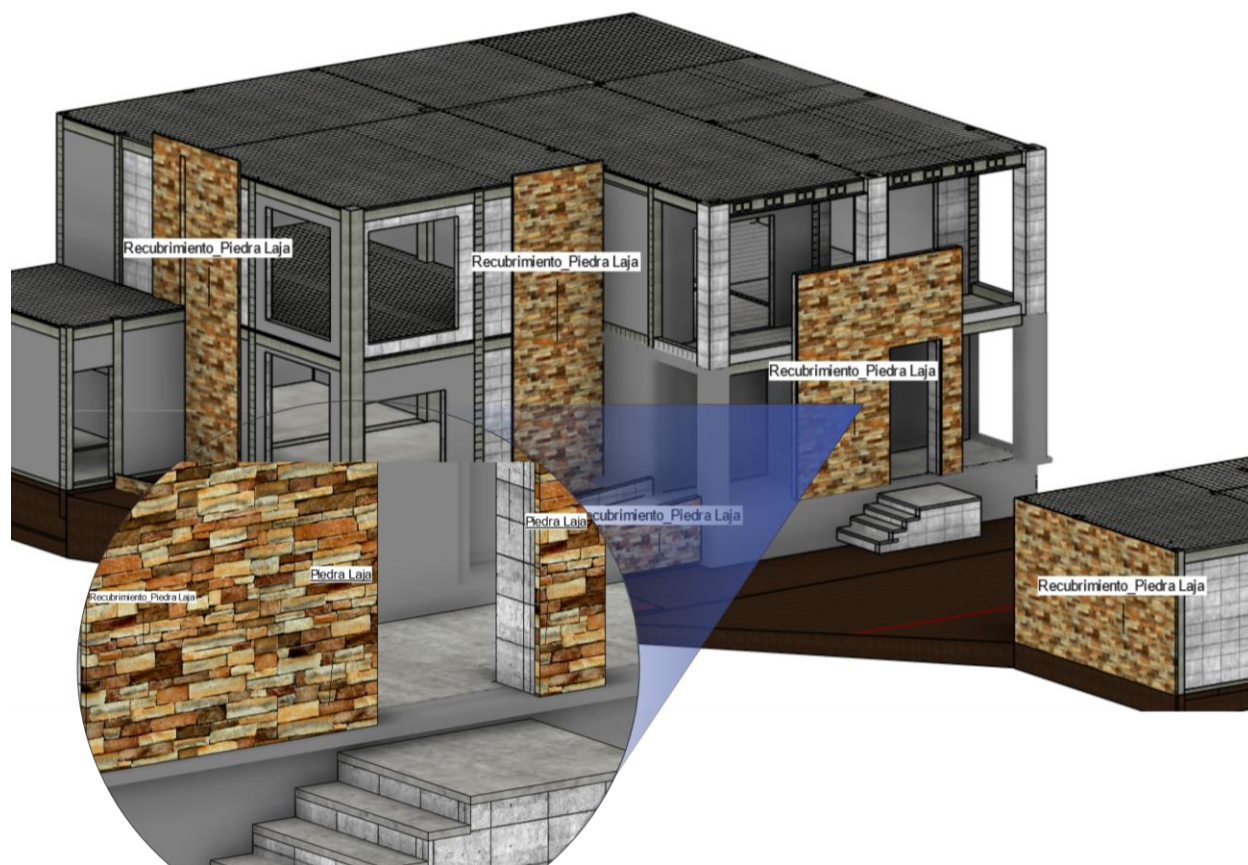


Figura 93.- Modelado en Revit del Revestimiento con Piedra Laja. Fuente: Propia.

Resultados

De acuerdo con el modelado del revestimiento de Piedra Laja en el modelo BIM desarrollado en Revit, se generó la siguiente tabla en la que se registra la cantidad de piezas requeridas por cada área a revestir, el área total correspondiente, el volumen de mortero utilizado y el desglose de los materiales necesarios para dicho volumen, incluyendo cemento, arena y agua.

Tabla 69

Cantidad de Piedra y Mortero para Aplicación de Piedra Laja.

<PIE-01-Piedra Laja>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha Ejecu	Ubicación	Características de Muro	Área	Vol. Mortero (m3)	Piedra (pzas)	Cemento	Arena (m3)	Agua (m3)
PIE-001	Piedra Laja	20/05/2025	Nivel 1 (C.D.C) - Azotea (C.D.C)	Piedra Laja de 10x20cm	12.22 m²	0.12	611	1.14	0.14	0.03
PIE-002	Piedra Laja	21/05/2025	Nivel 1 (C.D.C) - Nivel 2 (C.D.C)	Piedra Laja de 10x20cm	12.98 m²	0.13	649	1.24	0.16	0.03
PIE-003	Piedra Laja	20/05/2025	Fachada	Piedra Laja de 10x20cm	12.50 m²	0.13	625	1.24	0.16	0.03
PIE-004	Piedra Laja	22/05/2025	Lateral Nivel 1 (Baños)	Piedra Laja de 10x20cm	13.40 m²	0.13	670	1.24	0.16	0.03
PIE-005	Piedra Laja	22/05/2025	Jardinera	Piedra Laja de 10x20cm	2.48 m²	0.02	124	0.19	0.02	0.01
PIE-006	Piedra Laja	22/05/2025	Lateral de Rampa	Piedra Laja de 10x20cm	3.51 m²	0.04	176	0.38	0.05	0.01
Total general: 6					57.10 m²	0.57	2855	5.43	0.69	0.14

Según los resultados obtenidos, el revestimiento de Piedra Laja se aplicó sobre un área total de **57.10 m²**, utilizando **2,855 piezas de Piedra Laja**. Para alcanzar este volumen de trabajo se requirió **0.57 m³ de mortero**, compuesto por **5.43 bolsas de cemento**, **0.69 m³ de arena** y **0.14 m³ de agua**. Estos datos reflejan la planificación y el control del consumo de materiales durante la ejecución del revestimiento.

2.4.6. Suministro y Colocación de letras 3D

Ejecución y Supervisión

Durante la supervisión de la colocación de las letras 3D, se inició verificando que las piezas recibidas en obra cumplieran con las especificaciones, asegurando que no presentaran daños, deformaciones ni alteraciones en color, forma o acabado. Se resguardaron temporalmente en un área limpia hasta el momento de su instalación. Para fijarlas, se preparó la superficie del muro, asegurando limpieza, nivelación y ausencia de polvo, y se utilizó una plantilla guía para marcar la ubicación exacta de cada letra. Las letras se colocaron individualmente mediante pijas o taquetes, verificando en cada caso su correcta alineación y nivelación. Durante todo el proceso se supervisó la calidad de las piezas, la preparación del muro, la correcta ubicación y el tipo de fijación, asegurando un acabado estético, firme y duradero.

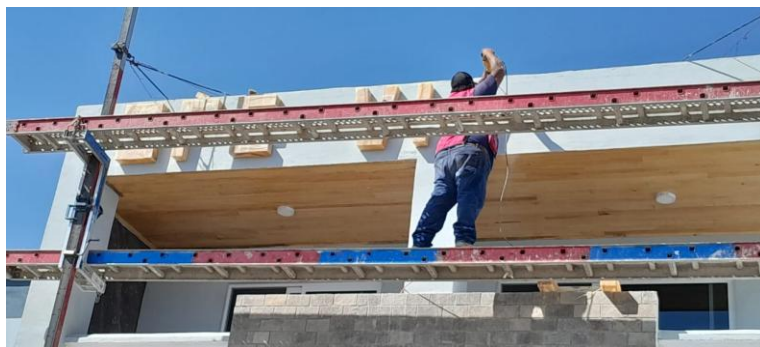


Figura 94. Colocación de letras 3D. Fuentes: Propias.

Modelo BIM

Después de supervisión de la colocación de las letras en 3D en obra, se procedió a representarlas en el modelo BIM para reflejar su ubicación y orientación exacta conforme se ejecutó en obra. En la (**figura 91**) se puede observar la integración de las letras en el modelo, mostrando cómo se ubicaron sobre la superficie prevista y facilitando la verificación de su posición y dimensiones.



Figura 95. Colocación de letras 3D en el modelo 3D. Fuente: Propia.

Resultados

Después de que se modelaron las letras 3D en el modelo BIM, se generó la siguiente tabla, en la que se puede observar el código de identificación de cada letra, la fecha de ejecución de su colocación y la cantidad instalada.

Tabla 70

Cantidad de Letras 3D Colocadas.

<LET-01-Letras 3D>			
A	B	C	D
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha de Ejecución	Recuento
LET-001	Letra 3d de Onix	24/05/2025	11
Total general: 11			11

Según la tabla, se colocaron un total de **11 letras 3D de Onix**.

2.5.Cancelería y Herrería

2.5.1. Suministro y Colocación de Puertas

Ejecución y Supervisión

La supervisión de la colocación de puertas, tanto de madera como de herrería, inició con la revisión y preparación de los vanos, asegurando que estuvieran limpios, nivelados y correctamente alineados para la instalación. Se verificó que las puertas suministradas contaran con las dimensiones y características requeridas según el proyecto, como 80 cm para los baños y 90 cm para salones o áreas de uso general, incluyendo las especificaciones de las puertas de herrería.

Durante la ejecución se procedió a colocar y fijar los marcos de madera y de herrería en los vanos, controlando su nivelación y escuadra para garantizar un ajuste correcto. Posteriormente, se instalaron las puertas en sus respectivos marcos, alineando bisagras y soportes, y asegurándolas con tornillos o elementos de fijación adecuados para cada tipo de puerta, permitiendo un movimiento adecuado de apertura y cierre. Finalmente, se colocaron los herrajes correspondientes, como manijas y cerraduras, y se verificó que todas las puertas funcionaran correctamente.

Todo el proceso fue supervisado para garantizar la limpieza y nivelación de los vanos, la correcta fijación y alineación de marcos y puerta.



Figura 96. Colocación de Puerta de Madera. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Tal como se realizó en obra, la colocación de puertas se representó en el modelo BIM para reflejar su ubicación y empotramiento en los muros. En la primera imagen se muestra una visión general de las diferentes puertas colocadas, mientras que un acercamiento permite apreciar con detalle el empotramiento de la puerta al muro y el tipo de manija utilizada. Se incluyen dos ejemplos específicos: una puerta de madera y una puerta de herrería.

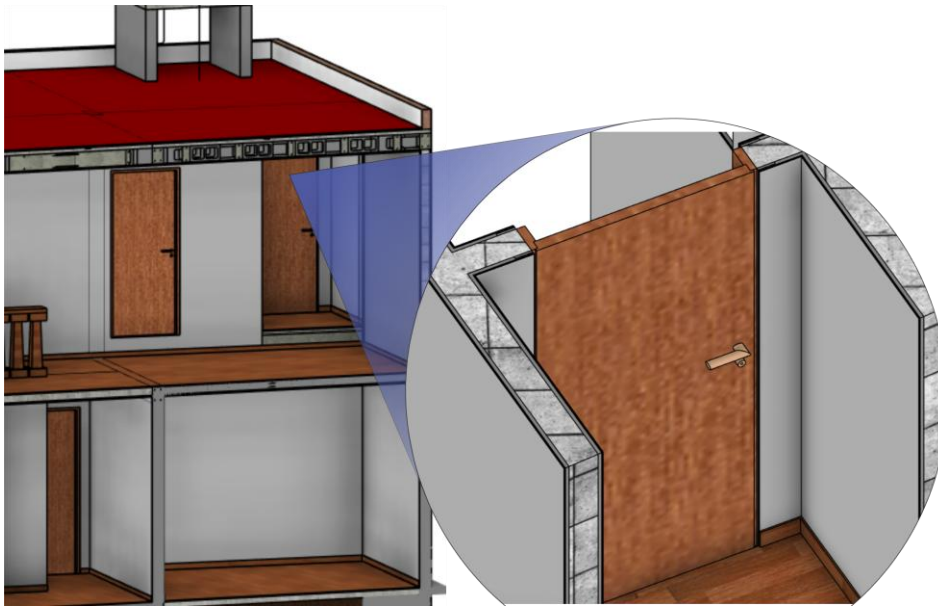


Figura 97.- Modelado en Revit de la Colocación de Puertas de Madera. Fuente: Propia.

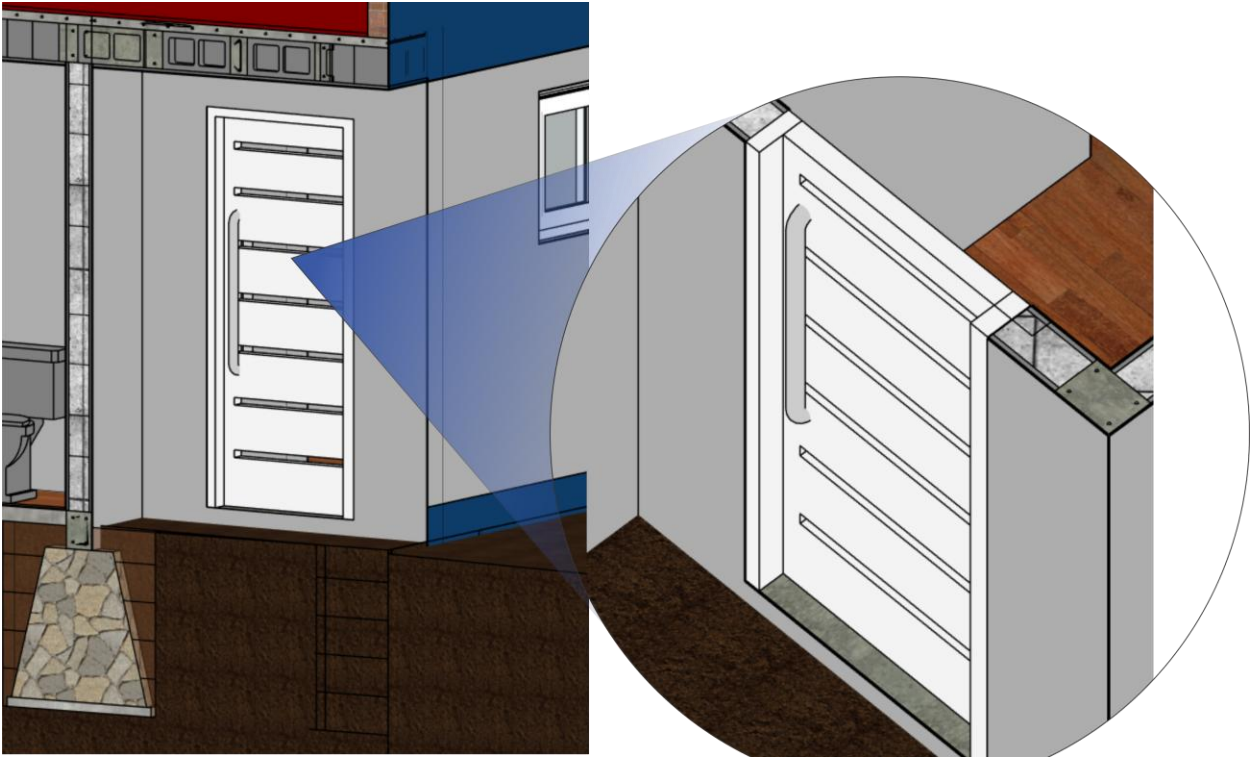


Figura 98.- Modelado en Revit de la Colocación de Puertas de Herrería. Fuente: Propia.

Resultados

Después de que se modelaron las puertas en Revit, se presenta la siguiente tabla, en la que se puede observar la cantidad de puertas colocadas, así como la fecha de ejecución de cada instalación y el código de identificación correspondiente.

Tabla 71

Cantidad de Puertas Colocadas.

<PUER-01-Puertas>			
A	B	C	D
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha de Ejecución	Recuento
PUER-001	Puerta de Aluminio Exterior	21/05/2025	2
PUER-002	Puerta de Herrería	21/05/2025	3
PUER-003	Puerta de Madera Exterior	22/05/2025	2
PUER-004	Puerta de Madera Interior	21/05/2025	4
Total general: 11			11

De acuerdo con la tabla generada, se instalaron un total de 2 puertas de aluminio en exteriores, 3 puertas de herrería, 2 puertas de madera en exteriores y 4 puertas de madera en interiores. Estos resultados reflejan la distribución de las puertas en el proyecto y permiten controlar de manera precisa la ejecución de cada tipo de puerta conforme a las especificaciones del diseño.

2.5.2. *Suministro y Colocación de Ventanas*

Ejecución y Supervisión

La actividad de colocación de ventanas comenzó con la inspección y limpieza de los vanos, verificando que estuvieran nivelados y libres de residuos. Se suministraron ventanas de aluminio de 3 pulgadas con vidrio de 6 mm, incluyendo marcos, hojas y herrajes.

Durante la instalación se supervisó la fijación correcta del marco, la nivelación y escuadra, así como la colocación de hojas, bisagras, manijas y cerraduras. Se aplicaron selladores para evitar filtraciones de agua y aire, asegurando un sellado uniforme.

Finalmente, se verificó el funcionamiento, la alineación y el acabado de cada ventana, garantizando que la instalación cumpliera con las especificaciones del proyecto y los estándares de calidad.



Figura 99.-Colocación de ventanas. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Después de la supervisión de la colocación de las ventanas en obra, se procedió a representarlas en el modelo tridimensional. En un acercamiento del modelo se pueden observar con claridad las características de cada ventana, incluyendo el aluminio de 3 pulgadas y el vidrio sencillo de 6 mm, tal como se ejecutó en campo. La figura presentada permite visualizar tanto la ubicación de las ventanas como sus materiales y detalles constructivos.

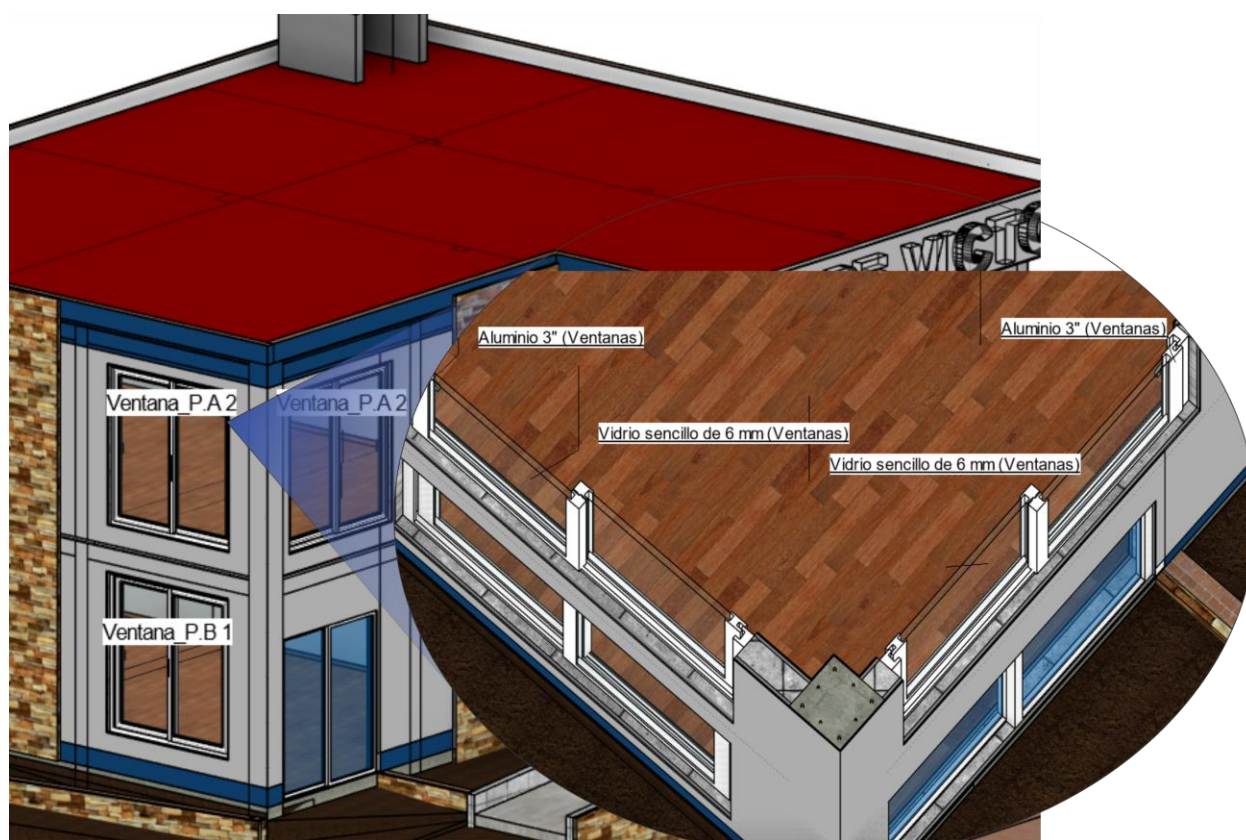


Figura 100.- Modelado en Revit de Ventanas de Aluminio. Fuente: Propia.

Resultados

Después de que se modelaron las ventanas en el proyecto BIM en Revit, se obtuvo la siguiente tabla, en la que se registran el código de identificación de cada ventana, la fecha de

colocación, así como la anchura y altura de cada pieza, reflejando las dimensiones reales utilizadas en obra.

Tabla 72

Cantidad de Ventanas Coladas.

<VENEX-01- Colocación de Ventanas>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha Ejecu	Composición constructiva	Anchura	Altura	Ubicación	Recuento
VENEX-001	Ventana de Aluminio Exterior	22/05/2025	Aluminio 3" con vidrio sencillo 6 mm	2.00	1.20	Nivel 1 (C.D.C)	1
VENEX-002	Ventana de Aluminio Exterior	22/05/2025	Aluminio 3" con vidrio sencillo 6 mm	2.40	2.10	Nivel 2 (C.D.C)	1
VENEX-003	Ventana de Aluminio Exterior	22/05/2025	Aluminio 3" con vidrio sencillo 6 mm	2.00	2.10	Nivel 2 (C.D.C)	1
VENEX-004	Ventana de Aluminio Exterior	22/05/2025	Aluminio 3" con vidrio sencillo 6 mm	2.00	2.10	Nivel 1 (C.D.C)	1
VENEX-005	Ventana de Aluminio Exterior	23/05/2025	Aluminio 3" con vidrio sencillo 6 mm	1.10	0.80	Nivel 2 (C.D.C)	1
VENEX-006	Ventana de Aluminio Exterior	23/05/2025	Aluminio 3" con vidrio sencillo 6 mm	1.30	0.80	Nivel 1 (Baños)	1
VENEX-007	Ventana de Aluminio Exterior	23/05/2025	Aluminio 3" con vidrio sencillo 6 mm	1.30	0.80	Nivel 1 (Baños)	1
VENEX-008	Ventana de Aluminio Exterior	23/05/2025	Aluminio 3" con vidrio sencillo 6 mm	2.00	2.10	Nivel 2 (C.D.C)	1
VENEX-009	Ventana de Aluminio Exterior	23/05/2025	Aluminio 3" con vidrio sencillo 6 mm	2.00	1.20	Nivel 2 (C.D.C)	1
Total general: 9							9

De acuerdo con los datos presentados, se colocaron un total de **9 ventanas**, permitiendo llevar un control preciso del avance de instalación y del cumplimiento de las especificaciones dimensionales y de materiales previstas en el proyecto.

2.6. Instalaciones

A continuación, se presentan los resultados de la supervisión y modelado BIM de las instalaciones hidráulica, sanitaria y pluvial del proyecto. Estas instalaciones fueron verificadas en obra y representadas digitalmente en Revit, conforme a los planos disponibles y a las condiciones reales de ejecución. Cabe mencionar que no se realizó la supervisión ni el modelado de la instalación eléctrica, debido a que la empresa no proporcionó los planos base correspondientes y, durante el proceso constructivo, dicha instalación se ejecutó en un periodo distinto, cuando el equipo de supervisión se encontraba atendiendo otras áreas del proyecto. Por esta razón, no fue posible registrar ni representar de manera precisa dicha partida.

2.6.1. *Instalación Hidráulica de Baños y Suministro desde Tinaco*

Ejecución y Supervisión

La actividad inició con la limpieza y preparación de los vanos y muros donde se realizaría la instalación hidráulica, asegurando que estuvieran libres de polvo, residuos y humedad. Se trazaron las ranuras para el tendido de tuberías, cuidando que la profundidad no excediera la cuarta parte del espesor del muro, y que el recorrido vertical no superara la mitad de la altura libre del muro, conforme a lo indicado en los incisos a) y c) del apartado 10.2.4.7.1 de la NTC de Mampostería. Las ranuras se ejecutaron a una altura de 1.10 m de manera horizontal, garantizando coherencia y funcionalidad en la red.

