

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE HERRAMIENTAS BIM VS
HERRAMIENTAS TRADICIONALES AL CUANTIFICAR Y
PRESUPUESTAR LA PARTIDA ESTRUCTURAL DE UN
PROYECTO DE EDIFICACIÓN**

Presentado por:

BACH. KAREN VERÓNICA, MÁRQUEZ PEÑA

Línea de Investigación Institucional

Nuevas Tecnologías y Procesos

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE HERRAMIENTAS BIM VS
HERRAMIENTAS TRADICIONALES AL CUANTIFICAR Y
PRESUPUESTAR LA PARTIDA ESTRUCTURAL DE UN
PROYECTO DE EDIFICACIÓN**

Presentado por:

BACH. KAREN VERÓNICA, MÁRQUEZ PEÑA

Línea de Investigación Institucional

Nuevas Tecnologías y Procesos

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2021

ASESOR

ING. LLALLICO COLCA, Julio Cesar

DEDICATORIA

A Dios, a mis abuelos y padres por
la guía y el apoyo incondicional.

Bach. Karen Verónica Márquez Peña

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiar mi camino, por su gracia, amor y sus bendiciones en mi vida. Así mismo, agradecerle por darme unos increíbles abuelos y padres, quienes, con su amor, su cuidado, disciplina y apoyo incondicional formaron en mí una persona íntegra, capaz de cumplir todo lo que me propongo.

A los maestros por transmitirnos sus conocimientos y experiencia en las aulas, gracias a esas enseñanzas podemos servir en beneficio a la sociedad.

Bach. Karen Verónica Márquez Peña

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

DR. TAPIA SILGUERA, Rubén Darío

Presidente

Mg. HERRERA MONTES, Jeannelle Sofia

Jurado Revisor

Mg. REYNOSO OSCANOVA, Javier

Jurado Revisor

Ing. FLORES ESPINOZA, Carlos Gerardo

Jurado Revisor

Mg. UNTIVEROS PEÑALOSA, Leonel

Secretario Docente

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XIX
RESUMEN.....	XXII
ABSTRACT.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXIV
CAPITULO I EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	26
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
1.2. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	28
1.2.1 Problema general	28
1.2.2 Problemas específicos	28
1.3. JUSTIFICACIÓN	28
1.3.1 Práctica.....	28
1.3.2 Teórica	29
1.3.3 Metodológica	29
1.4. DELIMITACIONES	30
1.4.1 Espacial	30
1.4.2 Temporal.....	30
1.4.3 Económica.....	30
1.5. LIMITACIONES.....	30
1.6. OBJETIVOS	30
1.6.1 Objetivo General.....	30
1.6.2 Objetivo(s) Específico(s)	31
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	32
2.1. ANTECEDENTES	32
2.1.1. Nacionales.....	32
2.1.2. Internacionales	35
2.2. MARCO CONCEPTUAL	37

2.2.1. Proceso tradicional en los proyectos de construcción en el Perú.....	37
2.2.2. Herramientas Tradicionales	40
2.2.3. Bulding Information Modeling - BIM	41
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	75
2.4. HIPÓTESIS	77
2.4.1. Hipótesis General.....	77
2.4.2. Hipótesis Específica(s).....	78
2.5. VARIABLES	78
2.5.1. Definición conceptual de la variable.....	78
2.5.2. Definición operacional de la variable	79
2.5.3. Operacionalización de la variable	80
CAPITULO III METODOLOGÍA	81
3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	81
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	81
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	81
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	82
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA	82
3.5.1. Población:	82
3.5.2. Muestra:	82
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	83
3.6.1. Técnicas de recolección de datos	83
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos:	83
3.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	83
3.8. TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE DATOS	84
CAPITULO IV RESULTADOS.....	85
4.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO:.....	85
4.1.1. Datos del Proyecto:	85
4.1.2. Flujos de trabajo:.....	88
4.2. RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 01: “ESTABLECER LAS DIFERENCIAS EN EL TIEMPO DE ELABORACIÓN DE LOS PLANOS DE UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN CON LAS HERRAMIENTAS BIM VS HERRAMIENTAS TRADICIONALES”	92

4.3. RESPECTO AL OBJETIVO ESPECIFICO 02: “DETERMINAR LA EXACTITUD DE LOS METRADOS DE LA ESPECIALIDAD DE ESTRUCTURAS DE UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN USANDO HERRAMIENTAS BIM VS HERRAMIENTAS TRADICIONALES.”	95
4.4. RESPECTO AL OBJETIVO ESPECIFICO 03: “DETERMINAR LA EXACTITUD DEL PRESUPUESTO DE LA ESPECIALIDAD DE ESTRUCTURAS DE UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN USANDO HERRAMIENTAS BIM VS HERRAMIENTAS TRADICIONALES.”	152
CAPITULO IV DISCUSIÓN DE RESULTADOS	175
CONCLUSIONES	178
RECOMENDACIONES	180
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	181
ANEXOS	188