Se procedió a la instalación del sistema hidráulico para suministro de agua fría en los baños de hombres y mujeres, utilizando tubería de PVC de $\frac{3}{4}$ " para la línea principal hacia inodoros y $\frac{1}{2}$ " para derivaciones a lavabos y mingitorios. Las conexiones se realizaron con coples, tees, codos y reducciones, todas de PVC, y se fijaron con abrazaderas, verificando pendientes correctas y alineación con los muebles sanitarios. En el baño de hombres se instalaron 2 inodoros, 2 mingitorios y 1 lavabo; mientras que en el baño de mujeres se instalaron 3 inodoros y 1 lavabo. Todas las líneas fueron probadas antes del cierre de ranuras para asegurar ausencia de fugas.

La red se conectó al tinaco Rotoplas de 1,100 litros, previamente colocado sobre una base de concreto limpia, nivelada y completamente fraguada. Se verificó su alineación y estabilidad, asegurando que la altura del tinaco fuera al menos 2.00 m sobre el mueble sanitario más alto, según el Artículo 264, fracción II de las Normas Técnicas de la Ley de la Construcción del Estado de Tlaxcala. Se instalaron los accesorios del tinaco, incluyendo válvula de llenado, flotador, salida inferior con válvula de paso y tapa hermética. Durante todo el proceso se supervisó la correcta

fijación, nivelación y funcionalidad de los elementos, así como la seguridad e higiene del almacenamiento de agua.



Figura 101. Instalación Hidráulica en Baño de los Hombres. Fuente: Propia.



Figura 102. Instalación Hidráulica Baños Mujeres. Fuente: Propia.



Figura 103. Instalación de Tinaco. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Después de la supervisión de la instalación hidráulica en los baños, se procedió a modelar la tubería, las conexiones y la alimentación desde el tinaco en el modelo tridimensional, representando la tubería y conexiones en **color RGB 060-157-255** para diferenciarlas de otras instalaciones y facilitar un mayor control y seguimiento de la ejecución dentro del modelo BIM. A continuación, se describen las diferentes representaciones en las figuras correspondientes:

En la siguiente figura se observa la conexión hidráulica hacia los urinarios, incluyendo los cambios de dirección mediante codos y tees. La tubería utilizada para los urinarios y lavabos fue de $\frac{1}{2}$ ". La figura permite identificar con claridad las uniones y la disposición de la tubería según la instalación real.

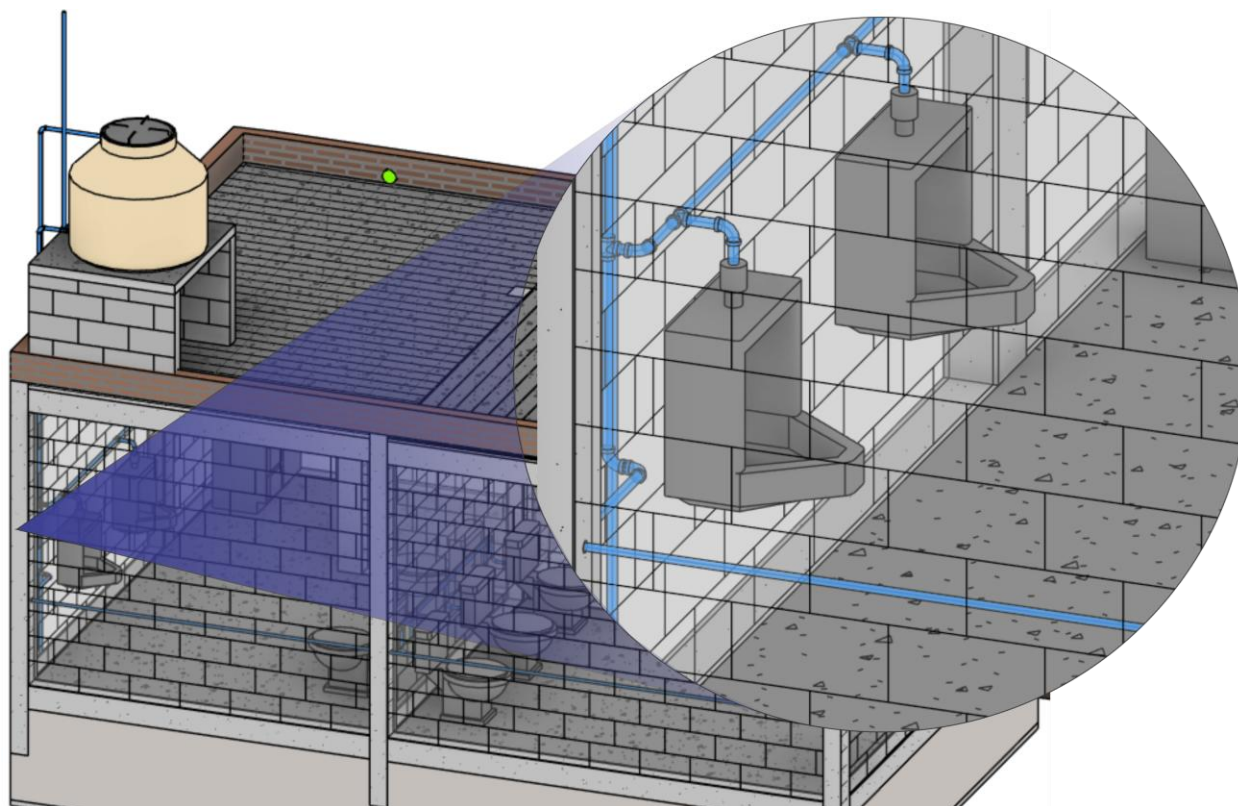


Figura 104.- Modelado en Revit de la Conexión Hidráulica a Urinarios. Fuente: Propia.

En la (**figura 105**) se muestra la instalación hidráulica de los baños, incluyendo los cambios de dirección, codos y tees.

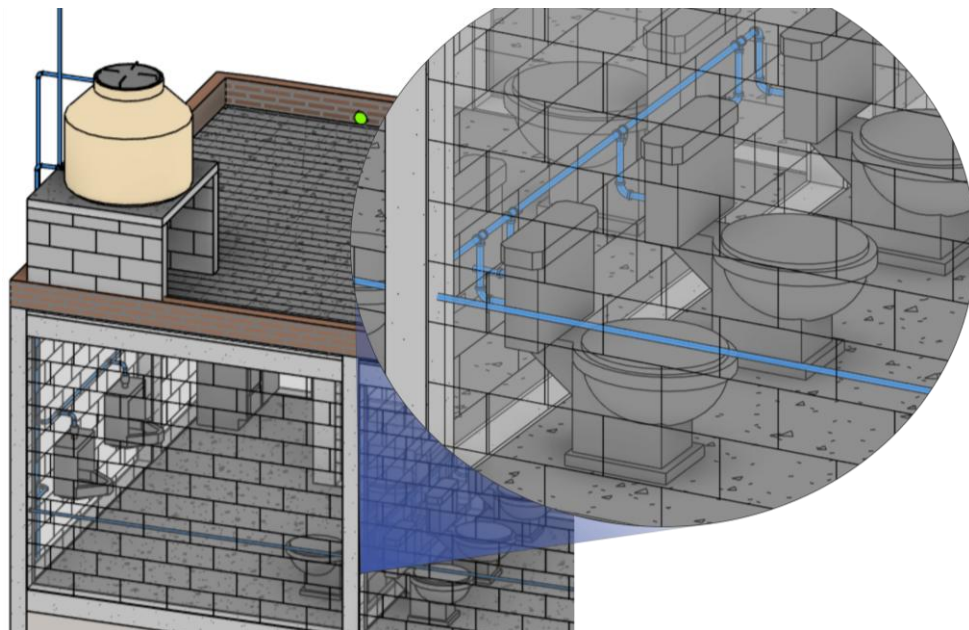


Figura 105.- Modelado en Revit de la Instalación Hidráulica en Baños. Fuente: Propia.

En la (**figura 106**) se muestra la conexión de la instalación hidráulica al mueble sanitario. Para una mejor visualización, se seleccionó el mueble en el modelo, resaltando con un punto azul el punto exacto donde se realiza la conexión correcta de la tubería.

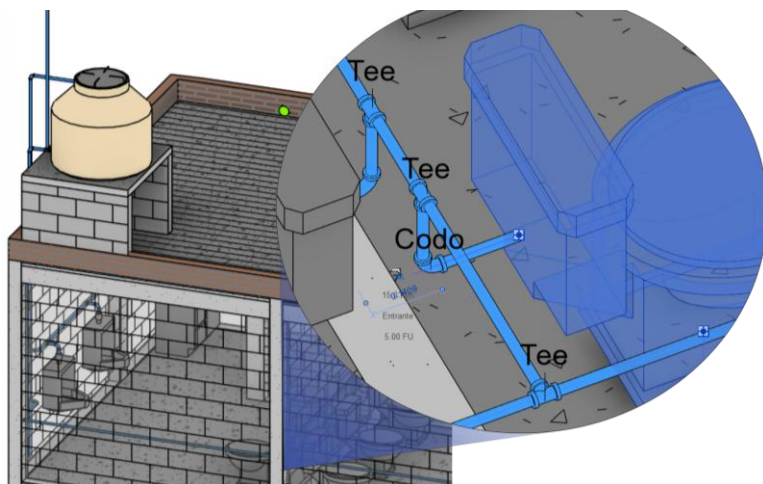


Figura 106.- Modelado de Conexión de Instalación Hidráulica a Mueble Sanitario. Fuente: Propia.

En la (figura 107) se muestra la alimentación desde el tinaco, con sus accesorios y conexiones principales. Además, un acercamiento permite observar cómo la tubería se conecta para distribuir agua hacia los distintos muebles sanitarios, mostrando claramente la integración de la red hidráulica en el modelo.

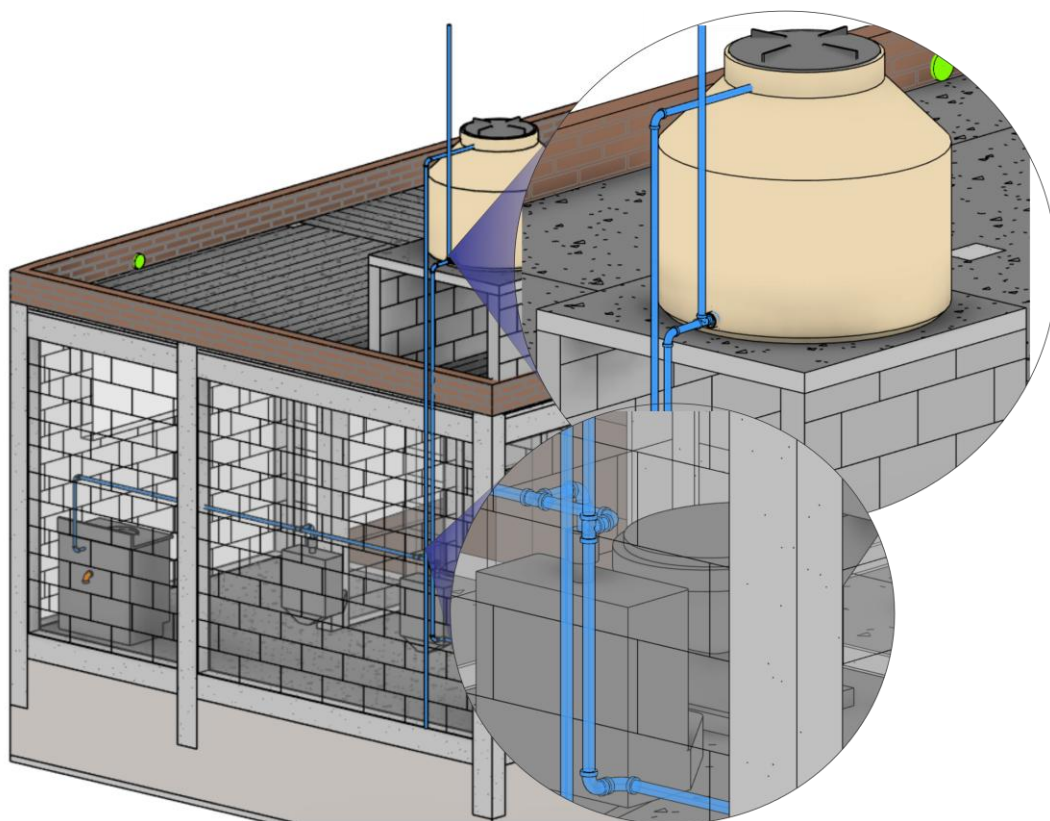


Figura 107.- Modelado en Revit de la Alimentación desde Tinaco y Distribución a Muebles Sanitarios. Fuente: Propia.

Resultados

A continuación, se presentan las tablas obtenidas del modelado BIM y de la supervisión en campo, en las que se registraron los metros lineales de tubería empleados, las uniones utilizadas y los tinacos instalados.

En la primera tabla se observa la tubería clasificada por diámetro, acompañada de su código de identificación y fecha de ejecución.

Tabla 73

Cantidad de Tubería para Instalación Hidráulica.

<INSH-01-Tuberia Hidráulica>					
A	B	C	D	E	F
Cod. ID	Nom.Elemento	Fecha.Ejecu	Tipo de sistema	Tamaño	Longitud
15 mmø					
INSH-001	CPVC - Agua fría	26/04/2025-28/04/2025	Hidráulica - Agua Fria	15 mmø	44.12
20 mmø					
INSH-002	CPVC - Agua fría	26/04/2025-28/04/2025	Hidráulica - Agua Fria	20 mmø	14.13
65 mmø					
INSH-003	CPVC - Agua fría	26/04/2025-28/04/2025	Hidráulica - Agua Fria	65 mmø	0.06
Total general: 58					58.32

Los resultados muestran que para la tubería de **15 mm** se emplearon **44.12 metros lineales**, para la de **20 mm** se utilizaron **14.13 metros lineales**, y para la de **65 mm** se colocaron **0.06 metros lineales**, dando un **total de 58.32 metros lineales de tubería instalada** en la red hidráulica.

En la segunda tabla se presentan las **uniones de instalación hidráulica**, organizadas por tipo de accesorio (reducciones, tees, codos, entre otros) y por diámetro.

Tabla 74

Uniones de Instalación Hidráulica.

<INSH-02-Uniones de Tuberia>				
A	B	C	D	E
Cod. ID	Familia	Tipo de Sistema	Tamaño	Recuento
M_Bend - PVC - Sch 40 - DWV				
15 mmø-15 mmø				
INSH-001	M_Bend - PVC - Sch 40 - DWV	Hidráulica - Agua Fria	15 mmø-15 mmø	24
20 mmø-20 mmø				
INSH-002	M_Bend - PVC - Sch 40 - DWV	Hidráulica - Agua Fria	20 mmø-20 mmø	7
M_Reducer - PVC - Sch 40 - DWV				
20 mmø-15 mmø				
INSH-003	M_Reducer - PVC - Sch 40 - DWV	Hidráulica - Agua Fria	20 mmø-15 mmø	2
65 mmø-15 mmø				
INSH-004	M_Reducer - PVC - Sch 40 - DWV	Hidráulica - Agua Fria	65 mmø-15 mmø	1
65 mmø-20 mmø				
INSH-005	M_Reducer - PVC - Sch 40 - DWV	Hidráulica - Agua Fria	65 mmø-20 mmø	1
65 mmø-51 mmø				
INSH-006	M_Reducer - PVC - Sch 40 - DWV	Hidráulica - Agua Fria	65 mmø-51 mmø	1
M_Tee Vent - PVC - Sch 40 - DWV				
15 mmø-15 mmø-15 mmø				
INSH-007	M_Tee Vent - PVC - Sch 40 - DWV	Hidráulica - Agua Fria	15 mmø-15 mmø-15	7
20 mmø-20 mmø-20 mmø				
INSH-008	M_Tee Vent - PVC - Sch 40 - DWV	Hidráulica - Agua Fria	20 mmø-20 mmø-20	4
Total general: 47				

Finalmente, en la tercera tabla se documentó la colocación de los tinacos Rotoplas, donde se especifica el código de identificación de cada uno, la marca y la fecha de instalación.

Tabla 75

Cantidad de Tinacos.

<INSH-03-Cantidad de Tinacos>			
A	B	C	D
Cod. ID	Nombre del Elemento	Marca	Recuento
TIN-001	Tinaco	Rotoplas de Cap 1,100 lt	1
TIN-002	Tinaco	Rotoplas de Cap 1,100 lt	1
			2

El registro confirma la colocación de **dos tinacos de Cap 1,100 lt**, garantizando el suministro de agua a los servicios sanitarios de hombres y mujeres.

2.6.2. Instalación Sanitaria (Baños Mujeres y Hombres)

Ejecución y Supervisión

Durante la supervisión de la instalación sanitaria en los baños de hombres y mujeres, se verificó el tendido de tuberías de PVC sanitario, cuidando que se colocaran con la pendiente mínima del 2% conforme a la normatividad mexicana, asegurando un flujo adecuado y sin contraflujos.

En el baño de hombres se supervisó la colocación de 2 inodoros conectados con tubería de 4", 2 mingitorios con tubería de 2" y un lavabo con descarga de 2". En el baño de mujeres se inspeccionó la instalación de 3 inodoros, cada uno con salida independiente de 4" unificada en una sola línea, así como un lavabo conectado con tubería de 2".

En la colocación de los muebles sanitarios se revisó la correcta alineación y sellado de cada conexión: los inodoros se asentaron sobre la descarga con anillo de cera y se fijaron al piso; los

lavabos se supervisaron en su instalación directa al tubo de descarga de PVC; mientras que los mingitorios se inspeccionaron en su fijación al muro y conexión sanitaria con sellado hermético.

Finalmente, se constató que todas las uniones estuvieran correctamente selladas, las pendientes verificadas con nivel de manguera, y que el funcionamiento de cada mueble fuera adecuado, sin presentar fugas en las conexiones.



Figura 108. Instalación Sanitaria Baños Hombres. Fuente: Propia.

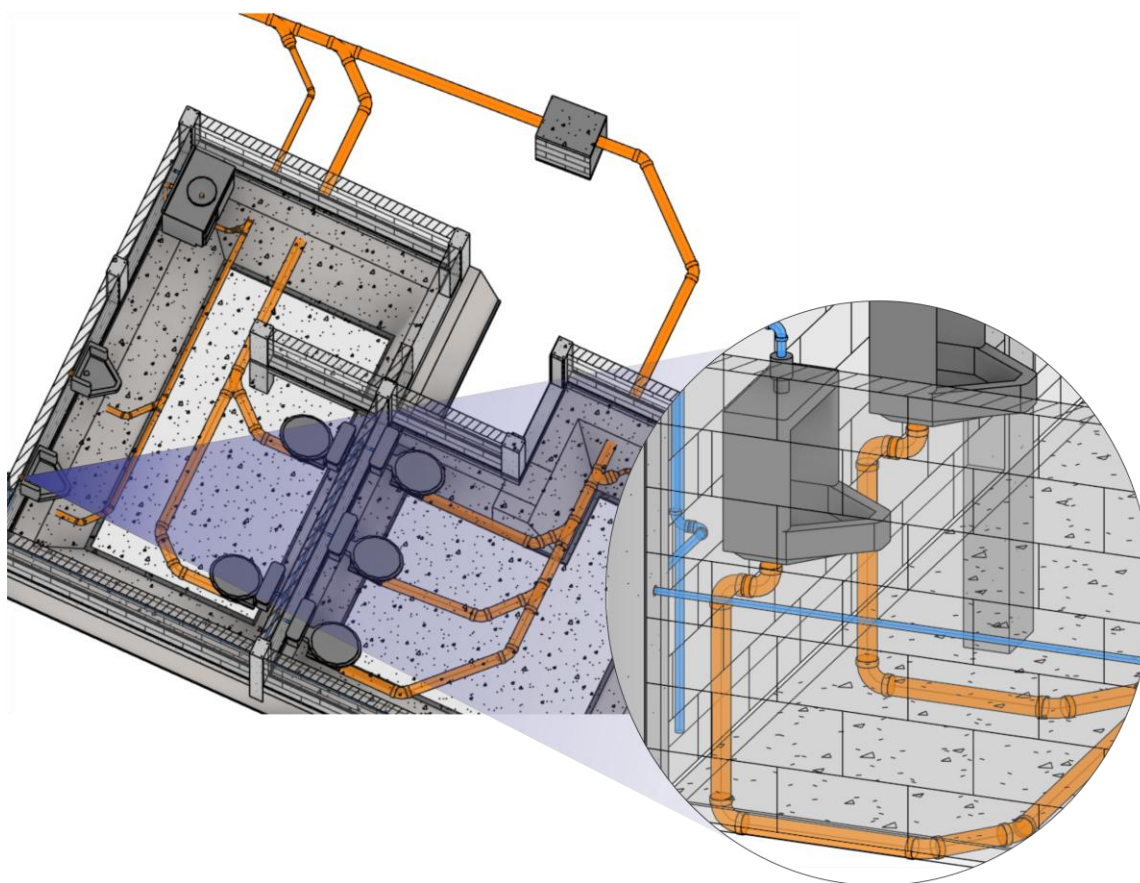


Figura 109. Instalación Sanitaria para Baños de Mujeres. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Después de la supervisión de la instalación sanitaria, se procedió a modelarla en tiempo real en el modelo tridimensional. En el modelado, la red sanitaria se representó con **color RGB 255-130-004** para diferenciarla de otras instalaciones y facilitar el control visual. Los cambios de dirección se realizaron siempre a 45°. Para la red principal y la conexión de los inodoros se utilizó tubería de 4", mientras que para la descarga de los mingitorios y lavabos se empleó tubería de 2".

En la figura se muestra un acercamiento del modelo donde se puede observar la descarga de los mingitorios, destacando la disposición de la tubería de 2" y los cambios de dirección realizados a 45°.



*Figura 110.- Modelado en Revit de la Descarga de Mingitorios en la Instalación Sanitaria.
Fuente: Propia.*

En la figura se observa un acercamiento de la descarga de los inodoros, en la que se aprecia la tubería de 4", su conexión a la red principal y los cambios de dirección implementados en el modelado tridimensional.

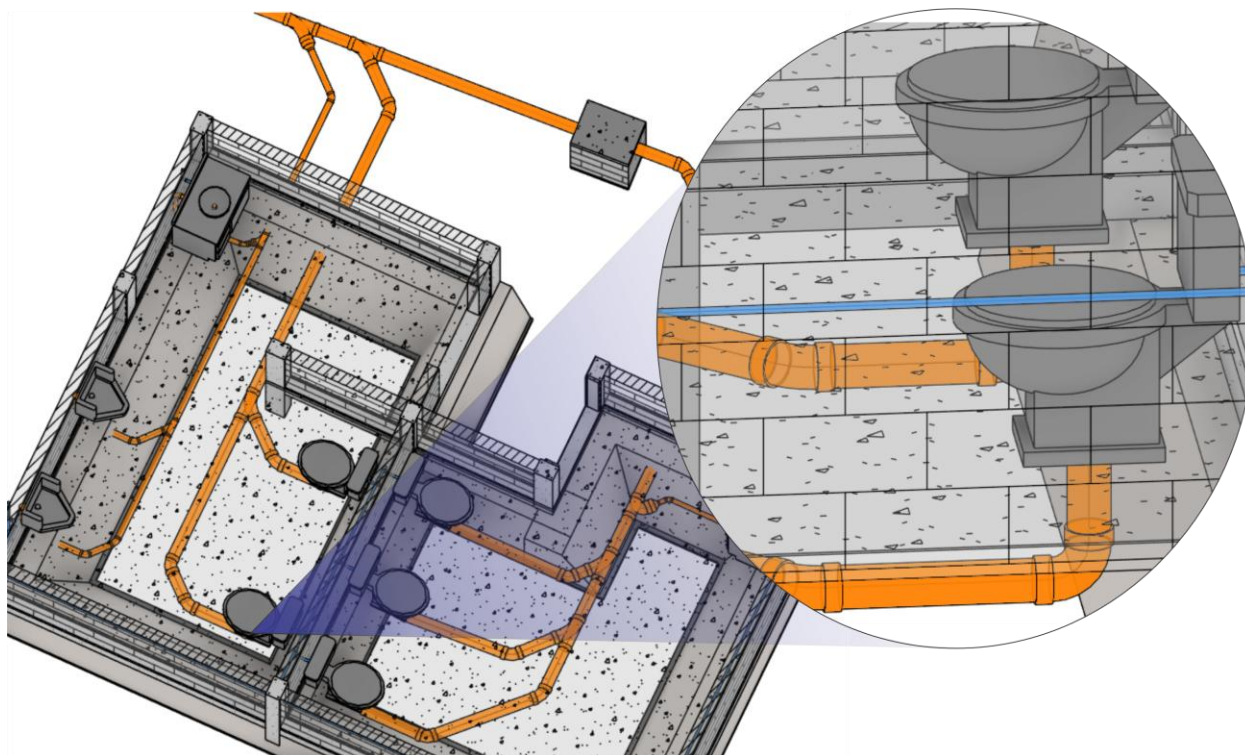


Figura 111.- Modelado en Revit de la Descarga de Inodoros en la Instalación Sanitaria. Fuente: Propia.

Resultados

Después de que se realizó la instalación sanitaria en obra y se modeló en Revit, se obtuvieron diferentes tablas que muestran la información organizada por componentes. A continuación, se presentan los resultados de acuerdo con la tubería sanitaria, las uniones de tubería y los muebles hidrosanitarios instalados.

Después del modelado, se generó la tabla que muestra la cantidad total de metros lineales de tubería utilizada, clasificada de acuerdo con sus diámetros de 32 mm, 50 mm y 100 mm.

Tabla 76

Cantidad de Tubería para Instalación Sanitaria.

<INSS-01-Tuberia Sanitaria>					
A	B	C	D	E	F
Cod. ID	Nom.Elemento	Fecha.Ejecu	Tipo de sistema	Tamaño	Longitud
32 mmø					
INSS-001	PVC - Sanitario	29/04/2025-01/05/2025	Sanitario	32 mmø	5.17
50 mmø					
INSS-002	PVC - Sanitario	29/04/2025-01/05/2025	Sanitario	50 mmø	7.70
100 mmø					
INSS-003	PVC - Sanitario	29/04/2025-01/05/2025	Sanitario	100 mmø	45.11
Total general: 62					57.98

De acuerdo con la tabla, para la instalación sanitaria se emplearon **5.17 m lineales** de tubería de 32 mm, **100.70 m lineales** de tubería de 50 mm y **45.11 m lineales** de tubería de 100 mm, dando un **total de 151.98 m lineales de tubería sanitaria instalada**.

En la segunda tabla se presentan los resultados del modelado de las uniones de tubería, clasificadas de acuerdo con la familia (codos, tees, reducciones, etc.) y divididas a su vez por los diámetros correspondientes.

Tabla 77

Cantidad de Uniones de Tubería para Instalación Sanitaria.

<INSS-02-Uniones de Tuberia>				
A	B	C	D	E
Cod. ID	Familia	Tipo de Sistema	Tamaño	Recuento
M_Bend - PVC - Sch 40 - DWV				
32 mme-32 mme				
	M_Bend - PVC - Sch 40 - DWV	Sanitario	32 mme-32 mme	11
50 mme-50 mme				
	M_Bend - PVC - Sch 40 - DWV	Sanitario	50 mme-50 mme	10
100 mme-100 mme				
	M_Bend - PVC - Sch 40 - DWV	Sanitario	100 mme-100 mme	20
M_Reducer - PVC - Sch 40 - DWV				
100 mme-32 mme				
	M_Reducer - PVC - Sch 40 - DWV	Sanitario	100 mme-32 mme	1
M_Tee Sanitary - PVC - Sch 40 - DWV				
50 mme-50 mme-50 mme				
	M_Tee Sanitary - PVC - Sch 40 - DWV	Sanitario	50 mme-50 mme-50	2
100 mme-100 mme-100 mme				
	M_Tee Sanitary - PVC - Sch 40 - DWV	Sanitario	100 mme-100 mme-	6
M_Wye 45 Deg - PVC - Sch 40 - DWV				
100 mme-100 mme-100 mme				
	M_Wye 45 Deg - PVC - Sch 40 - DWV	Sanitario	100 mme-100 mme-	1
PVC-Reduccion sanitario				
50 mme-32 mme				
	PVC-Reduccion sanitario	Sanitario	50 mme-32 mme	1
100 mme-32 mme				
	PVC-Reduccion sanitario	Sanitario	100 mme-32 mme	1
100 mme-50 mme				
	PVC-Reduccion sanitario	Sanitario	100 mme-50 mme	1
Total general: 54				

En la tercera tabla se muestran los muebles sanitarios colocados en los baños de hombres y mujeres, especificando su código de identificación dentro del modelo, lo que permitió tener un control detallado de cada pieza instalada.

Tabla 78

Cantidad de Muebles Hidrosanitarios en Baños.

<INSH-03-Cantidad de Muebles Hidrosanitarios>			
A	B	C	D
Cod. ID	Nom.Elemento	Marca	Recuento
Lavabo			
LAV-001	Lavabo	Interceramic, color blanco	3
Mingitorio			
MIN-001	Mingitorio	Interceramic, color blanco	2
Sanitario			
SAN-001	Sanitario	Interceramic, color blanco	6

De acuerdo con la información obtenida, se supervisó la colocación de **3 lavabos, 2 mingitorios y 6 sanitarios**, confirmando que todos quedaron alineados con sus salidas sanitarias y en condiciones óptimas de funcionamiento.

2.6.3. Instalación Pluvial

Ejecución y Supervisión

Durante la supervisión de la instalación de la tubería pluvial, se inició verificando que se empleara tubería de **100 mm de diámetro**, tal como se indicó en el proyecto. Asimismo, se revisó que la bajada se ejecutara de manera continua desde el nivel superior hasta el inferior, manteniendo la alineación vertical adecuada.

Se corroboró el uso de codos en los puntos de cambio de dirección y que las uniones quedaran selladas correctamente con adhesivo para PVC, evitando filtraciones.



Figura 112. Instalación de Tubería Pluvial. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Después de la supervisión de la instalación pluvial, se procedió a modelarla en el modelo tridimensional en tiempo real. La tubería se representó con un diámetro de 100 mm y se asignó un color verde para diferenciarla de las otras instalaciones previamente modeladas, facilitando su identificación y control. Dado que la instalación pluvial no presenta cambios de dirección complejos, la figura muestra la tubería en su recorrido principal de manera continua y simple, reflejando fielmente la disposición ejecutada en obra.

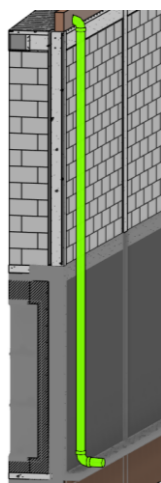


Figura 113.- Modelado en Revit de la Instalación Pluvial. Fuente: Propia.

Resultados

A continuación, se presentan las tablas generadas después del modelado en Revit de la instalación de la tubería pluvial. Se muestran dos apartados: la primera tabla corresponde a la cantidad de tubería utilizada, mientras que la segunda refleja las uniones empleadas en el sistema.

Tabla 79

Cantidad de Tubería para Instalación Pluvial.

<INSPLU-01-Tubería Pluvial>				
A	B	C	D	E
Cod. ID	Nombre del Elemento	Tipo de sistema	Tamaño	Longitud
INSPLU-001	PVC - Pluvial	Pluvial	100 mmø	0.55
INSPLU-002	PVC - Pluvial	Pluvial	100 mmø	0.49
INSPLU-003	PVC - Pluvial	Pluvial	100 mmø	0.08
INSPLU-004	PVC - Pluvial	Pluvial	100 mmø	5.45
INSPLU-005	PVC - Pluvial	Pluvial	100 mmø	0.17
INSPLU-006	PVC - Pluvial	Pluvial	100 mmø	0.36
INSPLU-007	PVC - Pluvial	Pluvial	100 mmø	0.36
Total general: 7				7.45

De acuerdo con los resultados, la instalación pluvial requirió un total de **7.45 metros lineales de tubería de 100 mm de diámetro.**

La siguiente tabla presenta las uniones utilizadas en la instalación, en la que se registran el **código de identificación de los elementos, la familia, el tipo de sistema y el tamaño** correspondiente.

Tabla 80

Cantidad de Uniones de Tubería para Instalación Pluvial.

<INSPLU-02-Uniones de Tubería>				
A	B	C	D	E
Cod. ID	Familia	Tipo de Sistema	Tamaño	Recuento
M_Bend - PVC - Sch 40 - DWV 100 mmø-100 mmø				
INSPLU-001	M_Bend - PVC - Sch 40 - DWV	Pluvial	100 mmø-100 mmø	2
Total general: 2				

De la tabla anterior se concluye que para la instalación se emplearon **2 codos de 100 mm**, necesarios para los cambios de dirección de la bajada pluvial.

2.7. Acceso

2.7.1. Rampa para Acceso

Ejecución y Supervisión

Durante la supervisión de la rampa de acceso, se inició con el trazo y nivelación del terreno, asegurando la correcta alineación mediante hilo, cal y nivel de burbuja. Se supervisó el levantamiento de los muros de contención utilizando blocks asentados con mortero cemento-cal-arena (1:1:5), verificando la uniformidad, alineación y juntas de 1.5 cm con ayuda de hilo y plomada.

Posteriormente, se procedió al relleno de la rampa, compactando el material hasta alcanzar el nivel adecuado y garantizar una base estable para el colado. Una vez completado el relleno, se supervisó el colado del concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$, preparado manualmente con grava, arena y agua. Se verificó el transporte adecuado del concreto al área, su distribución uniforme, nivelación conforme a la pendiente establecida, acabado con escoba y curado constante durante 3 días, asegurando resistencia, durabilidad y cumplimiento de las especificaciones de obra.



Figura 114.- Construcción de Muros para Contención de Rampa. Fuente: Propia.



Figura 115.- Colado de Rampa. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Después de la supervisión de la construcción de la rampa de acceso, se procedió a modelarla en el modelo tridimensional en tiempo real. En la figura se pueden observar los muretes de contención de la rampa, contruidos con bloc de 12 cm, así como la propia rampa, donde se indica el colado con concreto de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$. El modelado permitió representar tanto la geometría como los materiales utilizados, asegurando que la información digital reflejara fielmente la ejecución en obra y facilitara la verificación de dimensiones, pendientes y acabados de la rampa.

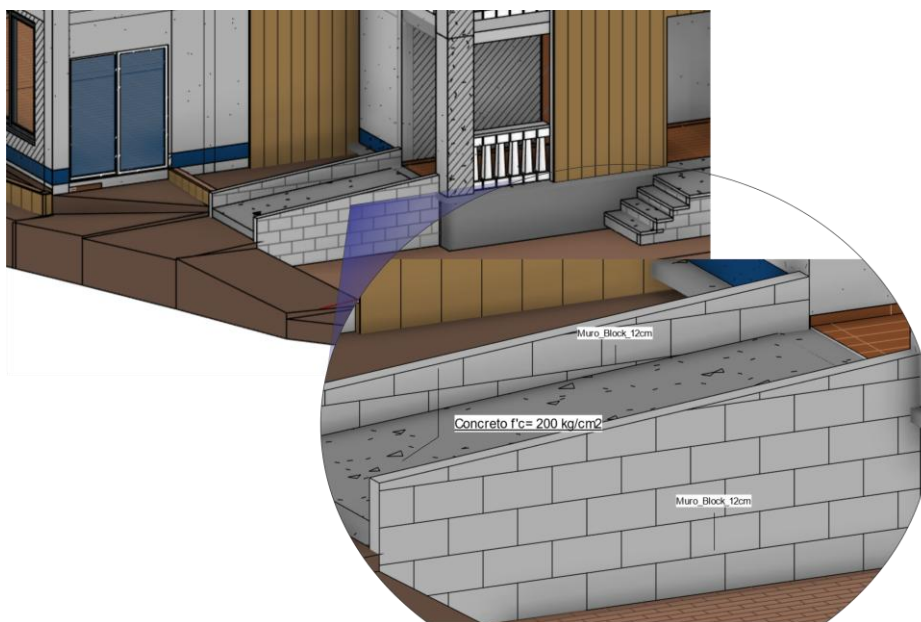


Figura 116.- Modelado en Revit de la Rampa de Acceso. Fuente: Propia.

Resultados

En las siguientes tablas se presenta la información correspondiente al levantamiento de los muros laterales y al colado de la rampa, en las que se puede observar el código de identificación de cada elemento, así como la fecha de ejecución de cada actividad. La primera tabla muestra la cantidad de blocks utilizados y el mortero para su pegado, mientras que la segunda refleja el volumen de concreto requerido para el colado de la rampa.

Tabla 81

Cantidad de Block y Mortero para Muretes de Rampa de Acceso.

<MURE-01- Muretes de Rampa>													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Área	Volumen	Blocks (pzas)	Mortero (m3)	Cemento	Arena (m3)	Calhidra	Agua (m3)
MURE-001	Muretes Laterales de Rampa	16/05/2025	6	B - C	±0.000	3.51 m²	0.42 m³	41	0.030	0.21	0.03	0.16	0.01
MURE-002	Muretes Laterales de Rampa	16/05/2025	5	B - C	±0.000	3.65 m²	0.44 m³	42	0.031	0.21	0.03	0.17	0.01
Total general: 2								83	0.061	0.42	0.06	0.33	0.02

De acuerdo con la información de anterior tabla, el levantamiento de los muros laterales de la rampa requirió un total de **83 piezas de block**. Para su pegado se utilizó un volumen de mortero de **0.061 m³**, compuesto por **0.42 bolsas de cemento**, **0.06 m³ de arena**, **0.33 bolsas de cal** y **0.02 m³ de agua**.

Tabla 82

Cantidad de Concreto para Colado de Rampa.

<RAM-01- Colado de Rampa>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Cod. ID	Nombre del Elemen	Fecha de Ejecución	Volumen de Concreto	Cemento Portland	Arena (m3)	Grava (m3)	Agua (m3)
RAM-001	Rampa de Acceso	17/05/2025	0.264	1.93	0.18	0.22	0.07

En la segunda tabla se observa que para el colado de la rampa se empleó un volumen de concreto de **0.264 m³**, para el cual se necesitaron **1.43 bolsas de cemento**, **0.18 m³ de arena**, **0.22 m³ de grava** y **0.07 m³ de agua**.

2.7.2. Escalones para Entrada a CCD

Ejecución y Supervisión

Durante la supervisión de la construcción de los escalones de acceso al Centro de Desarrollo Comunitario, se inició con el trazado y marcado de la ubicación de cada peldaño utilizando hilo y nivel de manguera, asegurando la pendiente adecuada para el tránsito peatonal. Posteriormente, se procedió a la colocación de blocks asentados sobre una base nivelada con mortero en proporción 1:5:5 (cemento-cal-arena), los cuales definieron los bordes laterales y posteriores de cada escalón y sirvieron como molde de contención para el relleno interior.

Una vez delimitada la forma de los peldaños, se supervisó el vaciado del concreto preparado en obra, dosificado para alcanzar una resistencia de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$. El concreto se colocó de manera uniforme dentro de las áreas delimitadas, desde el primer peldaño hasta el último, verificando que quedara bien distribuido y compactado. Al finalizar el colado, se realizó el acabado con llana metálica y se aplicó un terminado antiderrapante con cepillo para garantizar la seguridad de los usuarios. Finalmente, el proceso se complementó con el curado del concreto mediante riego continuo durante tres días, asegurando la resistencia y durabilidad de los escalones.



Figura 117.- Construcción de Muretes para Escalones de Acceso. Fuente: Propia.



Figura 118. Colado de escalones. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Después de la supervisión de la construcción de los escalones de acceso, se procedió a modelarlos en el modelo tridimensional en tiempo real. En la figura se pueden observar los muros perimetrales de contención, así como los muros intermedios que separan cada escalón. También se muestran las huellas de escalón de concreto utilizadas en cada escalón, indicando que se empleó un concreto $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$.

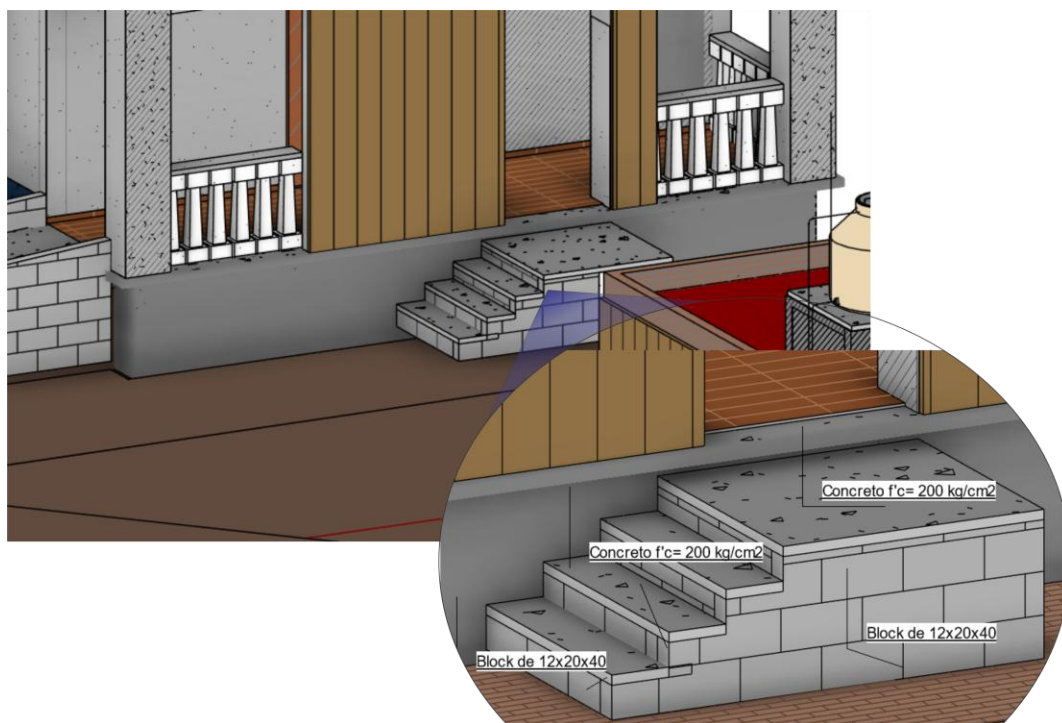


Figura 119.- Modelo de Escalones de Acceso a C.D.C en Revit. Fuente: Propia.

Resultados

En esta sección se presentan dos tablas que registran los insumos empleados durante la construcción de los escalones de acceso. La primera tabla corresponde al levantamiento del murete de contención, donde se utilizó block y mortero como elementos principales de apoyo. La segunda tabla corresponde al colado de los escalones, en la que se documentó el volumen de concreto requerido para completar la actividad. En ambas tablas se incorporaron el código de identificación y la fecha de ejecución.

Tabla 83

Cantidad de Block y Mortero para Muretes de Escalones.

<MURE-01-Muretes de Escalones>													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Cod. ID	Nombre del Elemento	Fecha.Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Área	Volumen	Blocks (pzas)	Mortero (m ³)	Cemento	Arena (m ³)	Calhida	Agua (m ³)
MURET-001	Murete de Contención Ligera Escalones de Ac	16/05/2025	C-F	6-7	±0.000	0.20 m ²	0.02 m ³	2	0.002	0.01	0.00025	0.01	0.00067
MURET-002	Murete de Contención Ligera Escalones de Ac	16/05/2025	C-F	6-7	±0.000	0.40 m ²	0.05 m ³	5	0.003	0.02	0.00025	0.02	0.001
MURET-003	Murete de Contención Ligera Escalones de Ac	16/05/2025	C-F	6-7	±0.000	0.61 m ²	0.07 m ³	7	0.005	0.03	0.01	0.03	0.00167
MURET-004	Murete de Contención Ligera Escalones de Ac	16/05/2025	C-F	6-7	±0.000	0.81 m ²	0.10 m ³	9	0.007	0.05	0.001	0.04	0.0023
Total general: 4								23	0.017	0.11	0.0115	0.1	0.00564

En la primera tabla se observa que para el levantamiento del murete de contención se utilizaron un total de **23 piezas de block**, asentadas con un volumen de mortero de **0.017 m³**, lo que representó el consumo de **0.11 bolsas de cemento**, **0.015 m³ de arena**, **0.1 bolsas de cal** y **0.00564 m³ de agua**.

Tabla 84

Volumen de Concreto para Colado de Escalones.

<ESC-01-Colado de Escalones Exteriores>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Cod. ID	Nombre del Elemen	Fecha.Ejecu	Área	Volumen	Material	F'c (kg/cm ²)	Cemento Portland	Arena (m ³)	Grava (m ³)	Agua (m ³)
ESC-001	Losa de Escalones	19/05/2025	0.55 m ²	0.03 m ³	Concreto	150	0.13	0.01	0.02	0.01
ESC-001	Losa de Escalones	19/05/2025	0.39 m ²	0.02 m ³	Concreto	150	0.13	0.01	0.02	0.01
ESC-001	Losa de Escalones	19/05/2025	0.39 m ²	0.02 m ³	Concreto	150	0.13	0.01	0.02	0.01
ESC-001	Losa de Escalones	19/05/2025	1.79 m ²	0.09 m ³	Concreto	150	0.51	0.06	0.07	0.02
Total general: 4			3.13 m ²	0.16 m ³			0.9	0.09	0.13	0.05

En cuanto al colado de los escalones, registrado en la segunda tabla, se requirió un volumen total de **0.16 m³ de concreto**, el cual se preparó con **0.9 bolsas de cemento**, **0.09 m³ de arena**, **0.13 m³ de grava** y **0.05 m³ de agua**, garantizando la resistencia $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ establecida en proyecto.

2.7.3. Colocación de Adoquín

Ejecución y Supervisión

Durante la supervisión de la colocación de adoquín tipo hexagonal, se constató en primer lugar la preparación de la base con una cama de arena cribada de 5 cm de espesor, distribuida manualmente con palas y carretillas, y nivelada. Una vez verificado el nivelado, se autorizó la colocación de los adoquines de manera manual sobre la cama de arena, asegurando el ajuste entre piezas y la correcta alineación mediante hilos guía y nivel de burbuja.

El proceso de llenado de juntas se supervisó con la aplicación de arena fina barrida manualmente hasta lograr que penetrara entre los espacios, repitiendo el procedimiento para asegurar el “trabe” de las piezas. Posteriormente, se supervisó la compactación con pisón manual de toda la superficie, lo que permitió estabilizar el adoquinado. Finalmente, se realizó una segunda barrida con arena fina para rellenar los espacios que pudieron vaciarse durante la compactación.



Figura 120. Colación de adoquín. Fuente: Propia.

Modelo BIM

Después de la supervisión de la colocación del adoquín, se procedió a modelarlo en el modelo tridimensional en tiempo real. En la figura se puede observar la disposición del adoquín hexagonal, incluyendo su espesor.

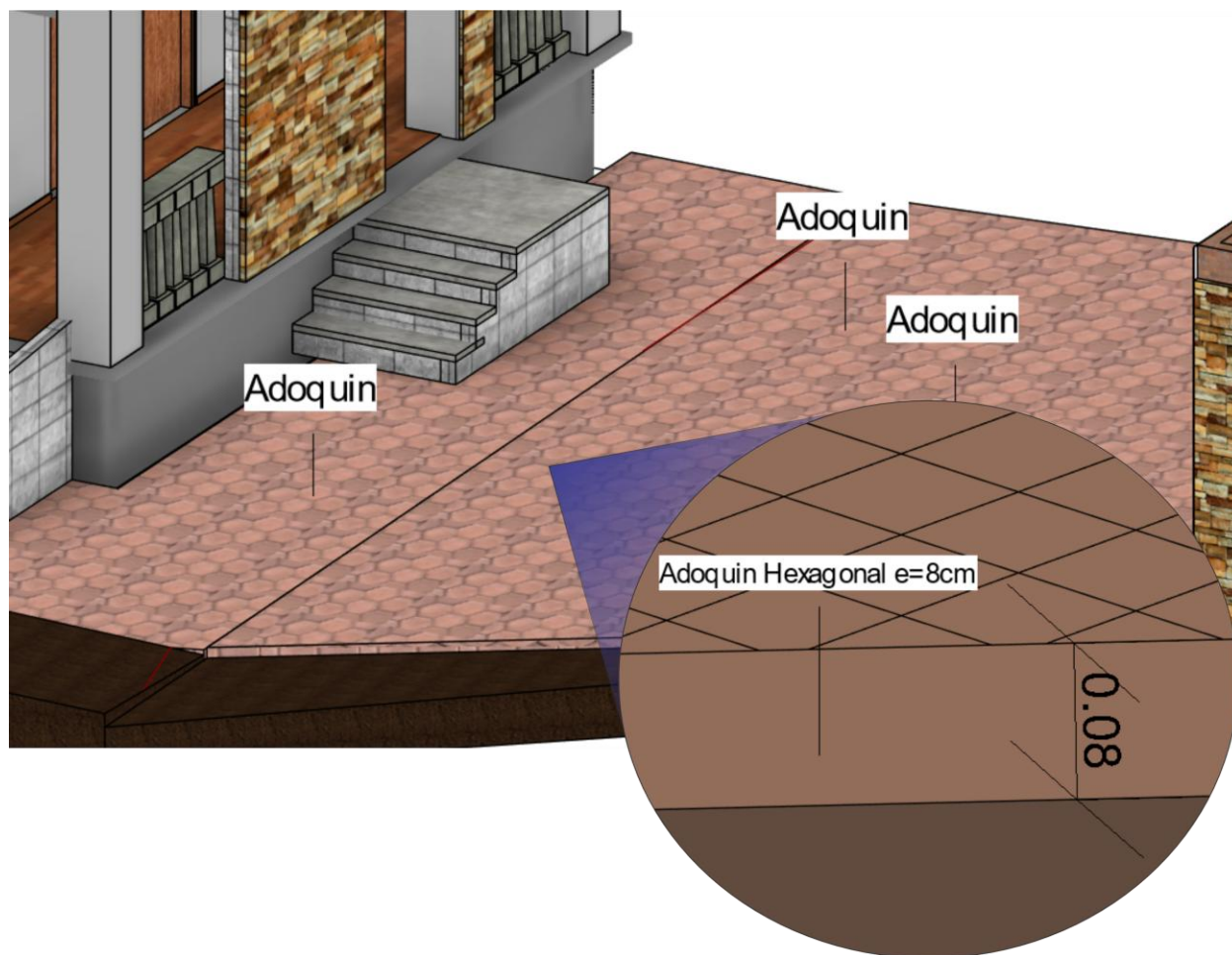


Figura 121.- Modelado en Revit de la Colocación de Adoquín Hexagonal. Fuente: Propia.