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.2.1 Flujo del sistema tradicional para la entrega de proyectos de construcción, basado en el modelo Diseño/Licitación/Construcción.	38
Figura 2.2.2 Interoperabilidad.....	43
Figura 2.2.3 Ciclo de vida de un proyecto BIM.....	46
Figura 2.2.4 Clasificación de usos BIM según la PennState de Pensilvania	47
Figura 2.2.5 Usos BIM a través del ciclo de vida del edificio	48
Figura 2.2.6 Dimensiones BIM.....	49
Figura 2.2.7 Nivel de desarrollo.....	50
Figura 2.2.8 Niveles de detalles	51
Figura 2.2.9 Nivel de madurez BIM	52
Figura 2.2.10 Característica multidisciplinario.....	54
Figura 2.2.11 Modelo BIM Multivisual.....	55
Figura 2.2.12 Interfaz de Revit	57
Figura 2.2.13 Interfaz de Allplan	59
Figura 2.2.14 Interfaz de Betley.....	60
Figura 2.2.15 Interfaz de Tekla.....	61
Figura 2.2.16 Interfaz de Navisworks	63
Figura 2.2.17 Interfaz Vico Office.....	64
Figura 2.2.18 Interfaz de Synchro PRO.....	65
Figura 2.2.19 Interfaz de Presto	67
Figura 2.2.20 Interfaz de Arquímedes.....	69
Figura 2.2.21 Delphin Express BIM 2021	69
Figura 2.2.22 BIM en el mundo	70

Figura 2.2.23 BIM en América Latina	71
Figura 2.2.24 Resumen de acciones Plan BIM Perú	75
Figura 4.1.1 Vista renderizada del proyecto	85
Figura 4.1.2 Zonificación del proyecto	86
Figura 4.1.3 Flujo de trabajo con el uso de las herramientas tradicionales	90
Figura 4.1.4 Flujo de trabajo en el uso de herramientas BIM.....	91
Figura 4.2.1 Modelo BIM 3D del proyecto.....	93
Figura 4.3.1 Modelo BIM 3D del módulo A con su respectivo acero y tablas métricas.	95
Figura 4.3.2 Modelado y metrados de la partida solado Modulo A.....	96
Figura 4.3.3 Modelado y metrados de la partida sobrecimiento Modulo A.	97
Figura 4.3.4 Modelado y metrados de la partida Falso piso Modulo A.....	98
Figura 4.3.5 Modelado y metrados de la partida Cimiento armado Modulo A. ...	99
Figura 4.3.6 Modelado y metrados de la partida Zapatas Modulo A.....	100
Figura 4.3.7 Modelado y metrados de la partida Viga de cimentación Modulo A.	101
Figura 4.3.8 Modelado y metrados de la partida Muros de contención Modulo A.	102
Figura 4.3.9 Modelado y metrados de la partida Columnas Modulo A.....	103
Figura 4.3.10 Modelado y metrados de la partida Columnetas de confinamiento Modulo A.	104
Figura 4.3.11 Modelado y metrados de la partida Vigas de confinamiento Modulo A.....	105
Figura 4.3.12 Modelado y metrados de la partida Vigas Modulo A.....	106

Figura 4.3.13 Modelado y metrados de la partida Vigas mandil Modulo A.....	107
Figura 4.3.14 Modelado y metrados de la partida parapeto de concreto Modulo A.	108
Figura 4.3.15 Modelado y metrados de la partida Losa Modulo A.	109
Figura 4.3.16 Modelado y metrados de la partida Solado en zapatas Modulo B y C.....	110
Figura 4.3.17 Modelado y metrados de la partida Falso Piso Modulo B y C.....	111
Figura 4.3.18 Modelado y metrados de la partida Cimiento armado Modulo B y C.	112
Figura 4.3.19 Modelado y metrados de la partida Zapatas Modulo B y C.	113
Figura 4.3.20 Modelado y metrados de la partida Vigas de cimentación Modulo B y C.....	114
Figura 4.3.21 Modelado y metrados de la partida Columnas Modulo B y C.	115
Figura 4.3.22 Modelado y metrados de la partida Columnetas de confinamiento Modulo B y C.....	116
Figura 4.3.23 Modelado y metrados de la partida Vigas de confinamiento Modulo B y C.	117
Figura 4.3.24 Modelado y metrados de la partida Vigas Modulo B y C.	118
Figura 4.3.25 Modelado y metrados de la partida Vigas Mandil Modulo B y C.	119
Figura 4.3.26 Modelado y metrados de la partida Parapeto de concreto Modulo B y C.....	120
Figura 4.3.27 Modelado y metrados de la partida Losa Aligerada Modulo B y C.	121

Figura 4.3.28 Modelado y metrados de la partida Solado en zapatas Modulo D.	122
Figura 4.3.29 Modelado y metrados de la partida sobrecimiento Modulo D. ...	123
Figura 4.3.30 Modelado y metrados de la partida Falso piso Modulo D.....	124
Figura 4.3.31 Modelado y metrados de la partida Cimiento armado Modulo D.	125
Figura 4.3.32 Modelado y metrados de la partida Zapatas Modulo D.....	126
Figura 4.3.33 Modelado y metrados de la partida Viga de cimentación Modulo D.	127
Figura 4.3.34 Modelado y metrados de la partida Columnas Módulo D.....	128
Figura 4.3.35 Modelado y metrados de la partida Columnetas de confinamiento Modulo D.	129
Figura 4.3.36 Modelado y metrados de la partida Vigas de confinamiento Modulo D.....	130
Figura 4.3.37 Modelado y metrados de la partida Vigas Modulo D.....	131
Figura 4.3.38 Modelado y metrados de la partida Vigas mandil Modulo D.....	132
Figura 4.3.39 Modelado y metrados de la partida parapeto de concreto Modulo D.	133
Figura 4.3.40 Modelado y metrados de la partida Losa Modulo D.	134
Figura 4.3.41 Modelado y metrados de la partida Solado en zapatas Modulo Escaleras.....	135
Figura 4.3.42 Modelado y metrados de la partida Falso Piso Modulo Escaleras.	136
Figura 4.3.43 Modelado y metrados de la partida Cimiento armado Modulo Escaleras.....	137

Figura 4.3.44 Modelado y metrados de la partida Zapatas Modulo Escaleras. ...	138
Figura 4.3.45 Modelado y metrados de la partida Vigas de cimentación Modulo Escaleras.....	139
Figura 4.3.46 Modelado y metrados de la partida Muros de contención Modulo Escaleras.....	140
Figura 4.3.47 Modelado y metrados de la partida Columnas Modulo Escaleras.	141
Figura 4.3.48 Modelado y metrados de la partida Columnetas de confinamiento Modulo Escaleras.	142
Figura 4.3.49 Modelado y metrados de la partida Vigas Modulo Escaleras.	143
Figura 4.3.50 Modelado y metrados de la partida Vigas mandil Modulo Escaleras.	144
Figura 4.3.51 Modelado y metrados de la partida parapeto de concreto Modulo Escaleras.....	145
Figura 4.3.52 Modelado y metrados de la partida Losa Modulo Escalera.....	146
Figura 4.3.53 Modelado y metrados de la partida Escaleras Modulo Escalera. .	147
Figura 4.3.54 Modelado y metrados de la partida Caja Ascensor Modulo Escalera.	148
Figura 4.4.1 Precios unitarios en software S10.....	152
Figura 4.4.2 Presupuesto con Delphin Express.....	153

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de la variable.....	80
Tabla 2. Área techada de los módulos	87
Tabla 3. Tiempo empleado con el uso de las herramientas Tradicionales	92
Tabla 4. Tiempo empleado con el uso de las herramientas BIM.....	93
Tabla 5. Optimización de tiempo respecto a HT	94
Tabla 6. Comparación del Margen de error de la partida del Solado	97
Tabla 7. Comparación del Margen de error de la partida Sobrecimiento.....	97
Tabla 8. Comparación del Margen de error de la partida Falso Piso	98
Tabla 9. Comparación del Margen de error de la partida Cimiento armado	99
Tabla 10. Comparación del Margen de error de la partida Zapatas.....	100
Tabla 11. Comparación del Margen de error de la partida Vigas de cimentación	101
Tabla 12. Comparación del Margen de error de la partida Muro de contención	102
Tabla 13. Comparación del Margen de error de la partida Columnas.....	103
Tabla 14. Comparación del Margen de error de la partida Columnetas de confinamiento.....	104
Tabla 15. Comparación del Margen de error de la partida Vigas de confinamiento	105
Tabla 16. Comparación del Margen de error de la partida Vigas.....	106
Tabla 17. Comparación del Margen de error de la partida Viga mandil	107
Tabla 18. Comparación del Margen de error de la partida Parapeto de concreto	108
Tabla 19. Comparación del Margen de error de la partida Losa aligerada.....	109
Tabla 20. Comparación del Margen de error de la partida del Solado	110
Tabla 21. Comparación del Margen de error de la partida Falso Piso	111
Tabla 22. Comparación del Margen de error de la partida Cimiento armado	112