Resultados

Después del modelado de la capa de arena y del adoquinado, y con base en lo supervisado en tiempo real, se elaboró la siguiente tabla en la que se presenta el área total cubierta, el volumen de arena requerido y la cantidad de piezas necesarias para la ejecución.

Tabla 85

Cantidad de Adoquín y Arena.

<ADO-01- Colocación de Adoquin>					
A	B	C	D	E	F
Cod. ID	Nom.Elemento	Fecha de Ejecución	Área	Volumen de Arena	Cantidad de Adoquin (pzas)
ADO-001	Adoquin	19/05/2025	22.00 m ²	1.10	441
ADO-002	Adoquin	20/05/2025	53.01 m ²	2.65	1063
Total general: 2			75.01 m ²	3.75	1504

De acuerdo con la tabla presentada, para cubrir un área total de **75.01 m²** se requirió un volumen de **3.75 m³ de arena** y **1,504 piezas de adoquines**, lo que permitió dimensionar de manera precisa los materiales utilizados durante la ejecución de dicha actividad.

Capítulo 3. Resultados

El desarrollo del proyecto “*Generación del modelo BIM en obra para la supervisión y control del proceso constructivo del Centro de Desarrollo Comunitario de la comunidad de Guadalupe Victoria, Terrenate, Tlaxcala*” permitió implementar la metodología BIM como herramienta de supervisión y control durante la ejecución del proceso constructivo.

A lo largo de cuatro meses se realizaron actividades de supervisión y control en campo, se integraron evidencias fotográficas de los avances, se desarrolló un modelo tridimensional en nivel de detalle LOD 500, y se evaluaron los beneficios del uso de BIM en la toma de decisiones y la documentación final de obra.

Durante el desarrollo del proyecto se realizó un seguimiento sistemático de las actividades constructivas mediante un esquema de supervisión que combinó la observación directa en campo con el registro documental en **tablas de supervisión y control integradas**. En total se supervisaron **48 actividades constructivas**, abarcando procesos estructurales, acabados e instalaciones.

De estas 48 actividades, **42 fueron registradas de manera completa** en tablas de supervisión, incluyendo observaciones, estatus y acciones correctivas aplicadas cuando fue necesario. Las **6 actividades restantes** se distribuyeron de la siguiente manera: 3 actividades no contaron con registro formal, y 3 actividades requirieron correcciones menores antes de recibir autorización para continuar.

Tabla 86

Distribución de Actividades según Registro y Necesidad de Corrección.

Estatus de la actividad	Número de actividades	Porcentaje sobre total
Registradas completas y sin corrección	42	87.50%
Requieren corrección	3	6.25%
Sin registro formal	3	6.25%
TOTAL	48	100%

Esta tabla permitió visualizar de manera inmediata que la mayoría de las actividades fueron supervisadas y registradas correctamente, y que las observaciones detectadas fueron atendidas oportunamente, garantizando la continuidad del proceso constructivo y el cumplimiento de los lineamientos normativos aplicables.

Para facilitar la interpretación gráfica de estos resultados, se elaboró la siguiente gráfica de pastel, que representa la distribución general de las actividades según su estatus de registro y corrección:



Figura 122.- Distribución de actividades supervisadas según registro y necesidad de corrección.
Fuente: Propia.

Con el **registro fotográfico de actividades en la obra**, se llevó a cabo una documentación continua de los procesos constructivos desde las etapas preliminares hasta los acabados finales.

De un total de **48 actividades**, **45 contaron con evidencia fotográfica completa**, mientras que **3 no registraron fotografías**, correspondientes a los colados de zapata, cadenas de cerramiento y trabe, dentro de la partida de cimentación y estructura. En todos los demás rubros, las actividades fueron respaldadas con material visual que permitió corroborar las condiciones reales en campo.

Tabla 87

Registro Fotográfico por Partida Constructiva

Partida constructiva	Total de actividades	Con evidencia fotográfica	Sin evidencia fotográfica	Porcentaje con evidencia
Demoliciones preliminares	4	4	0	100%
Cimentación y Estructura	11	8	3	72.70%
Albanilería	11	11	0	100%
Acabados	6	6	0	100%
Cancelería y Herrería	2	2	0	100%
Instalaciones	3	3	0	100%
Acceso principal	3	3	0	100%
TOTAL GENERAL	48	45	3	93.70%

Para complementar la información numérica, en la siguiente figura se muestra la distribución gráfica del registro fotográfico por partida constructiva.



Figura 123.-Registro fotográfico por partida constructiva. Fuente: Propia.

Los resultados muestran que el **93.7 %** de las actividades ejecutadas cuentan con evidencia fotográfica, lo que refleja el alto nivel de seguimiento durante el proceso constructivo. El registro visual se consolidó como una herramienta esencial para la supervisión, al permitir verificar en tiempo real la correcta ejecución de los trabajos y documentar las condiciones observadas en cada etapa.

Asimismo, las fotografías se utilizaron para constatar el avance físico con el modelo BIM desarrollado en Revit, asegurando la coherencia entre el modelo digital y la obra real.

Para reforzar la relación entre la evidencia fotográfica y el modelo digital, se muestra a continuación un ejemplo correspondiente a la **fachada principal del Centro de Desarrollo Comunitario**, donde se compara un render generado en Revit con una fotografía real de la obra terminada



Figura 124.-Render de Fachada Lateral. Fuente: Propia.

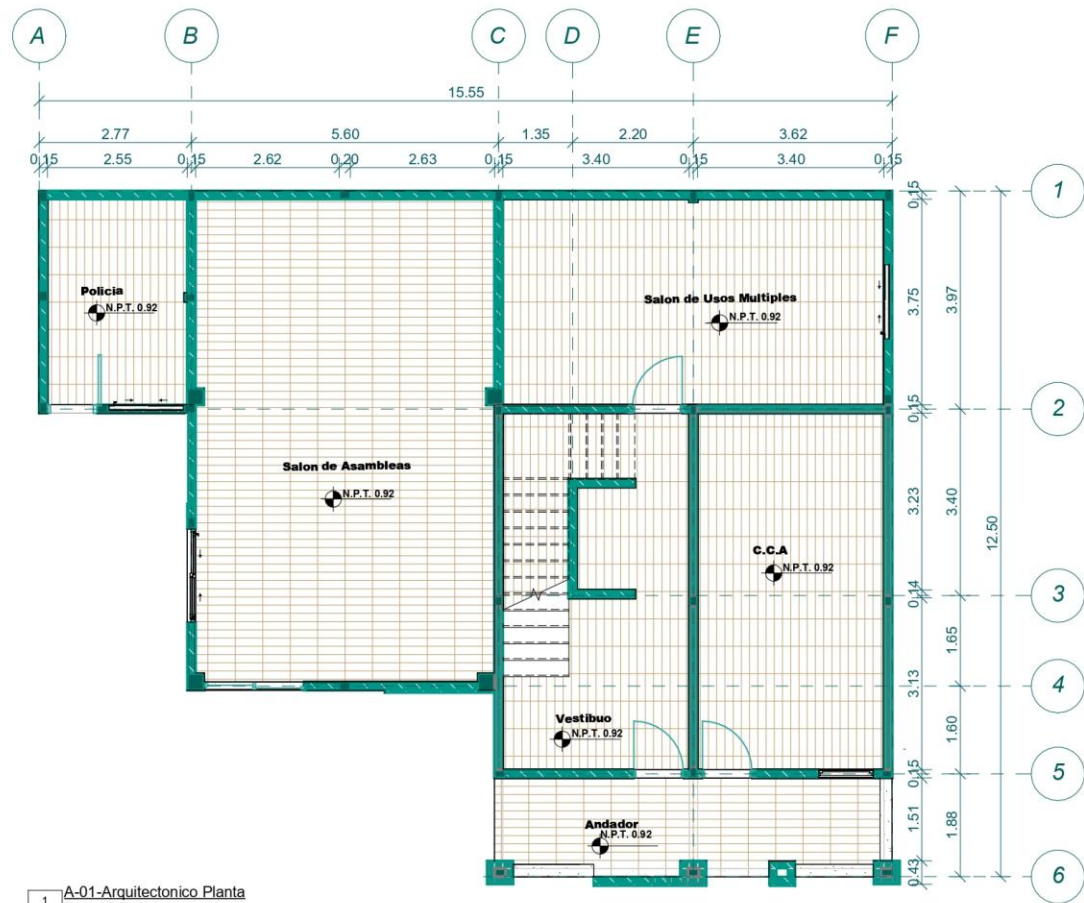


Figura 125.- Fotografía de Fachada Lateral. Fuente: Propia.

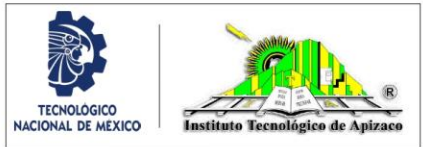
Esta comparación permitió verificar que la ejecución física coincidiera con el diseño representado digitalmente, confirmando la fidelidad del modelo BIM respecto a lo construido.

Respecto al **modelado BIM**, se desarrolló un modelo digital tridimensional con un nivel de detalle LOD 500, a partir del cual se generaron planos *as-built* y **renders** que representaron con precisión la obra ejecutada. Este modelo sustituyó a los planos iniciales proporcionados por la empresa, los cuales ya no reflejaban las modificaciones realizadas durante la construcción. Los planos y vistas derivados del modelo BIM constituyeron un respaldo técnico actualizado y verificable, asegurando que cada ajuste efectuado en obra quedara registrado.

Asimismo, el modelo BIM alcanzó una integración de información en cinco dimensiones (**5D**), incorporando datos útiles para la etapa de mantenimiento y operación del edificio. Esto permite que futuros operadores, supervisores o responsables de gestión cuenten con información precisa sobre los materiales, sistemas y elementos constructivos, optimizando así la planeación de tareas preventivas y correctivas. A continuación, se presentan los planos generados en Revit, los cuales reflejaron fielmente el estado final de la obra y evidenciaron, al compararse con los planos originales, las adecuaciones realizadas durante el proceso constructivo.



A-01-Arquitectonico Planta Baja (C.D.C.)



Proyecto: Generación del modelo BIM en obra para la supervisión y control del proceso constructivo del centro de desarrollo comunitario de la comunidad de Guadalupe Victoria, Terrenate, Tlaxcala.

Plano: Arquitectonico Planta Baja (C.D.C.)

Realizó: Mayte Fuentes Moreno

Revisó (Asesor Interno): Ing. Miguel Ángel Daza Merino

Revisó (Asesor Externo): Ing. Bernardo Romero Hernandez

Escala: 1:100

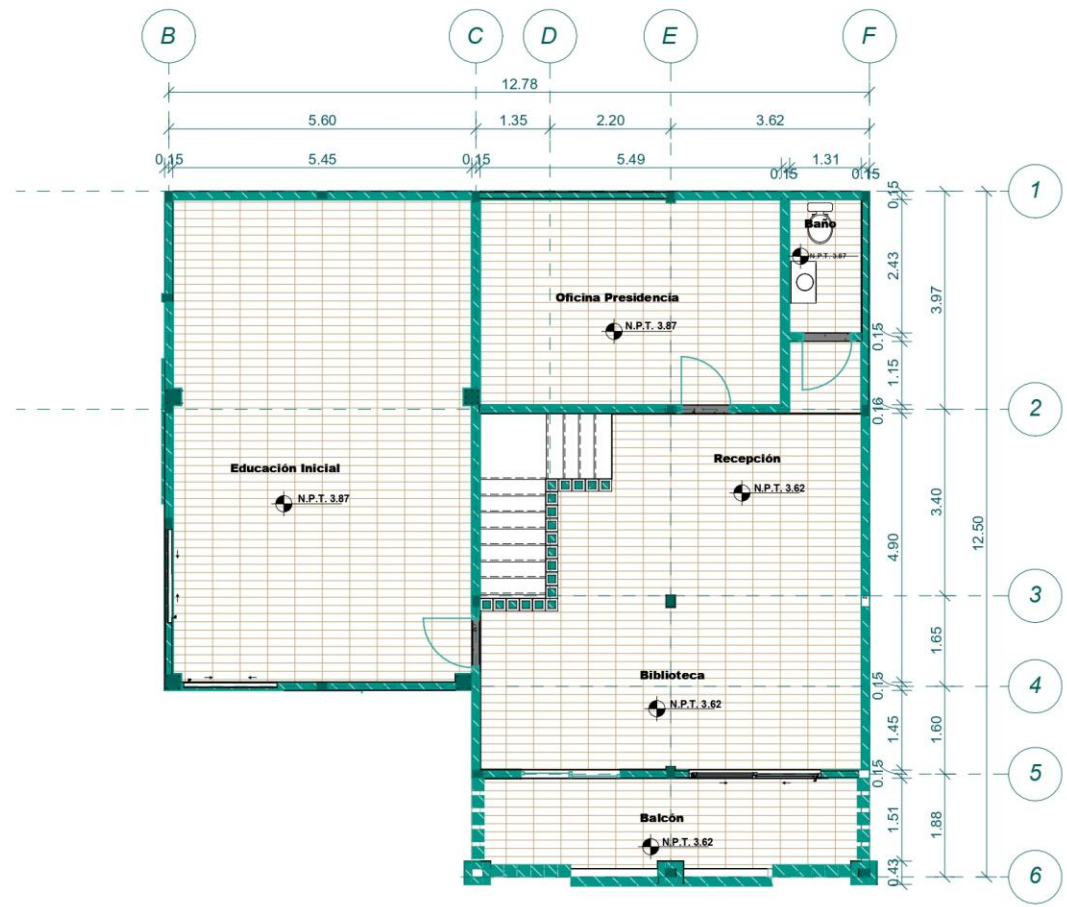
Acotación: Metros

Fecha: Octubre 2025

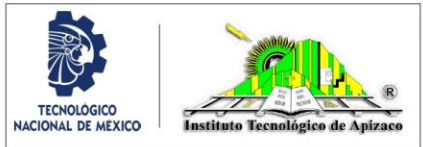


Plano:

001



1 A-02-Arquitectonico Planta
3 Alta (C.D.C)

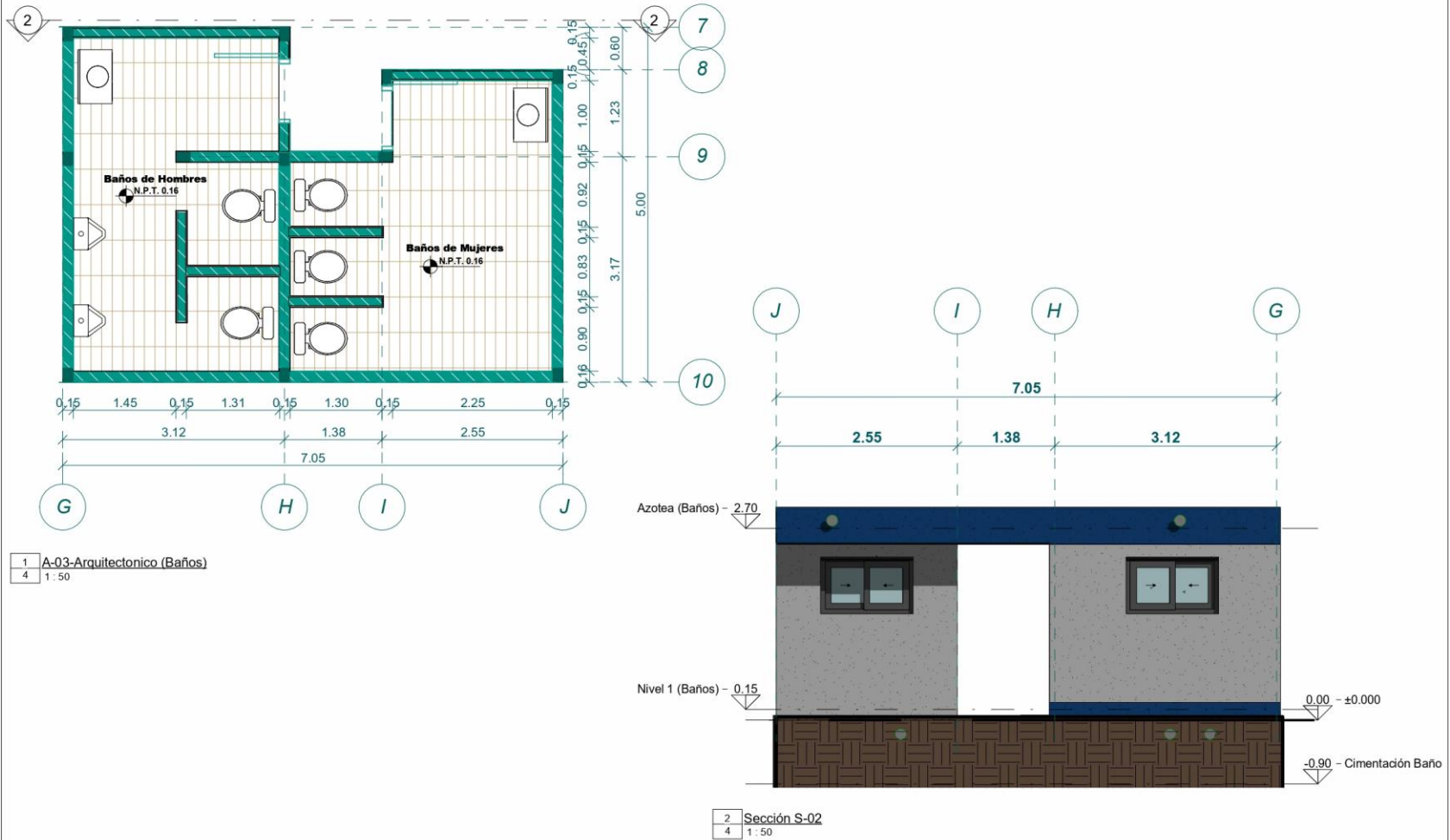


Proyecto:	Generación del modelo BIM en obra para la supervisión y control del proceso constructivo del centro de desarrollo comunitario de la comunidad de Guadalupe Victoria, Terrenate, Tlaxcala.
Plano:	Arquitectonico Planta Alta (C.D.C)
Realizó:	Mayte Fuentes Moreno
Revisó (Asesor Interno):	Ing. Miguel Ángel Daza Merino
Revisó (Asesor Externo):	Ing. Bernardo Romero Hernandez

Escala:	1:100
Acotación:	Metros
Fecha:	Octubre 2025



Plano:
002





1 Sección S-01
2.1 1:50



Proyecto: Generación del modelo BIM en obra para la supervisión y control del proceso constructivo del centro de desarrollo comunitario de la comunidad de Guadalupe Victoria, Tenemeate, Tlaxcala.

Plano: Fachada (C.D.C)

Realizó: Mayte Fuentes Moreno

Revisó (Asesor Interno): Ing. Miguel Ángel Daza Merino

Revisó (Asesor Externo): Ing. Bernardo Romero Hernandez

Escala:

1:50

Acotación:

Metros

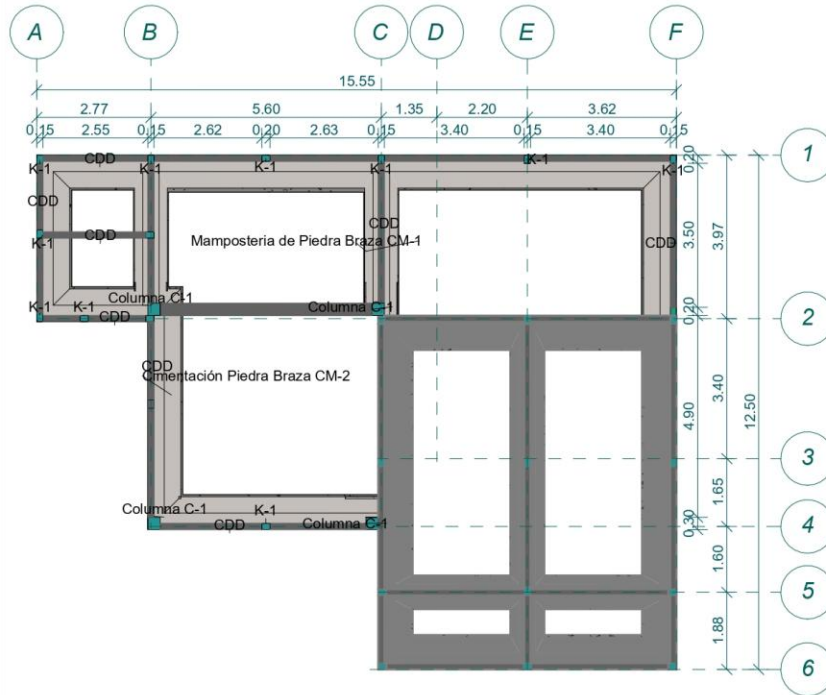
Fecha:

Octubre 2025

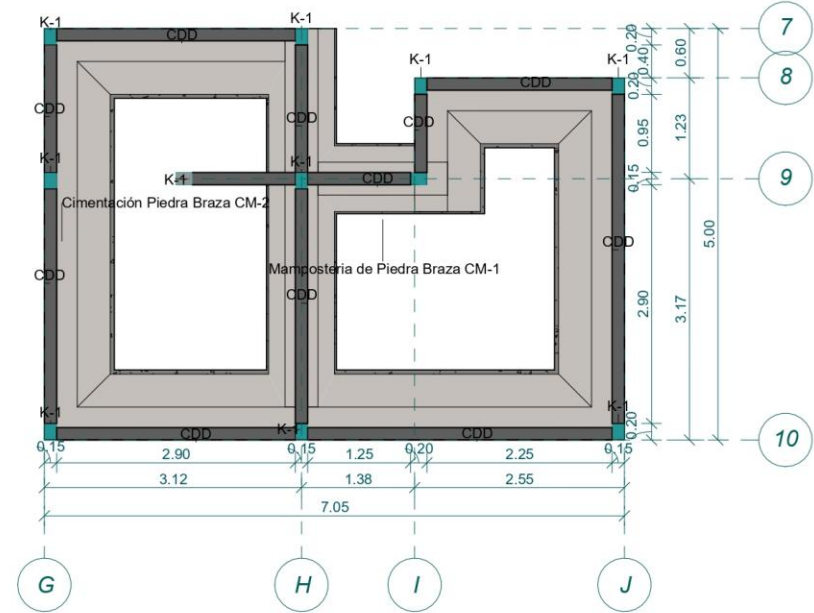


Plano:

004



1 C-01-Cimentación CDC
1 1 : 100



2 C-02-Cimentación Baño
1 1 : 50



Proyecto: Generación del modelo BIM en obra para la supervisión y control del proceso constructivo del centro de desarrollo comunitario de la comunidad de Guadalupe Victoria, Tenemeate, Tlaxcala.

Plano: Cimentación

Realizó: Mayte Fuentes Moreno

Revisó (Asesor Interno): Ing. Miguel Ángel Daza Merino

Revisó (Asesor Externo): Ing. Bernardo Romero Hernández

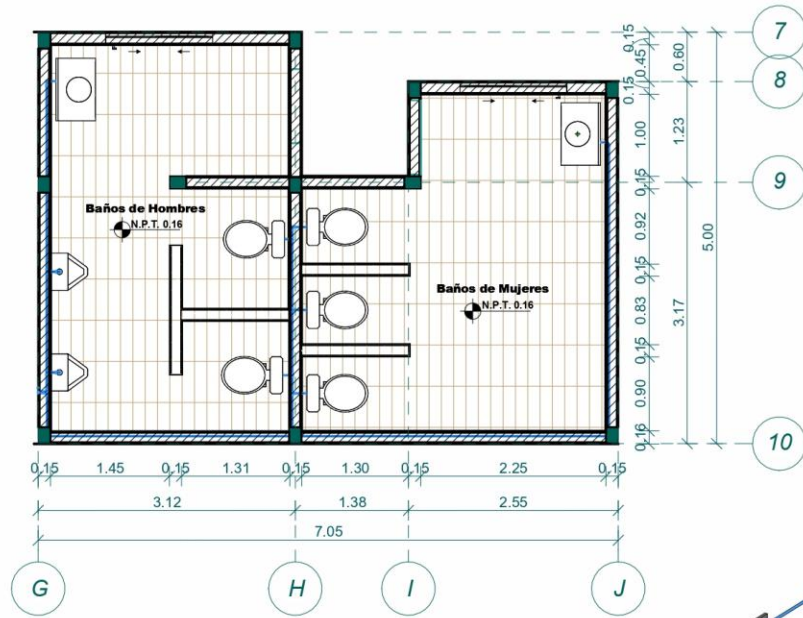
Escala:
Varías

Acotación:
Metros

Fecha:
Octubre 2025

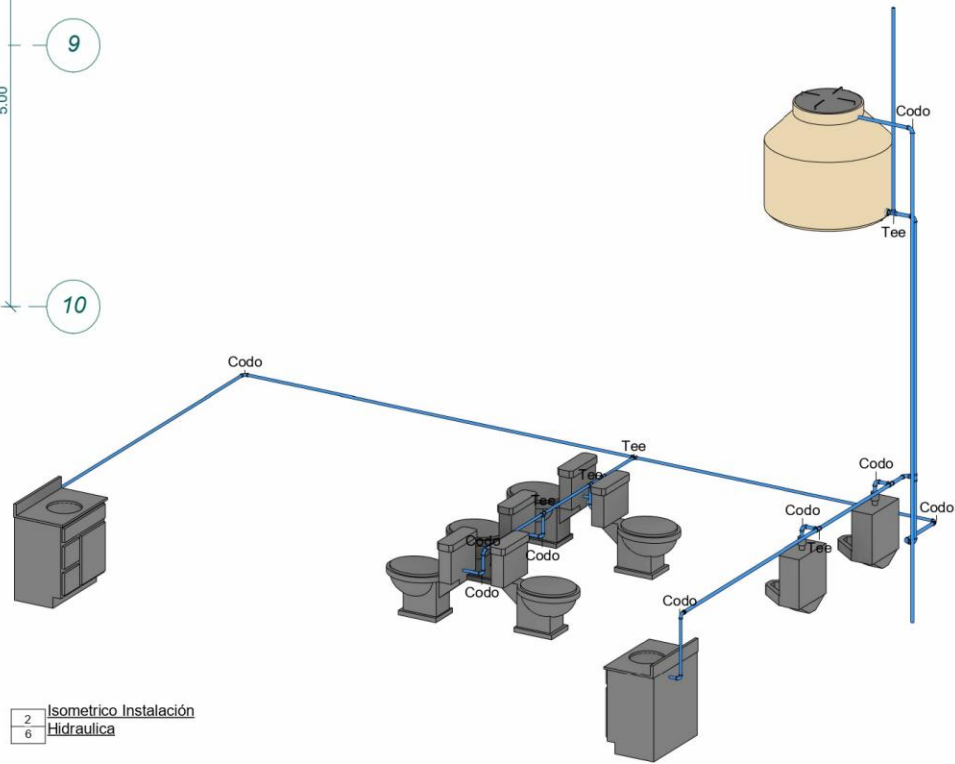


Plano:
005



1
6

I-01-Instalación Hidraulica
1: 50



2
6

Isometrico Instalación
Hidraulica

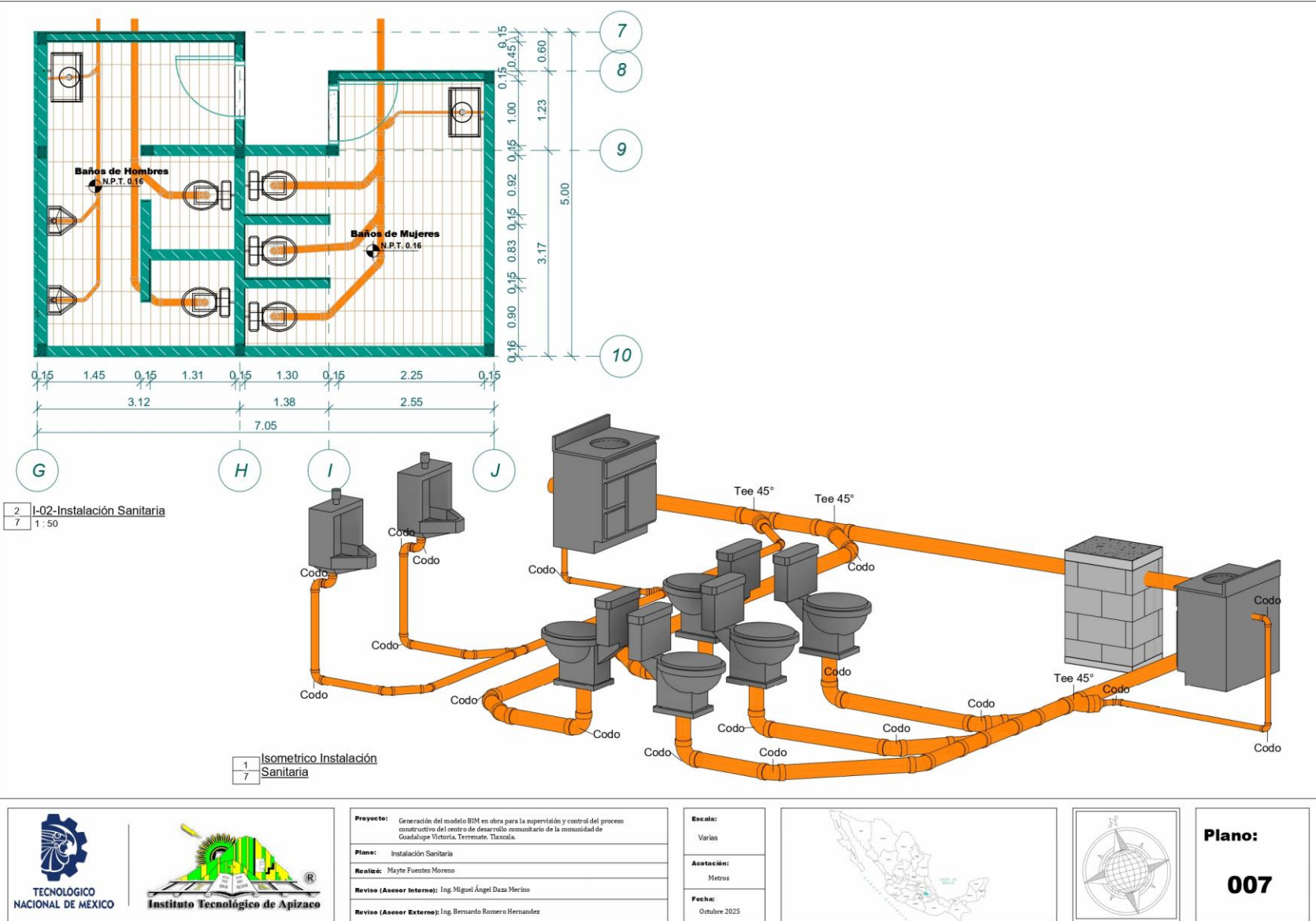


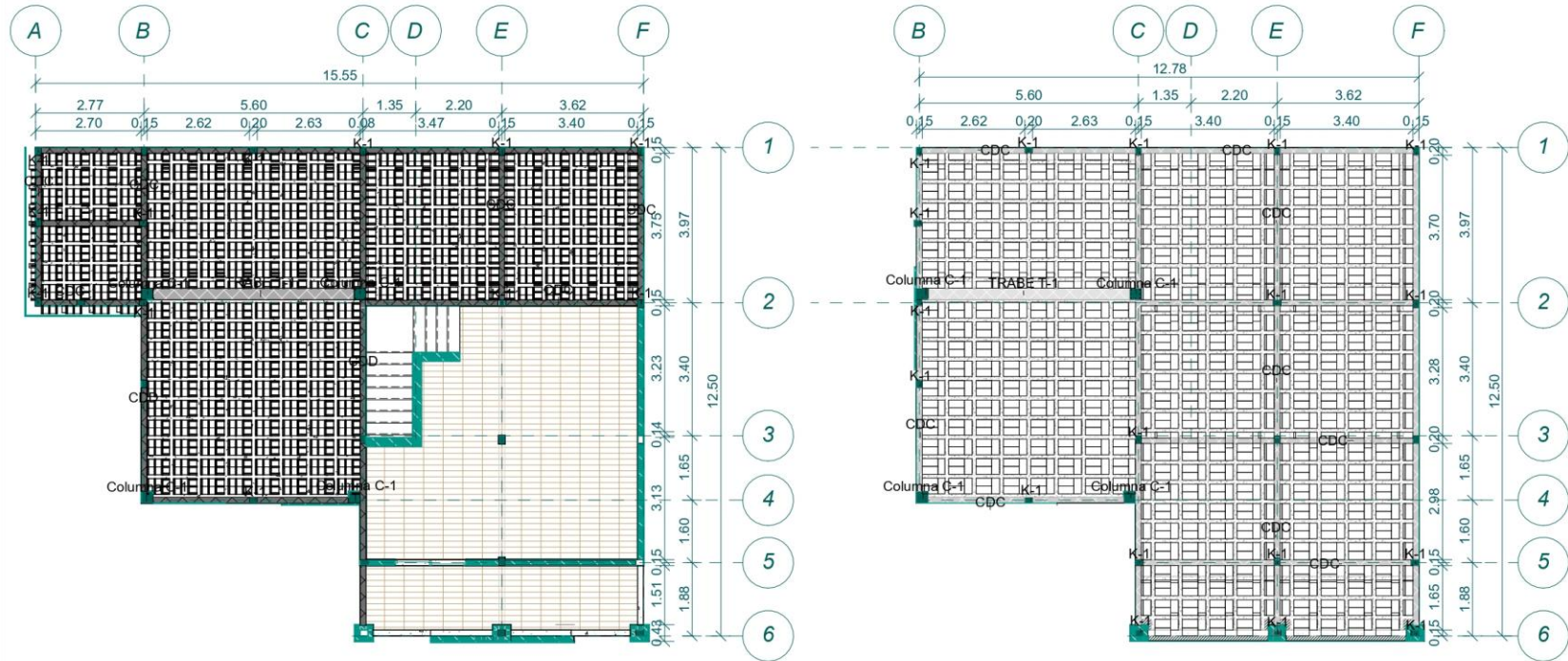
Proyecto:	Generación del modelo BIM en obra para la supervisión y control del proceso constructivo del centro de desarrollo comunitario de la comunidad de Guadalupe Victoria, Tenemeate, Tlaxcala.
Plano:	Instalación Hidraulica
Realizó:	Mayte Fuentes Moreno
Revisó (Asesor Interno):	Ing. Miguel Ángel Daza Merino
Revisó (Asesor Externo):	Ing. Bernardo Romero Hernandez

Escala:	Varios
Acotación:	Metros
Fecha:	Octubre 2025



Plano:
006





1 E-01-Estructural Planta Baja
(C.D.C)
1:100

2 E-02-Estructural Planta Alta
(C.D.C)
1:100



Proyecto: Generación del modelo BIM en obra para la supervisión y control del proceso constructivo del centro de desarrollo comunitario de la comunidad de Guadalupe Victoria, Tenemeate, Tlaxcala.

Plano: Estructural (C.D.C)

Realizó: Mayte Fuentes Moreno

Revisó (Asesor Interno): Ing. Miguel Ángel Daza Merino

Revisó (Asesor Externo): Ing. Bernardo Romero Hernández

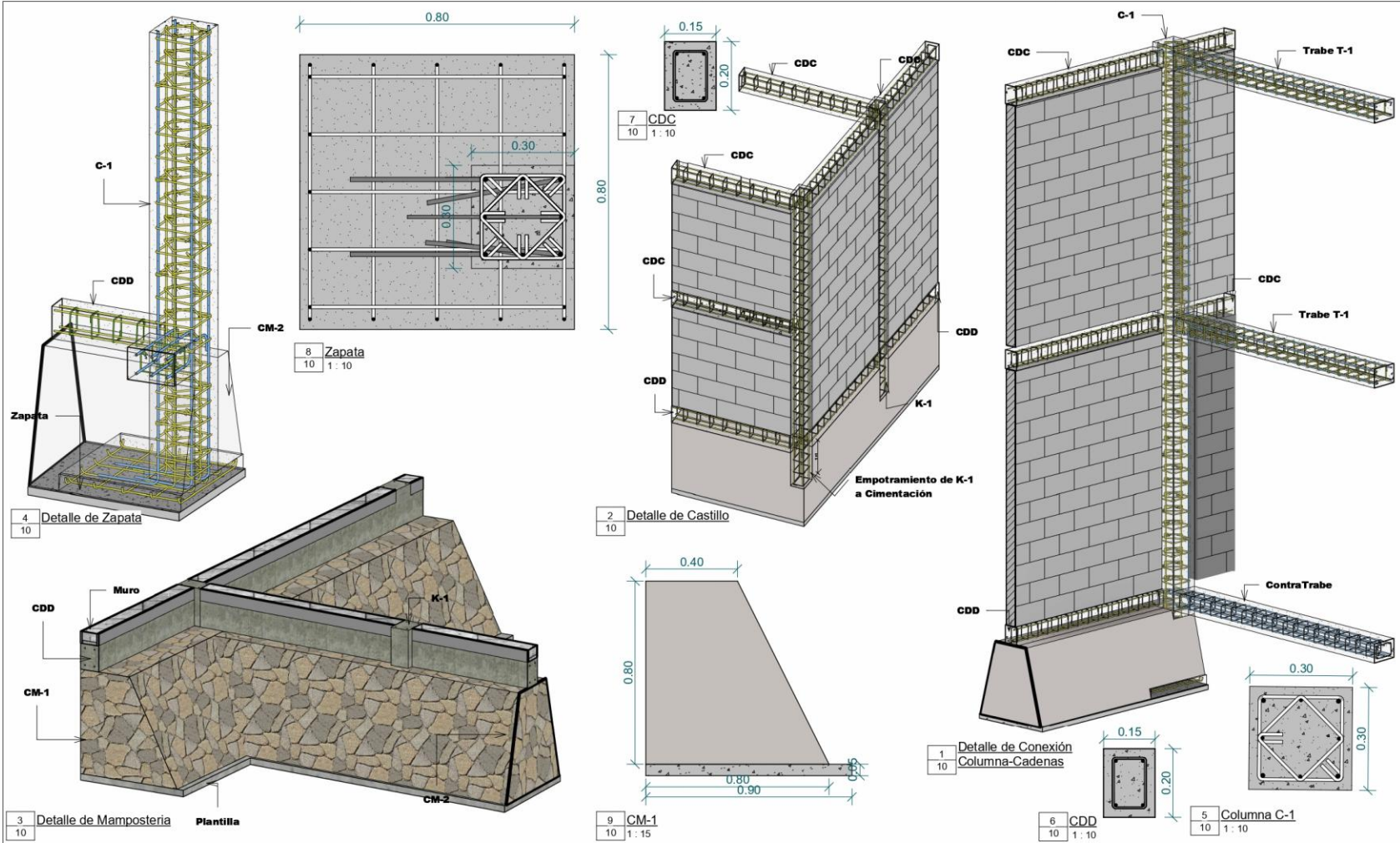
Escala:
Varias

Acotación:
Metros

Fecha:
Octubre 2025



Plano:
008

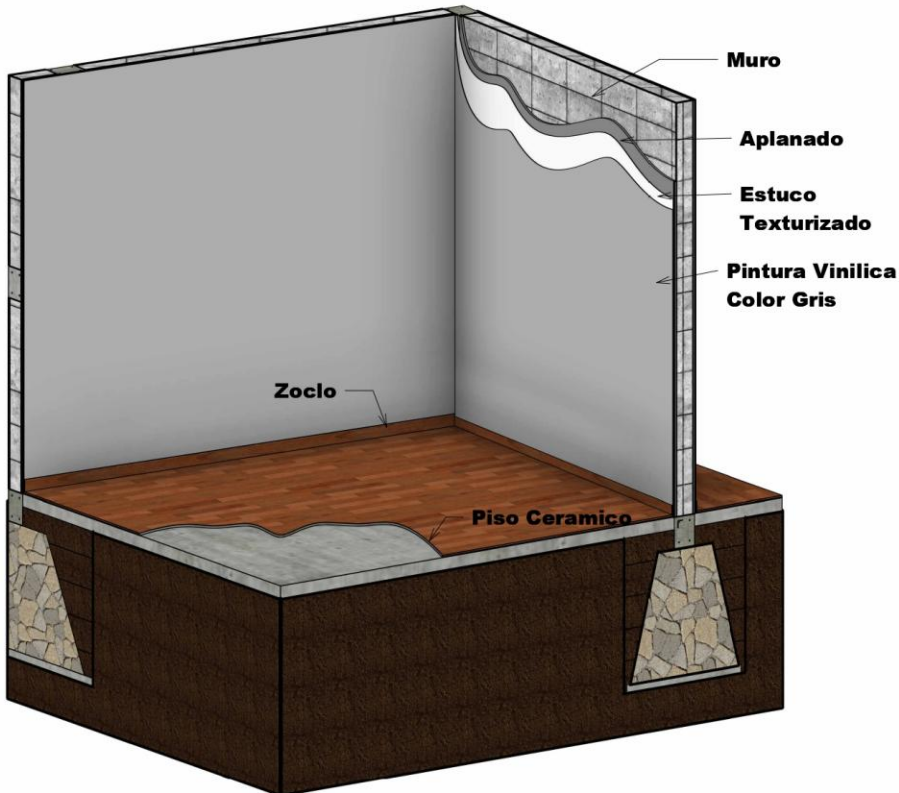


Proyecto:	Generación del modelo BIM en obra para la supervisión y control del proceso constructivo del centro de desarrollo comunitario de la comunidad de Guadalupe Victoria, Terrenate, Tlaxcala.
Plano:	Detalles
Realizó:	Mayte Fuentes Moreno
Revisó (Asesor Interno):	Ing. Miguel Ángel Daza Merino
Revisó (Asesor Externo):	Ing. Bernardo Romero Hernández

Escala:	Varios
Acotación:	Metros
Fecha:	Octubre 2025



Plano:
010



1	Acabados
11	



Proyecto:	Generación del modelo BIM en obra para la supervisión y control del proceso constructivo del centro de desarrollo comunitario de la comunidad de Guadalupe Victoria, Tenemeate, Tlaxcala.
Plano:	Acabados
Realizó:	Mayte Fuentes Moreno
Revisó (Asesor Interno):	Ing. Miguel Ángel Daza Merino
Revisó (Asesor Externo):	Ing. Bernardo Romero Hernandez

Escala:	Varios
Acotación:	Metros
Fecha:	Octubre 2025



Plano:
011

En los **planos 006 y 007 generados en Revit**, correspondientes a las instalaciones hidráulica y sanitaria, se observó que no coincidieron con los planos proporcionados originalmente por la empresa. Dichos planos iniciales, entregados por la empresa constructora, se incluyeron en el (Ver Anexo G), donde también se registraron las instalaciones hidráulicas y sanitarias los cuales presentaron discrepancias respecto a lo ejecutado en obra.

Además, a partir del modelo digital se generaron nuevos entregables, ya que la empresa no proporcionó planos 2D actualizados dentro del proyecto original. Con la metodología BIM, fue posible obtener planos 2D, planos 3D y renders que reflejaron con precisión la obra ejecutada. A continuación, se muestran los renders generados, los cuales evidenciaron la fidelidad del modelo respecto a la construcción real y complementaron la documentación técnica del proyecto.



Figura 126.- Render de Fachada Lateral. Fuente: Propia.



Figura 127.- Render de Fachada de C.D.C. Fuente: Propia.



Figura 128.- Render de Fachada de Baño. Fuente: Propia.

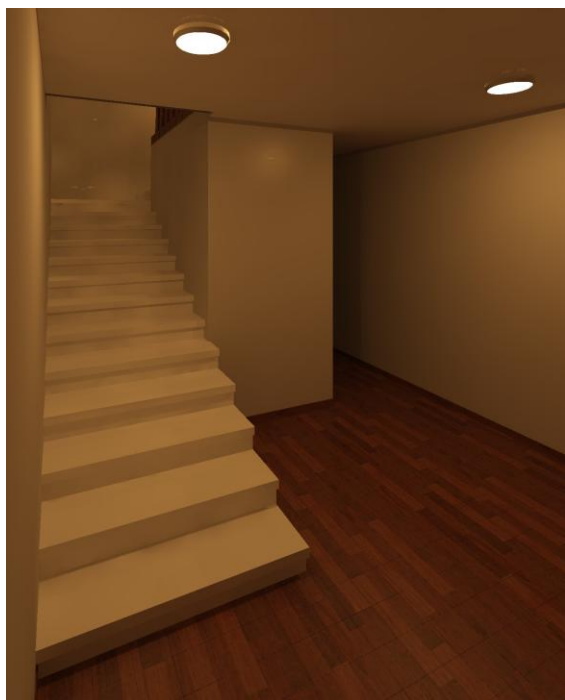


Figura 129.-Render de Vestíbulo P.B del (C.D.C). Fuente: Propia.



Figura 130.-Render de Salón de Usos Múltiples. Fuente: Propia.



Figura 131.-Render de Baños. Fuente: Propia.



Figura 132.- Render de P.A del C.D.C. Fuente: Propia.

Para visualizar la diferencia en la información disponible entre lo entregado por la empresa y lo desarrollado mediante BIM, se presenta la siguiente tabla comparativa apilada que muestra los tipos de entregables generados en cada caso, destacando la mejora en la documentación técnica obtenida con el uso de esta metodología.

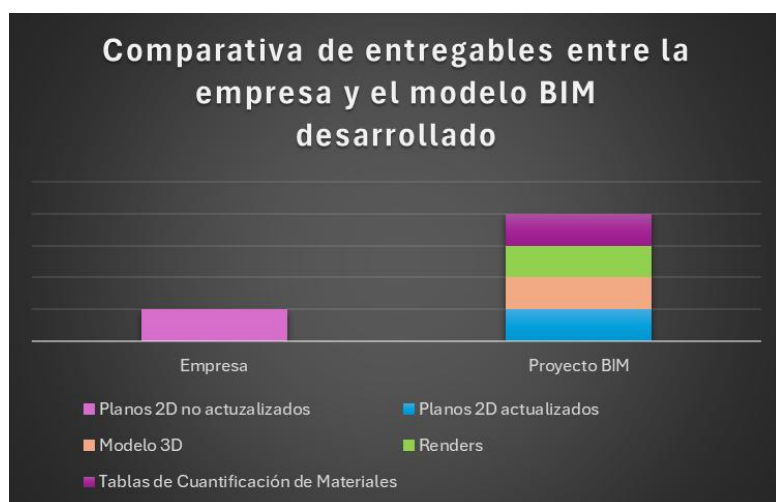


Figura 133.-Comparativa de Entregables entre la Empresa y el Modelo BIM Desarrollado. Fuente: Propia.

Los resultados obtenidos muestran un incremento significativo en la cantidad y calidad de los entregables generados mediante la metodología BIM. Mientras que la empresa únicamente proporcionó planos 2D sin actualización ni información cuantitativa, el desarrollo del modelo durante la supervisión del proceso constructivo del C.D.C permitió obtener planos 2D actualizados, vistas 3D, renders y tablas de cuantificación de materiales, lo que aseguró coherencia entre la planeación, la supervisión y la documentación final.

Al evaluar los beneficios derivados de la implementación del Modelo BIM en la supervisión del proceso constructivo del C.D.C, como se mencionó anteriormente, se observó que la empresa no proporcionó catálogos de conceptos ni estimaciones iniciales para las partidas del proyecto. Esta ausencia representaba un desafío importante para la supervisión y control del proceso constructivo, ya que dificultaba la cuantificación y verificación de los materiales y elementos ejecutados en obra. Por lo tanto, al implementar la metodología BIM, se logró obtener información precisa y confiable sobre las cantidades de materiales y elementos construidos.

A continuación, se presenta un resumen de las cantidades obtenidas mediante el Modelo BIM, organizado según las partidas trabajadas en el desarrollo del proyecto. Primero se muestran las cantidades de los elementos construidos por partida, y posteriormente los materiales utilizados para su realización de cada uno.

Tabla 88

Cimentación y Estructura – Cantidad de Elementos Obtenidos de Revit

Elemento	Unidad	Cantidad total
Excavación en Cepa	m3	53.8
Plantilla de Concreto	m3	2.73
Mampostería de Piedra Braza	m3	52.66
Zapatillas Aisladas	pzas	4
Columnas	pzas	4
Castillos	ml	143.8
Cadena de Desplante	ml	72.74
Cadena Intermedia	ml	22.24
Cadena de Cerramiento	ml	176.95
Trabe Tipo T – 1	ml	10.27
Losa Nervada	m2	267.26

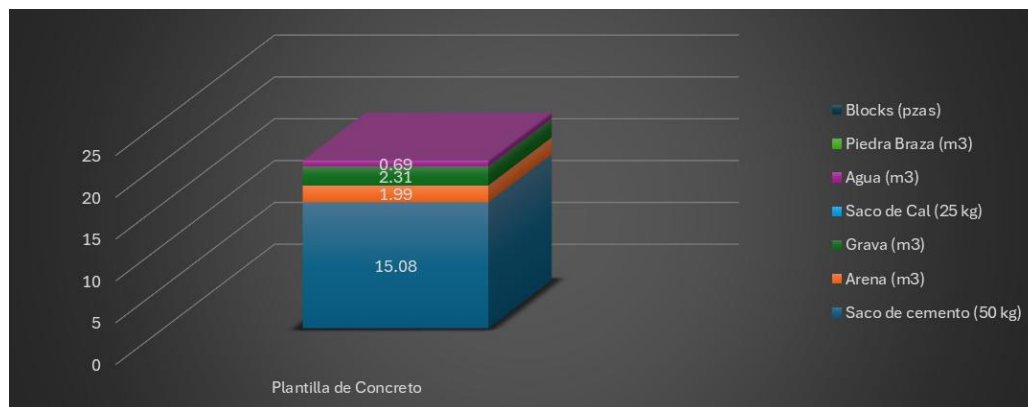


Figura 134.-Desglose de Materiales por Elemento: Plantilla. Fuente: Propia.