Tabla 23. Comparación del Margen de error de la partida Zapatas.....	113
Tabla 24. Comparación del Margen de error de la partida Vigas de cimentación	114
Tabla 25. Comparación del Margen de error de la partida Columnas.....	115
Tabla 26. Comparación del Margen de error de la partida Columnetas de confinamiento.....	116
Tabla 27. Comparación del Margen de error de la partida Vigas de confinamiento	117
Tabla 28. Comparación del Margen de error de la partida Vigas.....	118
Tabla 29. Comparación del Margen de error de la partida Viga mandil.....	119
Tabla 30. Comparación del Margen de error de la partida Parapeto de concreto	120
Tabla 31. Comparación del Margen de error de la partida Losa aligerada.....	121
Tabla 32. Comparación del Margen de error de la partida del Solado.....	122
Tabla 33. Comparación del Margen de error de la partida Sobrecimiento.....	123
Tabla 34. Comparación del Margen de error de la partida Falso Piso.....	124
Tabla 35. Comparación del Margen de error de la partida Cimiento armado....	125
Tabla 36. Comparación del Margen de error de la partida Zapatas.....	126
Tabla 37. Comparación del Margen de error de la partida Vigas de cimentación	127
Tabla 38. Comparación del Margen de error de la partida Columnas.....	128
Tabla 39. Comparación del Margen de error de la partida Columnetas de confinamiento.....	129
Tabla 40. Comparación del Margen de error de la partida Vigas de confinamiento	130
Tabla 41. Comparación del Margen de error de la partida Vigas.....	131
Tabla 42. Comparación del Margen de error de la partida Viga mandil.....	132

Tabla 43. Comparación del Margen de error de la partida Parapeto de concreto	133
Tabla 44. Comparación del Margen de error de la partida Losa aligerada.....	134
Tabla 45. Comparación del Margen de error de la partida del Solado	135
Tabla 46. Comparación del Margen de error de la partida Falso Piso	136
Tabla 47. Comparación del Margen de error de la partida Cimiento armado	137
Tabla 48. Comparación del Margen de error de la partida Zapatas.....	138
Tabla 49. Comparación del Margen de error de la partida Vigas de cimentación	139
Tabla 50. Comparación del Margen de error de la partida Muro de contención	140
Tabla 51. Comparación del Margen de error de la partida Columnas.....	141
Tabla 52. Comparación del Margen de error de la partida Columnetas de confinamiento.....	142
Tabla 53. Comparación del Margen de error de la partida Vigas.....	143
Tabla 54. Comparación del Margen de error de la partida Viga mandil	144
Tabla 55. Comparación del Margen de error de la partida Parapeto de concreto	145
Tabla 56. Comparación del Margen de error de la partida Losa aligerada.....	146
Tabla 57. Comparación del Margen de error de la partida Escaleras	147
Tabla 58. Comparación del Margen de error de la partida Caja de ascensor	148
Tabla 59. Comparativa por materiales entre HB y HT en función al GC.	149
Tabla 60. Tiempo empleado con el uso de las herramientas Tradicionales	150
Tabla 61. Tiempo empleado con el uso de las herramientas Tradicionales	150
Tabla 62. Optimización de tiempo respecto a HT.	151
Tabla 63. Comparativa por elemento estructural entre HB y HT en función al GC – Módulo A	154
Tabla 64. Comparativa por Componente estructural entre HB y HT en función al GC – Módulo A.....	156

Tabla 65. Comparativa por elemento estructural entre HB y HT en función al GC – Módulo B	158
Tabla 66. Comparativa por Componente estructural entre HB y HT en función al GC – Módulo B.....	160
Tabla 67. Comparativa por elemento estructural entre HB y HT en función al GC – Módulo D	162
Tabla 68. Comparativa por Componente estructural entre HB y HT en función al GC – Módulo D.....	164
Tabla 69. Comparativa por elemento estructural entre HB y HT en función al GC – Módulo Escaleras	166
Tabla 70. Comparativa por componente estructural entre HB y HT en función al GC – Módulo Escaleras	168
Tabla 71. Resumen de presupuesto por módulos	170
Tabla 72. Optimización de costos respecto a herramientas tradicionales.	172
Tabla 73. Tiempo empleado con el uso de las herramientas Tradicionales	172
Tabla 74. Tiempo empleado con el uso de las herramientas Tradicionales	173
Tabla 75. Tiempo empleado con el uso de las herramientas Tradicionales	174

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.2.1 Comparación de Tiempos empleados para cada actividad con el uso de HT y HB.....	94
Gráfico 4.2.2 Optimización del tiempo de desarrollo respecto a HT.....	94
Gráfico 4.3.1 Comparación del margen de error por materiales.....	149
Gráfico 4.3.2 Comparativa del error relativo entre HT y HB en la cuantificación de materiales.....	150
Gráfico 4.3.3 Comparación de Tiempos empleados para cada actividad con el uso de HT y HB.....	151
Gráfico 4.3.4 Optimización del tiempo de desarrollo respecto a HT.....	151
Gráfico 4.4.1 Comparación de presupuestos por elemento estructural Modulo A.....	154
Gráfico 4.4.2 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por elemento estructural – Módulo A.....	155
Gráfico 4.4.3 Comparativa del error relativo entre HT y HB en el módulo A ..	155
Gráfico 4.4.4 Comparación de presupuestos por componente estructural - Modulo A.....	156
Gráfico 4.4.5 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por componente estructural – Módulo A.....	157
Gráfico 4.4.6 Comparativa del error relativo entre HT y HB – Módulo A.....	157
Gráfico 4.4.7 Comparación de presupuestos por elemento estructural – Módulo B.....	158
Gráfico 4.4.8 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por elemento estructural – Módulo B.....	159

Gráfico 4.4.9 Comparativa del error relativo entre HT y HB – Módulo B.....	159
Gráfico 4.4.10 Comparación de presupuestos por componente estructural Modulo B.....	160
Gráfico 4.4.11 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por componente estructural – Módulo B.....	161
Gráfico 4.4.12 Comparativa del error relativo entre HT y HB – Módulo B.....	161
Gráfico 4.4.13 Comparación de presupuestos por elemento estructural – Módulo D.....	162
Gráfico 4.4.14 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por elemento estructural – Módulo D.	163
Gráfico 4.4.15 Comparativa de la exactitud a través del Error relativo entre herramientas de diseño Módulo D.	163
Gráfico 4.4.16 Comparación de presupuestos por componente estructural Modulo D.....	164
Gráfico 4.4.17 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por componente estructural – Módulo D.	165
Gráfico 4.4.18 Comparativa del error relativo entre HT y HB – Módulo D.....	165
Gráfico 4.4.19 Comparación de presupuestos por elemento estructural – Módulo Escaleras.....	166
Gráfico 4.4.20 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por elemento estructural – Módulo Escaleras	167
Gráfico 4.4.21 Comparativa de la exactitud a través del Error relativo entre herramientas de diseño Módulo Escaleras.	167

Gráfico 4.4.22 Comparación de presupuestos por componente estructural Modulo Escaleras.....	168
Gráfico 4.4.23 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por componente estructural – Módulo Escaleras ..	169
Gráfico 4.4.24 Comparativa del error relativo entre HT y HB – Módulo Escaleras.....	169
Gráfico 4.4.25 Comparación de presupuestos por modulo con el uso de HB y HT en función al GC	170
Gráfico 4.4.26 Comparativa del error relativo entre HT y HB – Módulos.....	171
Gráfico 4.4.27 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por componente estructural – Módulo	171
Gráfico 4.4.28 Optimización de costos respecto a HT.....	172
Gráfico 4.4.29 Comparación de Tiempos empleados para cada actividad con el uso de HT y HB.	173
Gráfico 4.4.30 Optimización del tiempo de desarrollo respecto a HT.....	174

RESUMEN

Durante mucho tiempo las empresas consultoras han estado manejando toda la información técnica de un proyecto a través de planimetrías en 2D sin ningún uso de metodologías que se preocupen por la sostenibilidad y la integración de un proyecto, es por ello que hoy en día se requieren instrumentos de ingeniería que permitan un adecuado control de los procesos de la construcción. Es por ello que esta investigación tiene como objetivo: Comparar las herramientas BIM Vs las herramientas tradicionales al documentar la partida estructural de un proyecto de edificación. La investigación fue de tipo aplicada, con un nivel descriptivo comparativo y un diseño no experimental de corte transversal. La muestra analizada fueron las partidas estructurales del proyecto: “Mejoramiento y ampliación del servicio educativo de nivel primaria de la I. E. N°39010/m-p Corazón de Jesús en la localidad de Cangallo del distrito de Cangallo, Ayacucho”. A partir de esta investigación se concluye que el uso de las herramientas BIM logra una mayor optimización de los procesos de documentación, maximizando la exactitud de las estimaciones y minimizando el tiempo empleado en el desarrollo del proyecto (optimización del 43.09%) a diferencia de los procesos de documentación con el uso de las herramientas tradicionales, que tuvieron estimaciones con exactitud limitada y un mayor tiempo de desarrollo.