Figura 135.-Desglose de Materiales por Elemento: Mampostería de Piedra. Fuente: Propia.

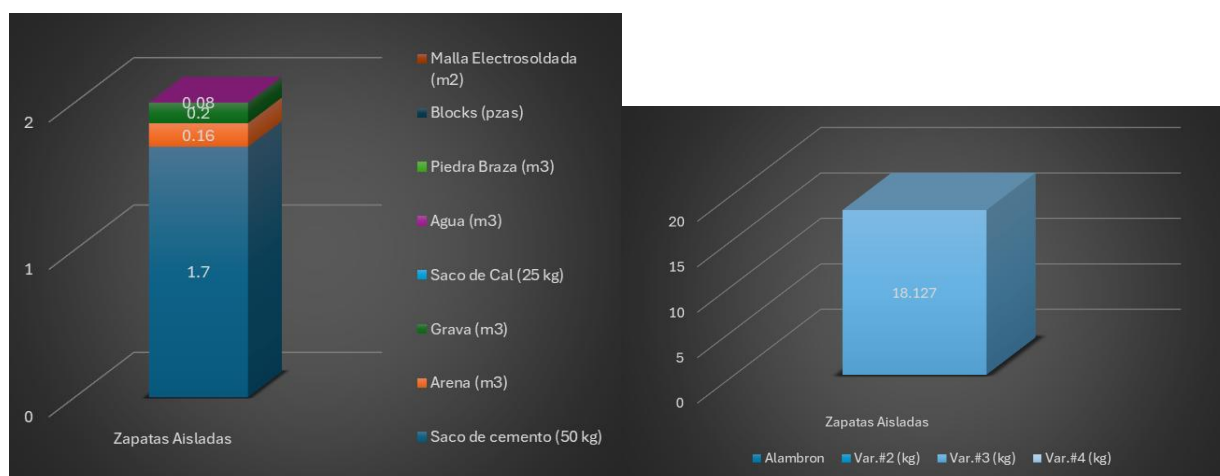


Figura 136.-Figura 131.-Desglose de Materiales por Elemento: Zapata. Fuente: Propia.

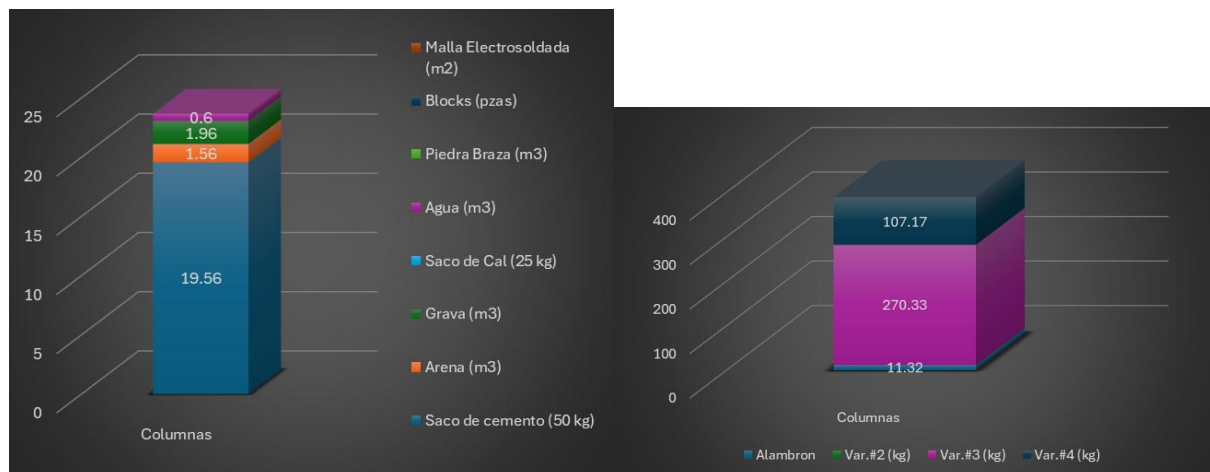


Figura 137.-Desglose de Materiales por Elemento: Columna. Fuente: Propia.

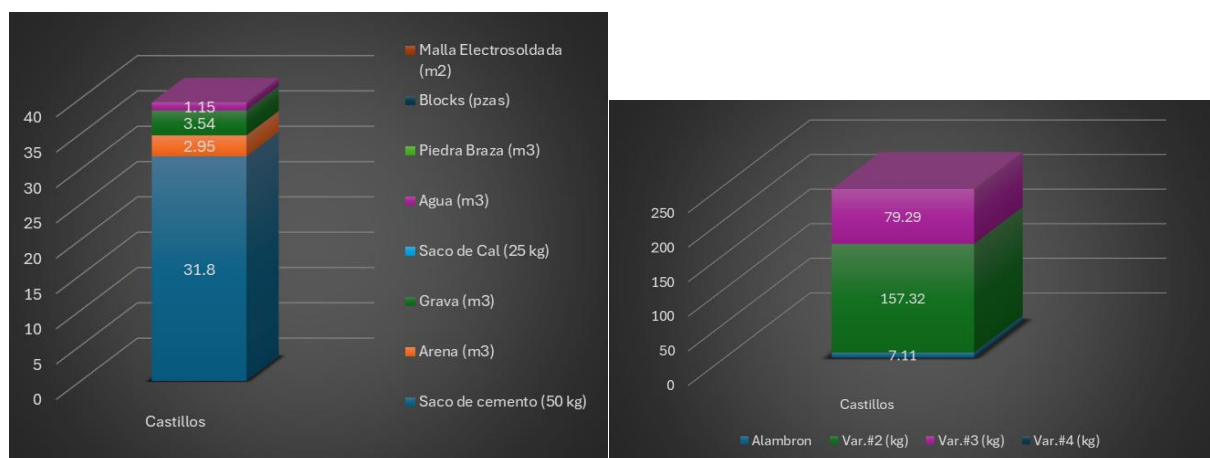


Figura 138.-Desglose de Materiales por Elemento: Castillos. Fuente: Propia.

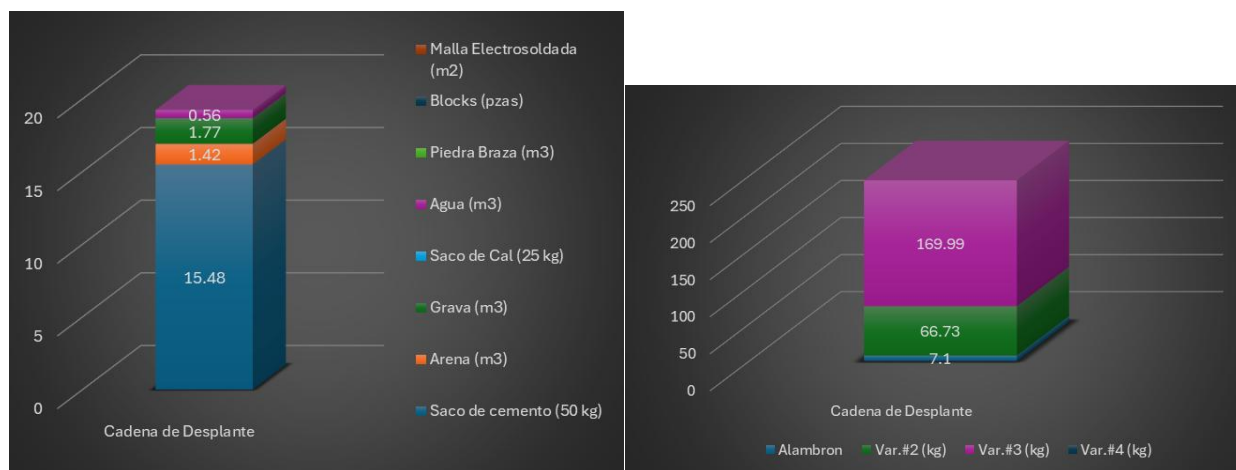


Figura 139.-Desglose de Materiales por Elemento: CDD. Fuente: Propia.

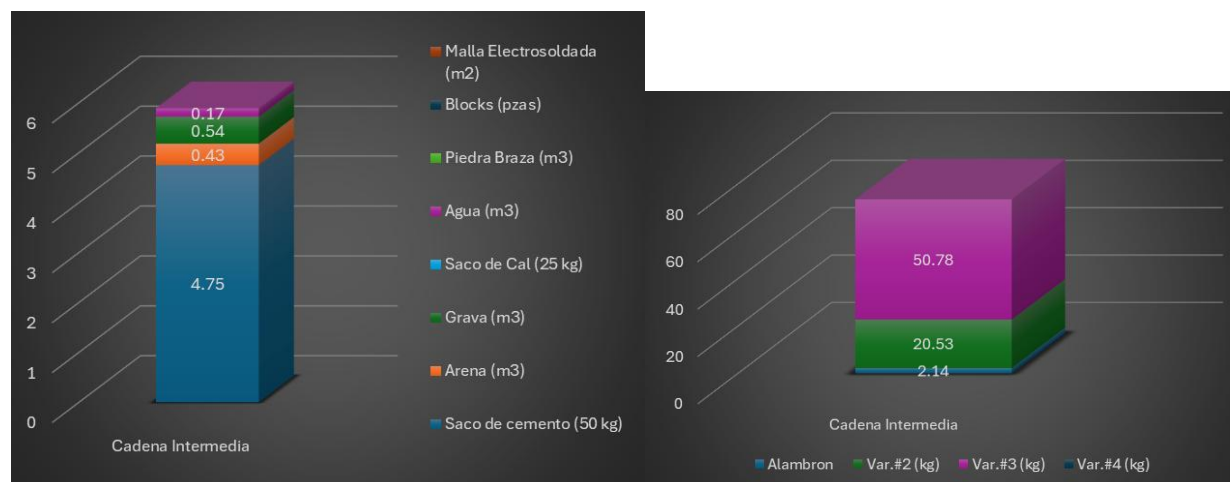


Figura 140.-Desglose de Materiales por Elemento: CDI. Fuente: Propia.

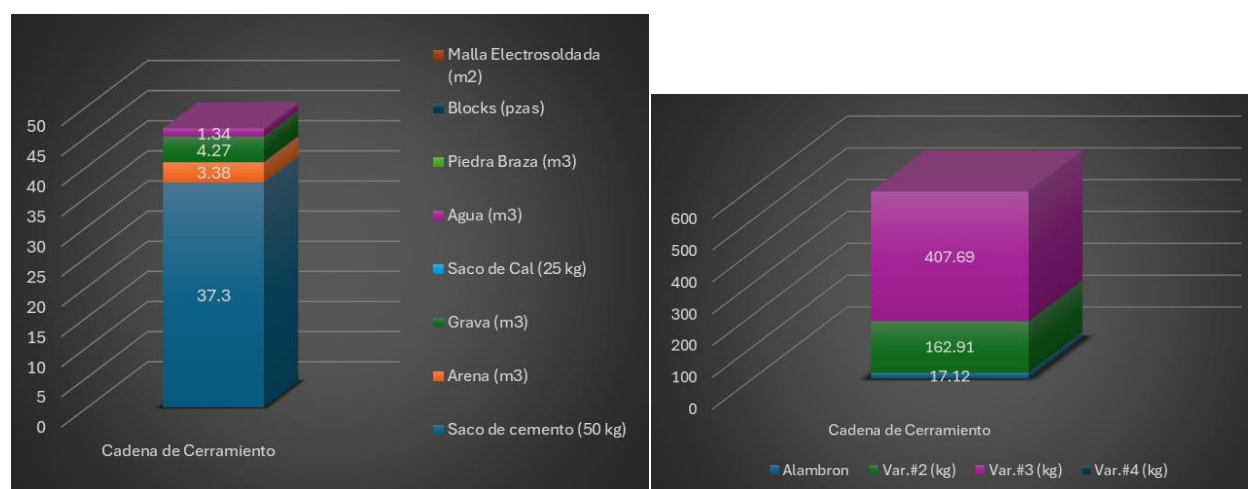


Figura 141.-Desglose de Materiales por Elemento: CDC. Fuente: Propia.

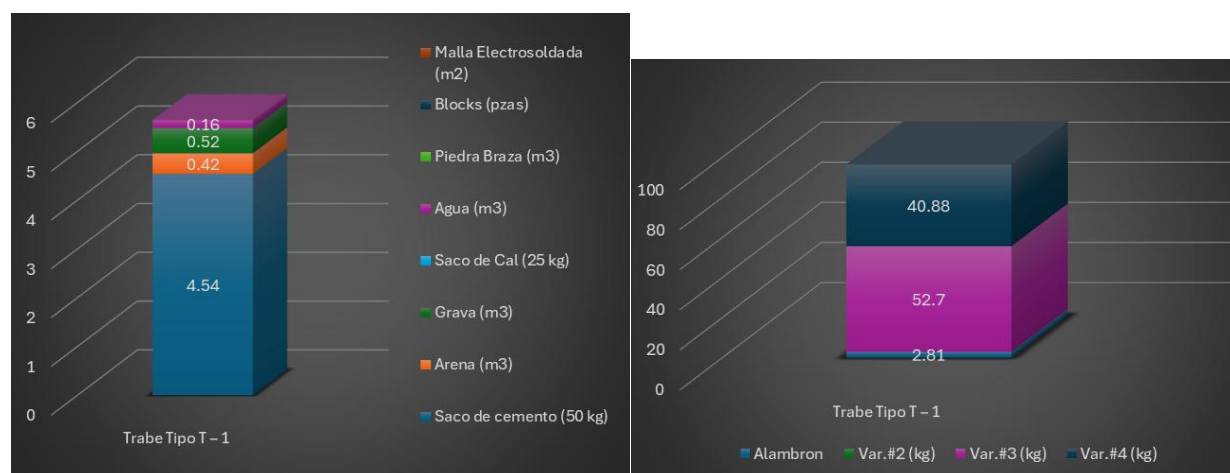


Figura 142.-Desglose de Materiales por Elemento: Trabe T-1. Fuente: Propia.

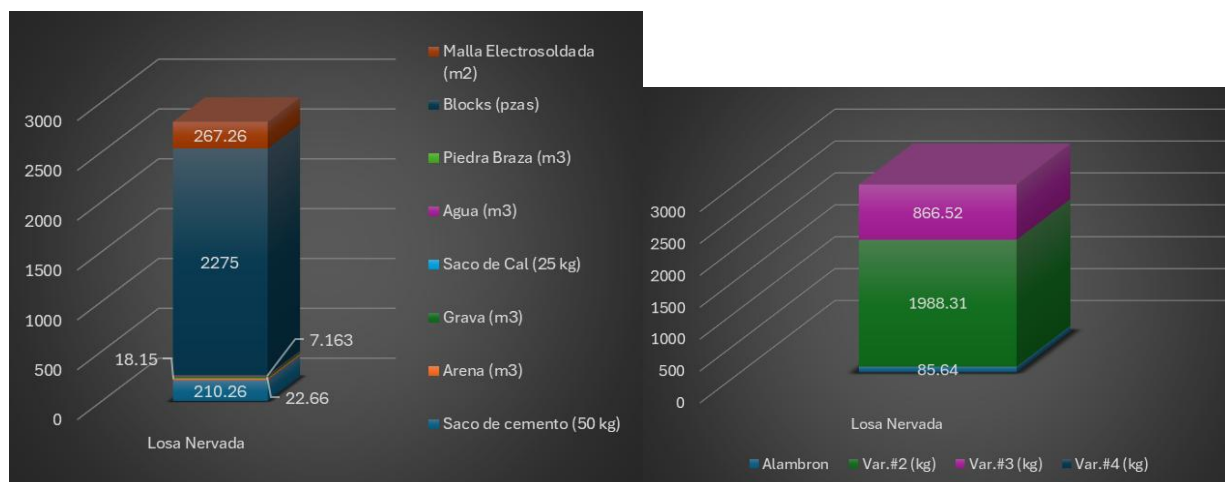


Figura 143.-Desglose de Materiales por Elemento: Losa Nervada. Fuente: Propia.

Tabla 89

Albañilería – Cantidad de Elementos Obtenidos de Revit

Elemento	Unidad	Cantidad total
Relleno de Cepas	m3	21.76
Firme	m2	108.37
Muros	m2	302.61
Aplanados de Plafones	m2	245.87
Aplanados de Muros	m2	567.63
Estuco en Plafones	m2	242.41
Estuco en Muros	m2	711.94
Pretil	ml	77.1
Impermeabilizante	m2	179.12
Base para Tinacos	pza	2
Escalera	pza	1

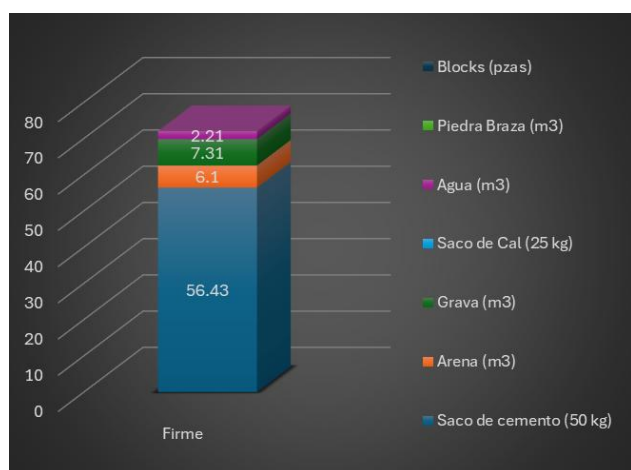


Figura 144.-Desglose de Materiales por Elemento: Firme. Fuente: Propia.

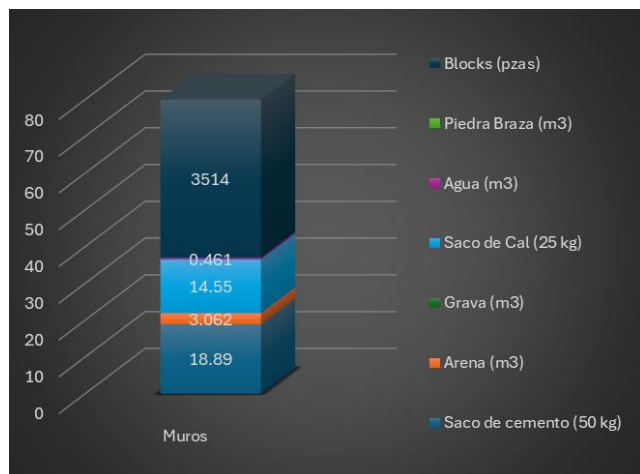


Figura 145.-Desglose de Materiales por Elemento: Muros. Fuente: Propia.



Figura 146.-Desglose de Materiales por Elemento: Aplanado de Plafones. Fuente: Propia.

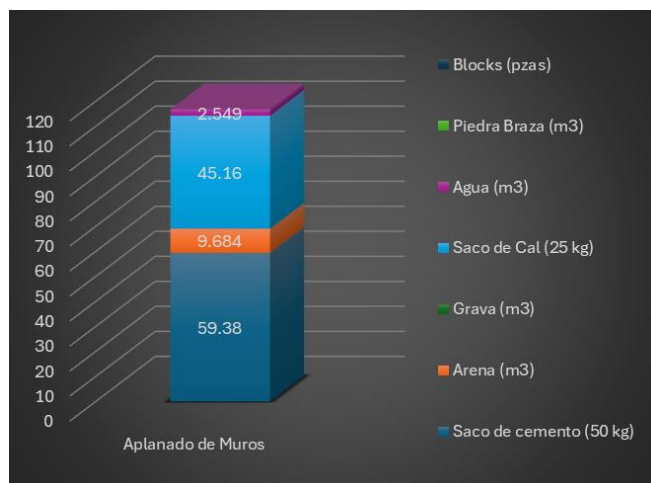


Figura 147.-Desglose de Materiales por Elemento: Base para Tinacos. Fuente: Propia.

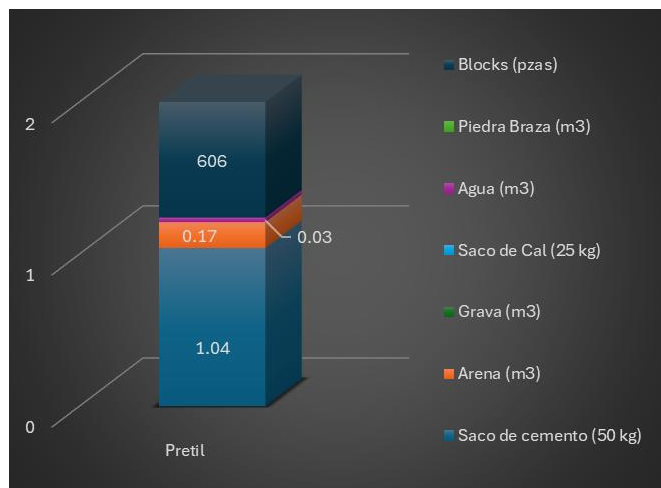


Figura 148.-Desglose de Materiales por Elemento: Pretil. Fuente: Propia.

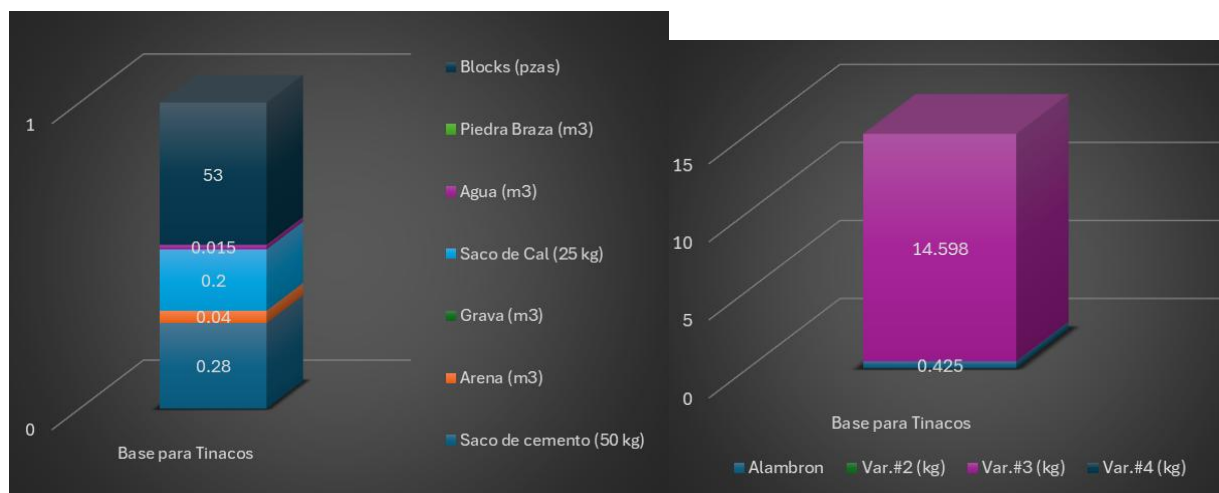


Figura 149.-Desglose de Materiales por Elemento: Base para Tinacos. Fuente: Propia.