Palabras claves: BIM, Herramientas BIM, Herramientas Tradicionales, partidas estructurales.

ABSTRACT

For a long time consulting firms have been handling all the technical information of a project through 2D planimetries without any use of methodologies that are concerned about the sustainability and integration of a project, which is why today engineering tools are required that allow adequate control of construction processes. The objective of this research is to compare BIM tools vs. traditional tools when documenting the structural part of a building project. The research was applied, with a comparative descriptive level and a non-experimental cross-sectional design. The sample analyzed were the structural items of the project: "Improvement and expansion of the primary level educational service of the I. E. N°39010/m-p Corazón de Jesús in the locality of Cangallo, district of Cangallo, Ayacucho". From this research it is concluded that the use of BIM tools achieved a greater optimization of the documentation processes, maximizing the accuracy of the estimates and minimizing the time spent in the development of the project (43.09% optimization) as opposed to the documentation processes with the use of traditional tools, which had estimates with limited accuracy and a longer development time.

Keywords: BIM, BIM Tools, Traditional Tools, Structural items.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la demanda en el sector de la construcción en nuestro país ha venido aumentando debido al crecimiento y desarrollo de la población, la cual ha generado la necesidad de realizar proyectos cada vez más complejos, acelerados, en el menor plazo posible y sobre todo a un bajo precio. Es por ello que las empresas constructoras en nuestro país requieren instrumentos de Ingeniería que permitan un adecuado control de los procesos de construcción y registros de los consumos acorde a los proyectos.

En busca de nuevas metodologías encontramos la alternativa de la metodología BIM que se implementan en la fase más temprana del ciclo de vida de un proyecto involucrando a todos los participantes, desde el cliente hasta el último subcontratista. Con la elaboración del modelo 3D y toda la información incorporada en él, es posible hacer una pre-construcción y adelantarse a los problemas, dando soluciones en todas las fases del proyecto mejorando la planificación de la construcción, reduciendo los accidentes, mejorando los aspectos energéticos y de sostenibilidad del edificio.

Es por ello, que mediante esta investigación se pretende identificar los beneficios que nos presenta el uso de las herramientas BIM a comparación de las herramientas tradicionales en la etapa de diseño, en función al cálculo del tiempos en que se demora en realizar la documentación, (planos, metrados y presupuesto), y que exactitud obtenemos con la realidad, para ello se tuvo que utilizar los metrados y presupuesto realmente ejecutados obtenidos en campo con la finalidad de validar los resultados.

Todo ello con el objetivo de optimizar los procesos y tomar una adecuada decisión a la hora de elaborar un proyecto de edificación. La presente tesis consta de los siguientes capítulos:

El capítulo I, hace mención del planteamiento del problema, que consta de la formulación del problema, así mismo, se menciona la justificación, delimitación, limitaciones y objetivo general y específicos.

Capítulo II, consta del Marco Teórico, el cual comprende los antecedentes de la investigación nacionales e internacionales, marco conceptual, definición de términos, la formulación de la hipótesis y variables de investigación.

Capítulo III, se describe Marco Metodológico, diseño metodológico, tipo, nivel y método de investigación, población y muestra, Operacionalización de variables, técnica de recolección de datos y técnica para el procesamiento de la información.

Capítulo IV, describe los resultados obtenidos al usar las herramientas BIM vs herramientas tradicionales en un proyecto de edificación.

Capítulo V, consta de la discusión de resultados. Finalmente, las conclusiones, recomendaciones referencias bibliográficas y anexos.

Bach. Karen Verónica Márquez Peña

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Durante el 2021 la Contraloría del Perú identifico más de 2445 obras por contrata paralizadas por un valor de S/ 18 360 064 651, y que, dentro de ellas 1776 están bajo el ámbito de los gobiernos locales. Sin embargo, dicha cifra no cuenta las obras por contratación directa. (La Contraloría General de la República, 2021). Cabe recalcar que muchas veces para culminar el proyecto se solicita ampliación de plazos y adicionales de obra, lo que finalmente impacta negativamente sobre los propietarios y el constructor.

En la investigación de Taquire (2019), mediante encuestas realizadas a 25 ingenieros residentes con amplia experticia en la ejecución de obras públicas indico que: el 76% de los encuestados afirmaron que los errores más comunes de un expediente técnico se encuentran en los planos y los diseños, el 84% de los encuestados afirmaron que la causa fue debido a una evaluación realizada con deficiencias y el 68 % afirma que la consecuencia de ejecutar un expediente técnico defectuoso genera retrasos en el avance de la obra.