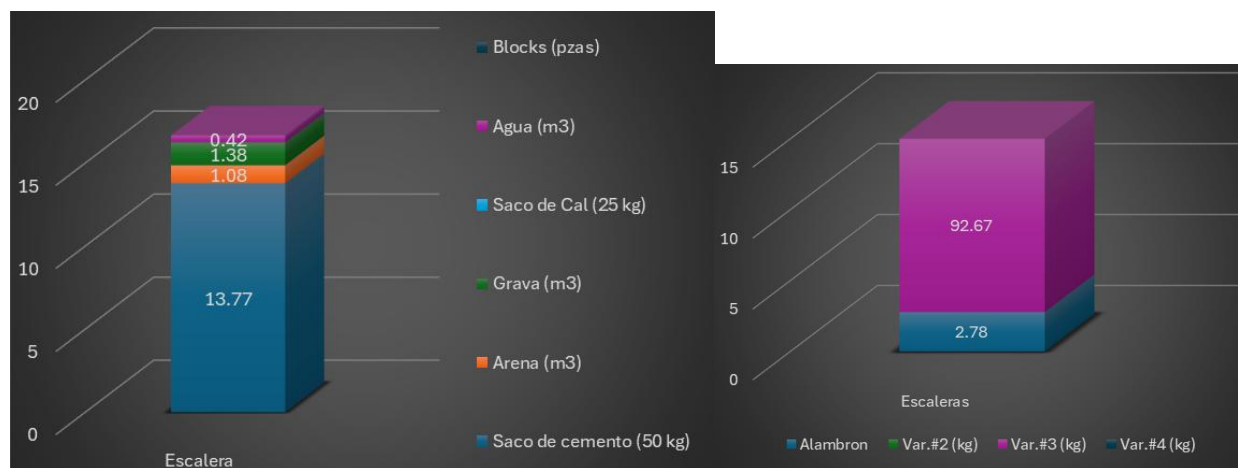
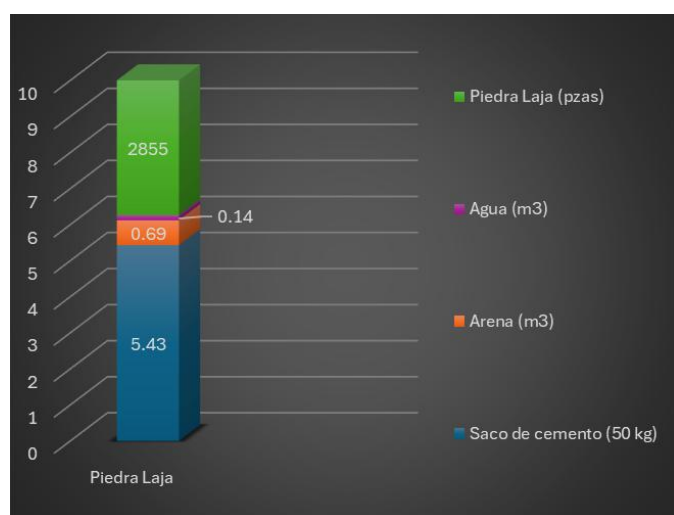


Figura 150.-Desglose de Materiales por Elemento: Escaleras. Fuente: Propia.

Tabla 90*Acabados – Cantidad de Elementos Obtenidos de Revit*

Elemento	Unidad	Cantidad total
Piso Ceramico	m2	290.09
Zoclo	ml	183.24
Pintura en Plafones	m2	264.31
Pintura en Muros	m2	532.68
Piedra Laja	m2	57.1
Letras 3D	pzas	11

*Figura 151.-Desglose de Materiales por Elemento: Piedra Laja. Fuente: Propia.***Tabla 91***Cancelería y Herrería – Cantidad de Elementos Obtenidos de Revit*

Elemento	Unidad	Cantidad total
Puertas	Pzas	11
Ventanas	Pzas	9

Tabla 92*Instalaciones – Cantidad de Elementos Obtenidos de Revit*

Elemento	Unidad	Cantidad total
Instalación Hidraulica	ml	58.32
Instalación Sanitaria	ml	57.98
Instalación Pluvial	ml	7.45



Figura 152.-Desglose de Materiales por Sistema: Instalación Hidráulica. Fuente: Propia.

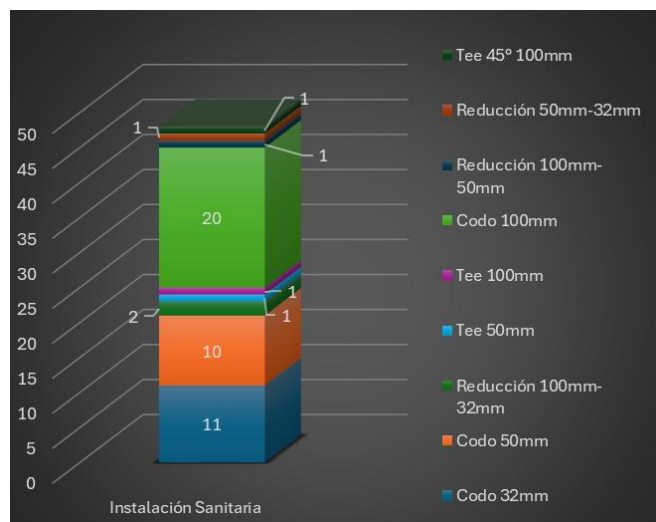


Figura 153.-Desglose de Materiales por Sistema: Instalación Sanitaria. Fuente: Propia.

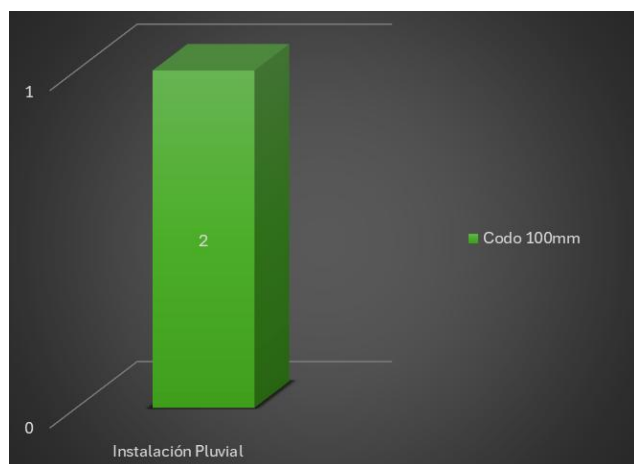


Figura 154.-Figura 147.-Desglose de Materiales por Sistema: Instalación Pluvial. Fuente: Propia.

Tabla 93

Acceso – Cantidad de Elementos Obtenidos de Revit

Elemento	Unidad	Cantidad total
Rampa de Acceso	Pzas	1
Escalones de Acceso	Pzas	1
Adoquin	m2	75.01

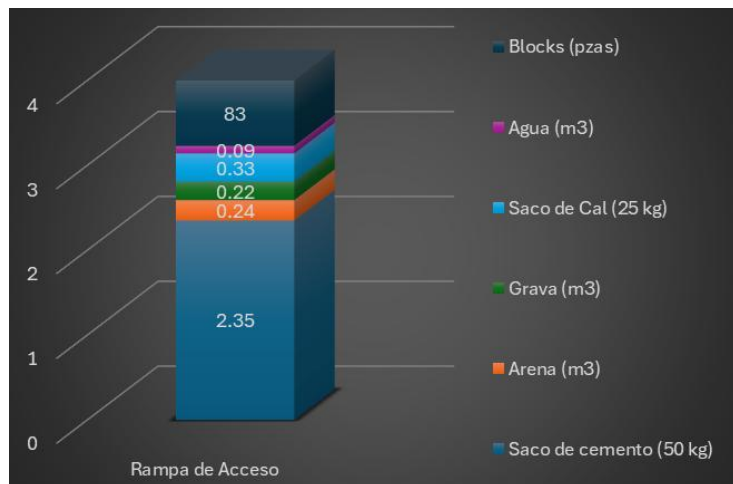


Figura 155.-Desglose de Materiales por Elemento: Rampa. Fuente: Propia.

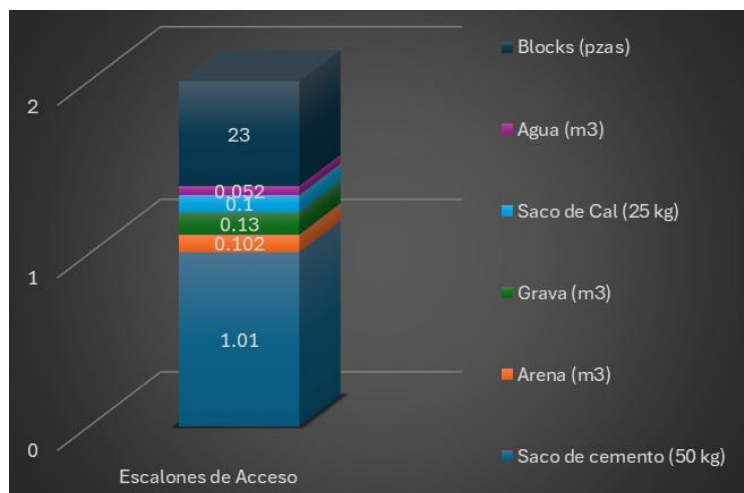


Figura 156.-Desglose de Materiales por Elemento: Escalones. Fuente: Propia.

De esta manera, el uso del Modelo BIM permitió suplir la falta de catálogos, aportando un control más efectivo y una supervisión en tiempo real de los trabajos ejecutados.

El modelo BIM no solo facilitó la detección de discrepancias entre planos y obra, sino que también sirvió como herramienta para la validación de la ubicación de elementos estructurales e instalaciones ocultas, garantizando que el avance no se viera afectado por errores no detectados. La actualización constante del modelo generó una representación precisa y funcional que apoyó la toma de decisiones, tanto para validar procesos en curso como para anticipar posibles escenarios constructivos.

La centralización de la información en una plataforma accesible y actualizada permitió mejorar la comunicación entre los equipos involucrados, lo que redujo la incertidumbre técnica y facilitó la toma de decisiones con base en datos precisos. Estos avances contribuyeron a una mejora significativa en la eficiencia del proceso constructivo, consolidando al modelo BIM como una herramienta estratégica de apoyo activo en la obra, especialmente en la evaluación continua y el seguimiento de las observaciones registradas hasta la finalización del proyecto.

Conclusiones

En conclusión, la implementación de la metodología BIM en tiempo real durante el proceso constructivo del Centro de Desarrollo Comunitario en Guadalupe Victoria, Terrenate, Tlaxcala, permitió alcanzar de manera satisfactoria los objetivos planteados en el proyecto de residencia profesional. A través del uso del modelo tridimensional actualizado conforme al avance físico, y el empleo de herramientas técnicas de supervisión, fue posible fortalecer el control de obra y generar información útil para la toma de decisiones. Esto se reflejó en el cumplimiento de los plazos y en el control de las actividades constructivas a través de tablas que registraron el progreso conforme a los planos y la normativa aplicable, lo cual garantizó que las actividades se ejecutaran dentro de los parámetros establecidos.

El registro fotográfico diario, que cubrió el **93.7%** de las actividades realizadas, permitió una documentación precisa y detallada de cada proceso, lo cual facilitó la supervisión y validación continua de la obra. Este enfoque también contribuyó a mejorar la organización y el análisis posterior de las actividades ejecutadas, mostrando un nivel de control y detalle que no siempre se logra con métodos tradicionales de supervisión.

El modelo BIM fue actualizado de manera continua, ya sea de forma diaria o semanal, conforme a los avances constructivos. Esta actualización constante permitió que el modelo digital siempre estuviera alineado con el avance físico de la obra. Este enfoque no solo favoreció la precisión de las actividades constructivas, sino que también facilitó la visualización y comprensión de los elementos en obra, algo que en modelos bidimensionales puede pasar desapercibido.

Además, el uso del modelo BIM en la toma de decisiones y la supervisión de las actividades constructivas mostró resultados positivos, especialmente al evaluar las observaciones registradas. La metodología permitió contar con una herramienta precisa para anticipar y resolver problemas

de manera eficiente, reduciendo la posibilidad de retrabajos y mejorando la calidad del proyecto. A nivel profesional, la experiencia proporcionó un aprendizaje valioso tanto en el uso de herramientas digitales como en el análisis crítico de la obra en tiempo real, favoreciendo el criterio ingenieril y la toma de decisiones fundamentadas.

El proyecto también aportó a la empresa un modelo digital actualizado conforme a lo construido, que podría ser utilizado como referencia para la fase de operación, mantenimiento o futuras modificaciones del inmueble. Asimismo, el uso de tablas de supervisión con enfoque normativo y técnico aportó un método de control que puede replicarse en otros proyectos con características similares, mejorando así los procesos de supervisión tradicional.

Se recomienda que, en futuras experiencias de residencia, el modelo BIM se integre desde el inicio del seguimiento constructivo, a fin de conservar la congruencia entre lo que se construye y lo que se modela. Además, se sugiere a la empresa fomentar la aplicación de esta metodología en otras obras públicas de pequeña y mediana escala, ya que no requiere grandes recursos tecnológicos y ofrece beneficios tangibles en términos de control y documentación técnica. Como mejora al proceso, se considera pertinente diseñar un sistema de organización de datos más automatizado, que permita agilizar la actualización del modelo en campo. No obstante, la experiencia fue formativa, útil y representó un ejercicio realista del ejercicio profesional de la ingeniería civil, aportando tanto al desarrollo técnico del residente como a las actividades de control constructivo de la empresa.

Competencias Desarrolladas

Durante el desarrollo del proyecto, se fortalecieron diversas competencias que contribuyen al desempeño profesional en el ámbito de la ingeniería civil.

Habilidades técnicas adquiridas:

Se perfeccionaron conocimientos en supervisión de obra, seguimiento de actividades constructivas y control de calidad, aplicando criterios normativos y técnicos. Se adquirió experiencia en el análisis de elementos estructurales y en la interpretación de planos. Además, se desarrolló un manejo eficiente de herramientas digitales, destacando el uso de software como Autodesk Revit para modelado tridimensional y generación de información técnica útil para la toma de decisiones en obra.

Habilidades blandas desarrolladas:

La experiencia también permitió fortalecer habilidades personales esenciales en el entorno profesional. Se mejoró la capacidad de trabajar en equipo, tanto con personal técnico como de campo, fomentando una comunicación clara y efectiva. Se ejerció el liderazgo en la organización de actividades y la coordinación de información, así como la toma de decisiones oportunas ante situaciones imprevistas. Asimismo, se practicó la resolución de problemas mediante el análisis crítico y la adaptación a las condiciones reales de la obra.

En conjunto, estas competencias permiten un desempeño más integral, combinando el dominio técnico con una actitud proactiva, colaborativa y orientada a resultados.

Referencias

- Asociación Nacional de Industriales del Presfuerzo y la Prefabricación A.C. (2022). *GUÍA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) PARA SISTEMAS PREFABRICADOS DE CONCRETO*. ANIPPAC. <https://anippac.org.mx/wp-content/uploads/2022/09/Guia-BIM-para-sistemas-prefabricados-de-concreto-ANIPPAC-11-AGO-22.pdf>
- Colegio de Ingenieros Civiles de México A.S. (s.f.). *¿Qué es la ingeniería civil?..*
<https://cicm.org.mx/>
- Comisión Nacional de Vivienda. (2023). *RECOMENDACIONES PARA INSTALACIONES EN LA VIVIENDA*. CONAVI.
<https://siesco.conavi.gob.mx/doc/tecnicos/instalaciones/Recomendaciones%20para%20Instalaciones.pdf>
- Díaz infante de la Mora, L. A. (2023). *Curso de edificación* (4.aed.). México. Trillas.
- Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. (2014). *NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA ESTUDIOS, PROYECTOS, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIONES*. Volumen 6: Edificación, Tomo II: Obras Preliminares. INIFED.
<https://siesco.conavi.gob.mx/doc/tecnicos/instalaciones/Recomendaciones%20para%20Instalaciones.pdf>
- Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. (2014). *NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA ESTUDIOS, PROYECTOS, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIONES*. Volumen 6: Edificación, Tomo V: Muros. INIFED.
https://imife.edomex.gob.mx/sites/imife.edomex.gob.mx/files/files/Normas%20y%20Especificaciones/Volumen_6_Tomo_V.pdf

Instituto para la Seguridad de las Construcciones en la Ciudad de México. (2023). Norma técnica complementaria para diseño y construcción de estructuras de concreto.

https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/b3c4f4ff37241d0a93cc6742a8b0bf2f.pdf

Instituto para la Seguridad de las Construcciones en la Ciudad de México. (2023). Norma técnica complementaria para diseño y construcción de cimentaciones.

https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/b3c4f4ff37241d0a93cc6742a8b0bf2f.pdf

Instituto para la Seguridad de las Construcciones en la Ciudad de México. (2023). Norma técnica complementaria para diseño y construcción de estructuras de mampostería.

https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/b3c4f4ff37241d0a93cc6742a8b0bf2f.pdf

Secretaría de Desarrollo Social. (2016). *Modelo de operación para los Centros de Desarrollo Comunitario*. SEDESOL.

https://gobiernoabierto.pueblacapital.gob.mx/transparencia_file/sedeso/2016/77.fracc15a/mod.op.cdc.pdf

Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (2019). ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELADO DE INFORMACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN (MIC) EN MÉXICO. SHCP.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/473961/Plan_estrategico_MIC.PDF

Secretaría de Obras Públicas, Desarrollo Urbano y Vivienda (SECODUVI) (2018). Normas Técnicas de la Ley de la Construcción del Estado de Tlaxcala.

<https://sfp.tlaxcala.gob.mx/pdf/normateca/Normas%20T%C3%A9cnicas%20de%20la%20Ley%20de%20la%20Construcci%C3%B3n%20del%20Estado%20de%20Tlaxcala..pdf>

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2011). *NORMA Oficial Mexicana NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo*. STPS.

<https://asinom.stps.gob.mx/upload/noms/NOM-031.pdf>

Solorio, R. (15 de Mayo de 2023). *La Gestión de Activos como prerrequisito para la aplicación de BIM en gestión de carreteras*. [Notas núm. 201, Artículo 2] Instituto Mexicano del

Transporte (IMT). [https://imt.mx/resumen-](https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=574&IdBoletin=202&utm_source)

[boletines.html?IdArticulo=574&IdBoletin=202&utm_source](https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=574&IdBoletin=202&utm_source)

Vázquez Paulino, J. C., Backhoff Pohls, M. Á., Morales Bautista, E. M., & González Moreno, J. O. (2023). *GeoBIM aplicado al transporte* (Publicación Técnica No. 743). Instituto Mexicano del Transporte.

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt743.pdf>

Villanueva, E. (2016). *Arquitectura Forense*. Editorial: Flores.

Anexos

Anexo A. Carta de No Inconveniencia Otorgada por la Empresa. Fuente: Propia.



TEL. 241 118 5899

RFC. ROHB9608213S2



Terrenate, Tlaxcala, 26 de Mayo de 2025

ASUNTO: CARTA DE NO INCONVENIENCIA

DRA. YESICA IMELDA SAAVEDRA BENÍTEZ
DIRECTORA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
PRESENTE

Por medio de la presente, se hace constar que la C. **Mayte Fuentes Moreno** de la carrera de **Ingeniería Civil** y con número de control **20370251**, ha concluido satisfactoriamente su Proyecto de Residencia Profesional y aspira a obtener el título profesional con el informe del proyecto denominado **"Generación del modelo BIM en obra para la supervisión y control del proceso constructivo del centro de desarrollo comunitario de la comunidad de Guadalupe Victoria, Terrenate, Tlaxcala."**, que realizó en un período del **17 de Enero de 2025 a 26 de Mayo de 2025**.

Por lo que no se tiene ningún inconveniente en extender la presente carta, para que dicho proyecto se utilice únicamente para los fines antes mencionados y se concede la autorización para su uso ante el **Instituto Tecnológico de Apizaco**, con el fin de que la interesada alcance su objetivo.

Atentamente



ING. BERNARDO ROMERO HERNANDEZ
REPRESENTANTE LEGAL



CALLE LAS TORTUGAS GUDALUPE VICTORIA MUNICIPIO DE TERREBATE TLAX.

Anexo B. *Formato de Supervisión y Control de Actividades. Fuente: Propia.*

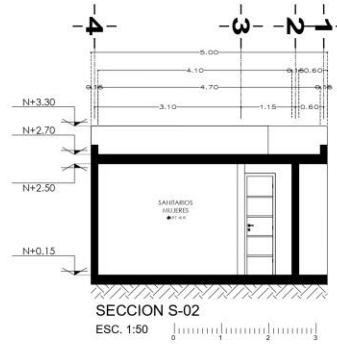
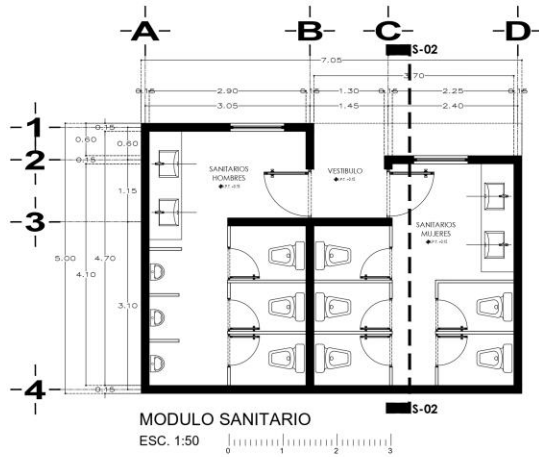
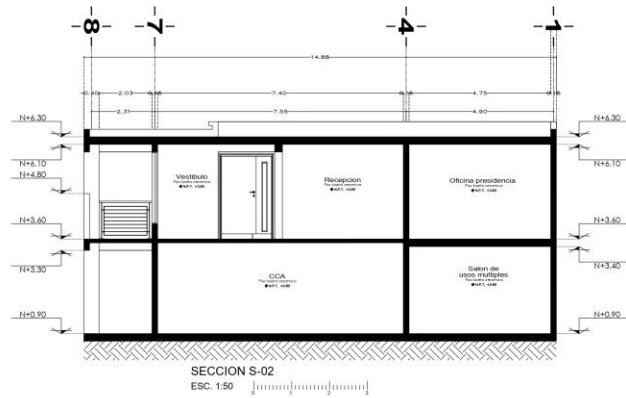
Supervisión y Control – (Nombre de Actividad)										
Ubicación: Guadalupe Victoria, Terrenate, Tlaxcala. Responsable: Supervisor de Obra (Mayte Fuentes Moreno)			Proyecto:	Generación del modelo BIM en obra para la supervisión y control del proceso constructivo del centro de desarrollo comunitario de la comunidad de Guadalupe Victoria, Terrenate, Tlaxcala.						
Elemento Supervisado	¿Se cumple?			Observaciones de Supervisión	Estatus del proceso		¿Cómo se controló?(acción correctiva)	Verificación posterior a la acción correctiva	¿Se autorizó continuar?	
	Si	No			Realizado	En proceso			Si	No
				No hay registro	Detenido					
Firma del Supervisor y/o responsable que autoriza la revisión										
Firma del Director y/o residente responsable										

Anexo C. *Desglose de Acero Utilizado por cada Columna. Fuente: Propia.*

[illegible]

Anexo D. Tabla de Cantidad de Acero en Trabe T - 1 de Niveles 1 y 2, Generada por Revit. Fuente: Propia.

<TRA-ARM-01-Acero en Trabe T - 1 en Niveles 1 y 2 (C.D.C)>																									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
Cod. ID	Nom.Elemen	Fecha de Ejecu	Eje	Entre ejes	Ubicación	Nº Long	Nº.Trans	Nº.Colum	Long(pzas)	Trans(pzas)	Colum(pzas)	Long.Long	Long.Trans	Long.Colum	ML.Long	ML.Trans	ML.Colum	Kg.Long	Kg.Trans	Kg.Colum	Peso.Long	Peso.Trans	Peso.Colum	Kg Alam	Kg Total
TRA-001	Trabe T - 1	11/03/2025	2	B - C	Nivel 1 (C.D.C)	4	3	3	4	40	2	5.17	0.91	5.42	20.686	36.58	10.84	0.9881	0.5558	0.5558	20.44	20.33	6.02	1.40	48.20
TRA-002	Trabe T - 1	22/04/2025	2	B - C	Nivel 2 (C.D.C)	4	3	3	4	40	2	5.17	0.91	5.42	20.686	36.56	10.84	0.9881	0.5558	0.5558	20.44	20.32	6.02	1.40	48.19
Total general: 2																					40.88	40.65	12.05	2.81	96.39



Creque de localización:

Fecha de entrega:

Proyecto:

Presidencia de Comunidad
GUADALUPE VICTORIA

Unidad:

Remodelación
AMPLIACIÓN

Municipio de Terrenate

Arquitectónico

Autores:

Presidente M. Ing. Ezequiel Basso Olvera Cruz
Secretario Lic. David Hernández León
Director de Obras Ing. Ricardo Romero Hernández

Diseño de Proyecto:

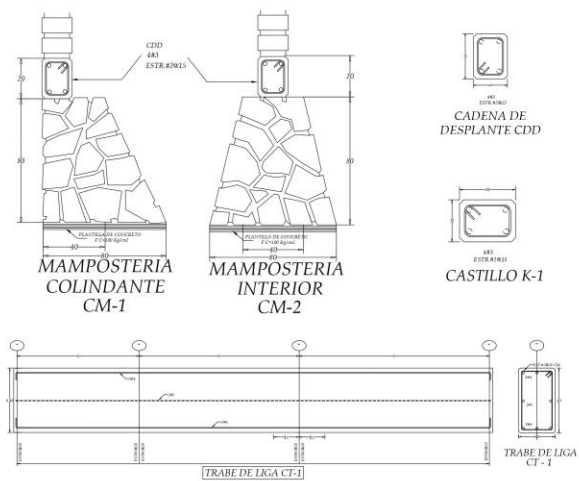
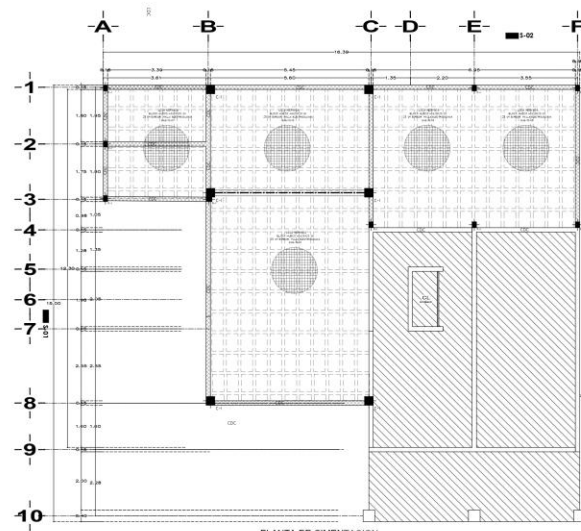
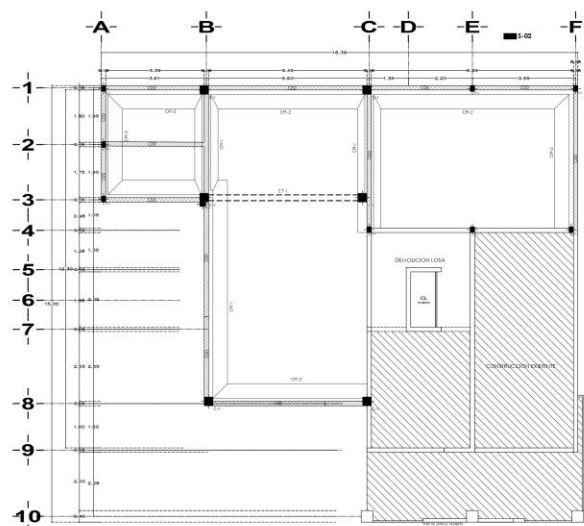
Nombre: Arq. Juan Carlos Romero Vázquez
Cédula P. 12768848

Escala gráfica:

Fecha: 18/ Enero /2023
Escala: 1:75
Obra: A23 Juan Carlos Romero Vázquez

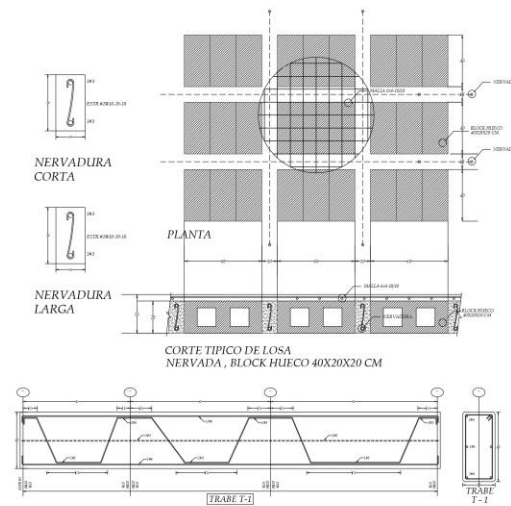
Colección:

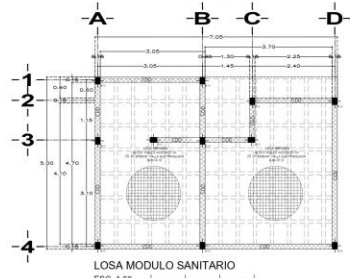
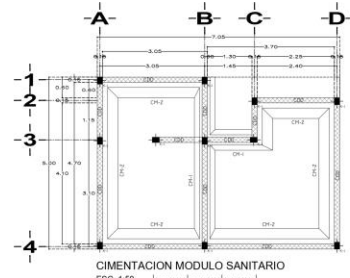
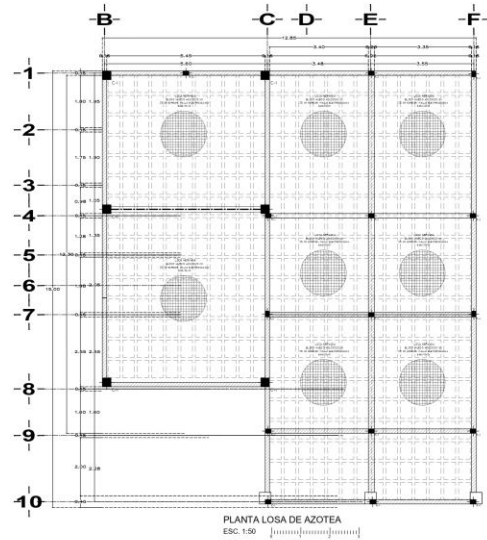
A 02



SIMBOLOGÍA

- | | |
|--|--|
| | INDICA CONTRA CONTRA TRABE |
| | INDICA CADENA DE DESPLANTE A BASE DE ARMEX. |
| | INDICACADENA DE CERRAMIENTO A BASE DE ARMEX. |
| | INDICA EJE DE TRABE |
| | INDICA VIGA DE ACERO IPR |
| | INDICA CASTILLO. |
| | INDICA CASTILLO NACE EN LOSA. |
| | INDICA COLUMNA. |
| | INDICA ZAPATA AISLADA DE CONCRETO REFORZADO |

[illegible]



NOTAS ESTRUCTURALES

- 1.- MATERIALES:
A) CONCRETO HECHO EN OBRA, RESISTENCIA $f_c = 200 \text{ KG/CM}^2$, AGREGADO MAXIMO DE 19 MM CLASE 1, EN CIMENTACION, CADENAS Y LOSA DE ENTREPISO, CONCRETO HECHO EN OBRA, RESISTENCIA $f_c = 150 \text{ KG/CM}^2$, AGREGADO MAXIMO DE 19 MM CLASE 1, PARA CERRAMIENTOS Y CASTILLOS.
B) EL PESO VOLUMETRICO DEL CONCRETO FRESCO SERA COMO MINIMO 2200 KG/M³.
C) ACERO DE REFUERZO CON UN $F_y = 2400 \text{ KG/CM}^2$, EXCEPTO LA DEL No. 2 QUE SERA DE 2430 KG/CM².
- 2.- LAS LONGITUDES DE ANCLAJE Y TRASLAPE DE LAS VARILLAS CUMPLIRAN CON LA SIGUIENTE TABLA A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA EN EL DIBUJO:

CALIBRE	DIAMETRO	LONGITUD ANCLAJE (cm)	LONGITUD TRASLAPE (cm)
No. 2	1/8"	17.0 cm	30 cm
No. 3	3/16"	24.0 cm	30 cm
No. 4	1/4"	30.0 cm	30 cm
No. 5	5/16"	38.0 cm	30 cm
No. 6	3/8"	45.0 cm	30 cm
No. 7	7/16"	53.0 cm	30 cm
No. 8	1"	70.0 cm	30 cm

- 3.- NO DEBERA TRASLAPARSE MAS DEL 50 % DEL REFUERZO EN UNA MISMA SECCION.
- 4.- LOS DOBLICES EN LAS VARILLAS SE HARAN EN FRIO SOBRE UN PERNO DE DIAMETRO MINIMO IGUAL A 8 VECES EL DIAMETRO DE LA VARILLA (VER FIG. 1).
- 5.- EN TODOS LOS DOBLICES PARA ANCLAJES O CAMBIO DE DIRECCION EN VARILLAS, DEBERA COLOCARSE UN PASADOR ADICIONAL DE DIAMETRO IGUAL O MAYOR QUE EL DIAMETRO DE LA VARILLA (VER FIG. 2).



- 6.- LA DISTANCIA MINIMA EN ZONA DE TRASLAPE, SERA DE 40 VECES EL DIAMETRO DE LA VARILLA MAYOR.

7.- RECUBRIMIENTOS:

ALREDEDOR DE COLUMNAS	3 CM
BENJOLAS Y CASTILLOS	1.5 CM
CEN. LOSAS	2.0 CM
SI EN TRAMITE	3.0 CM

PARAMETROS DE DISEÑO:

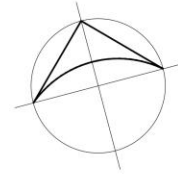
- 1.- REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL ESTADO DE TLAXCALA.
- 2.- NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL.
- 3.- SE CONSIDERO UN COEFICIENTE SISMICO DE 0.14 Y UN FACTOR DE COMPORTAMIENTO SISMICO DE 2.
- 4.- CARGA VIVA EN:
- AZOTEAS HORIZONTALES 100 kg/m²

NOTAS DE CIMENTACION:

- 1.- SE CONSIDERO AL TERRENO UNA CAPACIDAD DE CARGA DE 15 ton/m².
- 2.- LA PROFUNDIDAD MINIMA DE DESPLANTE SERA DE 60 cm BAJO EL NIVEL DE TERRENO NATURAL.
- 3.- LOS RELLENOS Y SOBRE ELEVACIONES SE HARAN CON TERRESTRE LIMPIO DE BANCO COMPACTADO EN CAPAS DE 20 cm DE ESPESOR CON HUMEDAD CERCANA A LA OPTIMA.
- 4.- LA CIMENTACION SE HARA SOBRE SUELO SANO Y FIRME QUE GARANTICE LA CAPACIDAD DE CARGA CONSIDERADA.

NOTAS GENERALES:

- 1.- ACOTACIONES EN CENTIMETROS Y NIVELES EN METROS, EXCEPTO LAS INDICADAS EN OTRAS UNIDADES.
- 2.- CONCRETO CLASE $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, PESO VOLUMETRICO MINIMO DE 2.2 ton/m³.
- 3.- ACERO GIRADO DUREZ CON LIMITE DE FLENCIA MINIMO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ EXCEPTO EL REFUERZO #2 QUE SERA GIRADO ESTRUCTURAL CON MINIMO $f_y = 2300 \text{ kg/cm}^2$.
- 4.- TODAS LAS VARILLAS LONGITUDINALES DEBERAN TRASLAPARSE Y ANCLAJE EN EL ELEMENTO DE APOYO EXTREMO EN UNA LONGITUD DE 40 VECES EL DIAMETRO DE LA VARILLA.
- 5.- NO DEBERA TRASLAPARSE MAS DEL 30% DEL REFUERZO EN UNA MISMA DIRECCION.
- 6.- RECUBRIMIENTOS LIBRES EXCEPTO CUANDO SE INDIQUE OTRO VALOR:
TRABES 2.0 cm
CADENAS 1.5 cm
CASTILLOS 1.5 cm
COLUMNAS 2.0 cm
- 7.- NO TOMAR A ESCALA LAS COTAS.
- 8.- PARA DIMENSIONES GENERALES Y DETALLES CONSULTENSE LOS PLANOS ARQUITECTONICOS CORRESPONDIENTES Y EN CASO DE DISCREPANCIA CON LOS ESTRUCTURALES SOLICITE ACLARACION AL PROYECTISTA DE LA ESTRUCTURA.
- 9.- NO SE PODRAN MODIFICAR LAS DIMENSIONES NI ARMADOS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES SIN LA AUTORIZACION POR ESCRITO DEL PROYECTISTA DE LA ESTRUCTURA.



Croquis de localización:

Notas generales:

El presente proyecto es una obra de ingeniería civil, la cual se realizó con el fin de mejorar las condiciones de habitabilidad de la comunidad, mediante la construcción de una estructura de concreto armado, que permita mejorar las condiciones de habitabilidad de la comunidad.

Resumen:

Objetivo:

Metas:

Indicadores:

Resultados:

Conclusiones:

Recomendaciones:

Referencias:

Fecha:

Lugar:

Proyecto:

Cliente:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

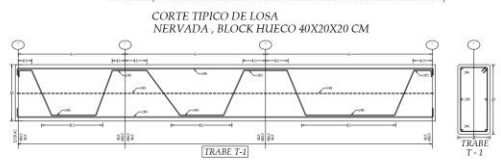
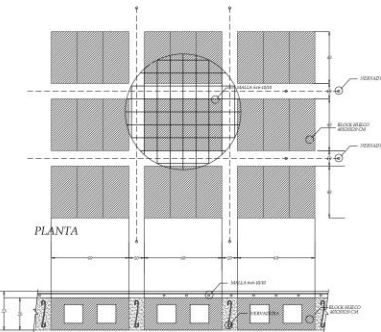
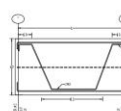
Proyecto:

Proyecto:

Proyecto:

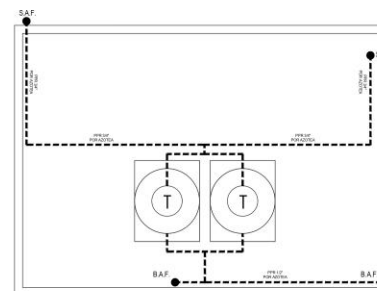
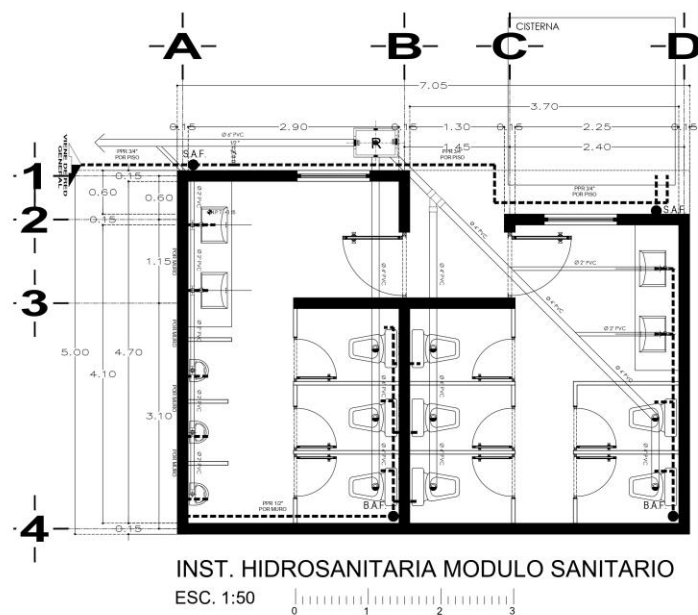
SIMBOLOGÍA

- INDICA CONTRA CONTRA TRABE
- INDICA CADENA DE DESPLANTE A BASE DE ARMEX.
- INDICA CADENA DE CERRAMIENTO A BASE DE ARMEX.
- INDICA EJE DE TRABE
- INDICA VIGA DE ACERO IPR
- INDICA CASTILLO.
- INDICA CASTILLO NACE EN LOSA.
- INDICA COLUMNA.
- INDICA ZAPATA AISLADA DE CONCRETO REFORZADO



TRABE T-1

TRABE T-1



INST. HIDROSANITARIA AZOTEA
ESC. 1:50

CUADRO DE ALTURAS CONVENCIONALES		
A) LLAVES DE EMPOTRAR EN REGADERA		1.14 M.
B) REGADERA		2.02 M.
C) JABONERA Y CEPILLERO		0.97 M.
D) FREGADOR		0.89 M.
E) LAVABO		0.85 M.
F) PORTA ROLLO		0.40 M.
G) PORTA TOALLAS		0.90 M.
H) GANCHO PARA TOALLA		1.90 M.
I) LAVADERO		0.85 M.
J) JABONERA REGADERA		0.90 M.
K) CONTACTO (COCINA) Y APAGADORES		1.10 M.
L) CONTACTOS BAÑOS		0.40 M.
M) CONTACTOS CAMPANA EN COCINA		2.10 M.
N) ARBOTANTE EN MURO		1.90 M.
O) ARBOTANTE EN CUBO DE LUZ O BOMBO		2.60 M.
P) SAUDAS AGUA FRIA Y CALIENTE		0.55 M.
Q) SAUDAS AGUA EN PATIOS (LAVADERO, LAVADORA)		1.10 M.
R) SAUDAS DE GAS EN MURO		0.50 M.
S) DESCARGAS SANITARIAS EN MURO		0.45 M.

SIMBOLOGIA	
	COLUMPIO
	SALIDA HIDRAULICA
	AGUA FRIA
	AGUA CALIENTE
	LLAVE NARIZ
S.A.F.	SUBE COL./AGUA FRIA
S.A.C.	SUBE COL./AGUA CAL.
B.A.F.	BAJA COL./AGUA FRIA
B.A.C.	BAJA COL./AGUA CAL.

[illegible]

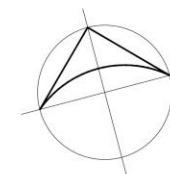
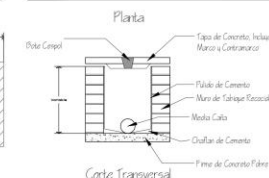
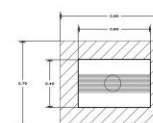
SIMBOLOGIA

	REVESTIDO PLÁSTICO DE 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390, 400, 410, 420, 430, 440, 450, 460, 470, 480, 490, 500, 510, 520, 530, 540, 550, 560, 570, 580, 590, 600, 610, 620, 630, 640, 650, 660, 670, 680, 690, 700, 710, 720, 730, 740, 750, 760, 770, 780, 790, 800, 810, 820, 830, 840, 850, 860, 870, 880, 890, 900, 910, 920, 930, 940, 950, 960, 970, 980, 990, 1000, 1010, 1020, 1030, 1040, 1050, 1060, 1070, 1080, 1090, 1100, 1110, 1120, 1130, 1140, 1150, 1160, 1170, 1180, 1190, 1200, 1210, 1220, 1230, 1240, 1250, 1260, 1270, 1280, 1290, 1300, 1310, 1320, 1330, 1340, 1350, 1360, 1370, 1380, 1390, 1400, 1410, 1420, 1430, 1440, 1450, 1460, 1470, 1480, 1490, 1500, 1510, 1520, 1530, 1540, 1550, 1560, 1570, 1580, 1590, 1600, 1610, 1620, 1630, 1640, 1650, 1660, 1670, 1680, 1690, 1700, 1710, 1720, 1730, 1740, 1750, 1760, 1770, 1780, 1790, 1800, 1810, 1820, 1830, 1840, 1850, 1860, 1870, 1880, 1890, 1900, 1910, 1920, 1930, 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000, 2010, 2020, 2030, 2040, 2050, 2060, 2070, 2080, 2090, 2100, 2110, 2120, 2130, 2140, 2150, 2160, 2170, 2180, 2190, 2200, 2210, 2220, 2230, 2240, 2250, 2260, 2270, 2280, 2290, 2300, 2310, 2320, 2330, 2340, 2350, 2360, 2370, 2380, 2390, 2400, 2410, 2420, 2430, 2440, 2450, 2460, 2470, 2480, 2490, 2500, 2510, 2520, 2530, 2540, 2550, 2560, 2570, 2580, 2590, 2600, 2610, 2620, 2630, 2640, 2650, 2660, 2670, 2680, 2690, 2700, 2710, 2720, 2730, 2740, 2750, 2760, 2770, 2780, 2790, 2800, 2810, 2820, 2830, 2840, 2850, 2860, 2870, 2880, 2890, 2900, 2910, 2920, 2930, 2940, 2950, 2960, 2970, 2980, 2990, 3000, 3010, 3020, 3030, 3040, 3050, 3060, 3070, 3080, 3090, 3100, 3110, 3120, 3130, 3140, 3150, 3160, 3170, 3180, 3190, 3200, 3210, 3220, 3230, 3240, 3250, 3260, 3270, 3280, 3290, 3300, 3310, 3320, 3330, 3340, 3350, 3360, 3370, 3380, 3390, 3400, 3410, 3420, 3430, 3440, 3450, 3460, 3470, 3480, 3490, 3500, 3510, 3520, 3530, 3540, 3550, 3560, 3570, 3580, 3590, 3600, 3610, 3620, 3630, 3640, 3650, 3660, 3670, 3680, 3690, 3700, 3710, 3720, 3730, 3740, 3750, 3760, 3770, 3780, 3790, 3800, 3810, 3820, 3830, 3840, 3850, 3860, 3870, 3880, 3890, 3900, 3910, 3920, 3930, 3940, 3950, 3960, 3970, 3980, 3990, 4000, 4010, 4020, 4030, 4040, 4050, 4060, 4070, 4080, 4090, 4100, 4110, 4120, 4130, 4140, 4150, 4160, 4170, 4180, 4190, 4200, 4210, 4220, 4230, 4240, 4250, 4260, 4270, 4280, 4290, 4300, 4310, 4320, 4330, 4340, 4350, 4360, 4370, 4380, 4390, 4400, 4410, 4420, 4430, 4440, 4450, 4460, 4470, 4480, 4490, 4500, 4510, 4520, 4530, 4540, 4550, 4560, 4570, 4580, 4590, 4600, 4610, 4620, 4630, 4640, 4650, 4660, 4670, 4680, 4690, 4700, 4710, 4720, 4730, 4740, 4750, 4760, 4770, 4780, 4790, 4800, 4810, 4820, 4830, 4840, 4850, 4860, 4870, 4880, 4890, 4900, 4910, 4920, 4930, 4940, 4950, 4960, 4970, 4980, 4990, 5000, 5010, 5020, 5030, 5040, 5050, 5060, 5070, 5080, 5090, 5100, 5110, 5120, 5130, 5140, 5150, 5160, 5170, 5180, 5190, 5200, 5210, 5220, 5230, 5240, 5250, 5260, 5270, 5280, 5290, 5300, 5310, 5320, 5330, 5340, 5350, 5360, 5370, 5380, 5390, 5400, 5410, 5420, 5430, 5440, 5450, 5460, 5470, 5480, 5490, 5500, 5510, 5520, 5530, 5540, 5550, 5560, 5570, 5580, 5590, 5600, 5610, 5620, 5630, 5640, 5650, 5660, 5670, 5680, 5690, 5700, 5710, 5720, 5730, 5740, 5750, 5760, 5770, 5780, 5790, 5800, 5810, 5820, 5830, 5840, 5850, 5860, 5870, 5880, 5890, 5900, 5910, 5920, 5930, 5940, 5950, 5960, 5970, 5980, 5990, 6000, 6010, 6020, 6030, 6040, 6050, 6060, 6070, 6080, 6090, 6100, 6110, 6120, 6130, 6140, 6150, 6160, 6170, 6180, 6190, 6200, 6210, 6220, 6230, 6240, 6250, 6260, 6270, 6280, 6290, 6300, 6310, 6320, 6330, 6340, 6350, 6360, 6370, 6380, 6390, 6400, 6410, 6420, 6430, 6440, 6450, 6460, 6470, 6480, 6490, 6500, 6510, 6520, 6530, 6540, 6550, 6560, 6570, 6580, 6590, 6600, 6610, 6620, 6630, 6640, 6650, 6660, 6670, 6680, 6690, 6700, 6710, 6720, 6730, 6740, 6750, 6760, 6770, 6780
---	--

NOTAS GENERALES INS. HIDRAULICA

NOTAS:

- UTILIZAR COTE PLANO SÓLO PARA LA INSTALACIÓN HIDRÁULICA
- LA ACTUA DE LAS SÁLMAS DE AGUA DE LOS LÁMINOS Y LUGAR MARC. SERÁ DE 30 CM S.A.P.T.
- LA ACTUA DE LA SÁLMAS DE AGUA DE LOS INODOROS DE SERVICIO NORMAL SERÁ DE 30 CM S.A.P.T.
- SE CONSIDERARÁN 20 CM DE TUBO PIR DERAZO DEL N.A.P. EN TODAS LAS SÁLMAS DE LOS INODOROS
- CONSIDERAR PARA EL LÁMINO COTE 1.000.000 METRICAS ANO FUEBRE DE 10 CM DE TUBO PIR DERAZO DEL N.A.P.
- LA ACTUA DE LA SÁLMAS DEL LÁMINO SERÁ DE 30 CM S.A.P.T.
- PARA LA CORRECTA INSTALACIÓN DE LOS SERVICIOS DE CUBILOS DEL BAÑO, PARA LA INSTALACIÓN, ASÍ COMO TODAS LAS OTRAS DE TUBO CALIFICADA, PARA LA INSTALACIÓN Y PUNTO.
- TODA MODIFICACIÓN AL PROYECTO DEBERÁ CONSULTARSE CON EL RESPONSABLE DE PROYECTO



Creaque de localización:	
Datos generales: - Fecha: 14/05/2023 - Hora: 10:00 AM - Lugar: Centro de Salud Comunal "La Cruz" de la Parroquia de San Juan de los Rios, Municipio de Terrenate, Estado de Guayas. - Tipo de Proyecto: Remodelación y Ampliación de la Instalación de Hidrosanitaria. - Objetivo: Mejorar las condiciones de higiene y salud de la comunidad. - Beneficiarios: Población de la Parroquia de San Juan de los Rios, Municipio de Terrenate, Estado de Guayas. - Responsable: Arq. Juan Carlos Romero Viquez	
Fecha de inicio: 05/06/2023	Fecha de fin: 15/06/2023
Ubicación: Caudalito, Terrenate/Parroquia de San Juan de los Rios, Municipio de Terrenate, Estado de Guayas.	
Proyecto: CDC de COMUNIDAD GUADALUPE VICTORIA	
Objeto: REMODELACION AMPLIACION	
Ubicación:	
Proyecto: MUNICIPIO DE TERRENATE	
Objeto: INSTALACION HIDROSANITARIA	
DISEÑO DE PROYECTO	
Nombre: Arq. Juan Carlos Romero Viquez	Fecha: 12/05/2023
Datos graficos	
Fecha: Enero / 2023	Escala: 1/75
Dibujo: Arq. Juan Carlos Romero Viquez	
Tipo: IHS	No. 01

Cronograma

[illegible]