Y esto, debido que durante mucho tiempo las empresas consultoras han estado manejando toda la información técnica de un proyecto a través de planimetrías en 2D sin ningún uso de metodologías que se preocupen por la sostenibilidad y la integración de un proyecto, es por ello que hoy en día se requieren instrumentos de ingeniería que permitan un adecuado control de los procesos de la construcción.

Muchas de estas deficiencias podrían ser resueltas si se manejan de forma correcta la tecnología que hoy tenemos a nuestro alcance, como la metodología BIM (Building Information Modeling), que nos permite transformar, generar y gestionar la data del proyecto en todas sus etapas empleando varias herramientas dinámicas de modelo virtual en tiempo real, entre ellas tenemos a los softwares BIM, que son herramientas más eficientes y especializadas en proyectos de infraestructura, presentan diseño en 3D, 4D Y 5D con modelos dinámicos y coordinados que permiten gestionar los datos de la edificación, presentan una mejor visualización con materiales y elementos de construcción que permiten diseñar construcciones virtuales con detalles de alta precisión, a la vez se puede gestionar los recursos cuantificando las cantidades de materiales y presupuestándolas, estos procedimientos evitan las pérdidas de tiempo y reduce los recursos de diseño durante la elaboración de expedientes técnicos.

Uno de los factores más determinantes para la factibilidad en un proyecto es el correcto desarrollo del presupuesto, estas dependen entre otras cosas, de las herramientas tecnológicas y su efectividad para determinar las propiedades geométricas de los elementos y sus respectivas magnitudes junto a un correcto desarrollo de los respectivos análisis de precios unitario, es por ello que en esta investigación se buscara encontrar las diferencias que existen al usar herramienta BIM vs herramientas tradicionales para cuantificar y presupuestar las partidas estructurales de un proyecto de edificación.

1.2. Formulación y Sistematización del Problema

1.2.1 Problema general

- ¿Cuál es la diferencia entre las herramientas BIM vs herramientas tradicionales al documentar la partida estructural de un proyecto de edificación?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Qué diferencia existe en el tiempo empleado con el uso de las herramientas BIM vs herramientas tradicionales al elaborar los planos de un proyecto de edificación?
- ¿Cuán exactos son los metrados de la especialidad de estructuras de un proyecto de edificación usando herramientas BIM vs herramientas tradicionales?
- ¿Cuán exacto es el presupuesto de la especialidad de estructuras de un proyecto de edificación usando herramientas BIM vs herramientas tradicionales?

1.3. Justificación

1.3.1 Práctica

Para Bernal (2010) “La justificación practica es cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo” (p. 106). Por tal motivo esta investigación es de carácter práctico porque se demuestra que con los resultados obtenidos se podrá evidenciar que las herramientas BIM por ser portadoras de información y ser interoperables puede optimizar los resultados en los proyectos, reduciendo

así los costos y errores que posteriormente son evidenciados en la etapa de ejecución.

1.3.2 Teórica

Así mismo, Bernal (2010), menciona que la justificación teórica se da cuando “el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente” (p. 106). Por lo tanto, esta investigación se basa en los proyectos existentes donde se han implementado la metodología BIM, contrastando resultados de ambas herramientas demostrando que existe un cambio muy notorio utilizando las herramientas BIM, ya que estas optimizan los procesos de diseño (documentación, estimación de costo, etc), reduciendo así los errores futuros.

1.3.3 Metodológica

Del mismo modo, Bernal (2010), menciona que la justificación es metodológica cuando “el proyecto que se va a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable” (p. 107). La investigación presenta justificación metodológica, pues genera conocimientos válidos y confiables con los resultados obtenidos, demostrando así que implantando las herramientas BIM adecuadamente podemos obtener buenos resultados

1.4. Delimitaciones

1.4.1 Espacial

El proyecto se encuentra ubicado frente a la plaza de armas de la localidad de Cangallo, distrito de Cangallo, en el departamento de Ayacucho.

1.4.2 Temporal

Se realizó durante los meses de junio del 2020 – noviembre 2021, considerando este espacio de tiempo limitado para el desarrollo de la investigación.

1.4.3 Económica

Esta investigación es autofinanciada por la tesista.

1.5. Limitaciones

La principal limitación de la presente investigación, fue la escasa información libre del manejo de los softwares BIM y por el costo que tienen estas, además que se debe contar con equipos con características específicas para su buen funcionamiento.

El tiempo de espera para la obtención de los metrados realmente ejecutados de las partidas estructurales, por lo que se tuvo que esperar aproximadamente 8 meses.

1.6. Objetivos

1.6.1 Objetivo General

- Comparar las herramientas BIM vs herramientas tradicionales al documentar la partida estructural de un proyecto de edificación.

1.6.2 Objetivo(s) Específico(s)

- Establecer las diferencias en el tiempo de elaboración de los planos de un proyecto de edificación con las herramientas BIM vs herramientas tradicionales.
- Determinar la exactitud de los metrados de la especialidad de estructuras de un proyecto de edificación usando herramientas BIM vs herramientas tradicionales.
- Determinar la exactitud del presupuesto de la especialidad de estructuras de un proyecto de edificación usando herramientas BIM vs herramientas tradicionales.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Atahualpa, (2021), realizó la tesis para obtener el grado académico de magister: “METODOLOGÍA BIM EN LA MEJORA DEL DISEÑO DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EN LA EMPRESA A.B.C ARQUITECTOS INGENIEROS S.R.L., LIMA-2020”, Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú. Esta investigación consiste en Determinar que la metodología BIM mejora el diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. Arquitectos IngenierosS.R.L., Lima-2020. La investigación fue aplica con un diseño experimental, con una población de 60 datos para los indicadores rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos, e interferencias detectadas entre especialidades, y 5 datos para el indicador tiempos de trabajo. La investigación concluye que a raíz de los resultados obtenidos en esta investigación realizada en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L, se determina que con la implementación de la metodología BIM, mejora significativamente el diseño de proyectos de infraestructura, donde los puntos fuertes de mejora son los indicadores, como se demuestra que el rendimiento en la elaboración de documentos técnicos y económicos mejoro, es decir disminuyo en su promedio en un 58.00% ,como también las interferencias detectadas entre especialidades mejoró en su promedio en un 94.00%, con este dato se reflejó que se identifican en mayor cantidad las interferencia entre especialidad aplicando la metodología BIM y por último el indicador tiempos de

trabajo, mejoro en su promedio en un 29.29%, en la disminución en el tiempo de trabajo.

Flores y Medina (2018), tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil: “EVALUACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN DESIGN Y LA TECNOLOGÍA BIM COMO HERRAMIENTA EN LA ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO: CREACIÓN DEL COMPLEJO SOCIOCULTURAL PARROQUIAL NIÑO SALVADOR DEL MUNDO–ALTO PUNO, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PUNO, 2018”. Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Perú. Tiene como objetivo evaluar la aplicación de la filosofía Lean Design y la tecnológica BIM como herramienta en la elaboración del expediente técnico: Creación del Complejo Sociocultural Parroquial Niño Salvador del Mundo–Alto Puno, distrito, provincia y departamento de Puno, 2018; en comparación con el método tradicional. La investigación concluye que la aplicación de la filosofía Lean Design mediante las herramientas IPD y la constructabilidad logró optimizar la etapa de definición del expediente técnico: Creación del Complejo Sociocultural Parroquial Niño Salvador del Mundo–Alto Puno, distrito, provincia y departamento de Puno, 2018, esto se pudo evidenciar en los procesos:

Al trabajar en equipos multidisciplinarios se generó un flujo de trabajo dinámico y colaborativo dentro del cual cada profesional se empoderó y se sintió con mayor capacidad de acción, de igual manera afianzaron su productividad para obtener la mejor propuesta en la definición del proyecto. A su vez el aporte de la experiencia y capacidad de los constructores en la toma de decisiones en la definición del proyecto logró realizar un proyecto más realista y económico. Una

estrategia basada en múltiples alternativas genera ideas innovadoras que agregan valor al producto, mientras se proponga en etapas más tempranas se reduce el tiempo de corrección de errores posteriores en el proyecto por toma de decisiones precipitadas e individuales. A mayor participación de los involucrados en el proyecto se minimiza las posibles modificaciones por requerimiento de algún integrante del equipo multidisciplinario durante el desarrollo del proyecto.

Rojas (2017). ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO EN LA PRODUCCIÓN DE PLANOS Y METRADOS, ESPECIALIDAD ESTRUCTURAS USANDO MÉTODOS TRADICIONALES Y LA METODOLOGÍA DE TRABAJO BIM EN LA EMPRESA IMTEK (Tesis de pregrado). Universidad andina del Cuzco. Tiene como objetivo analizar comparativamente los rendimientos en la producción de planos y metrados de la especialidad estructuras usando métodos tradicionales y la metodología de trabajo BIM, medidos directamente en la etapa de diseño. Considerándose como caso de estudio el proyecto de edificaciones de infraestructura educativa "Mejoramiento de los Servicios Educativos de la I.E. N° 50677 - Nivel Primario Huancascca". Para llevar a cabo la investigación se generó un marco teórico, se analizó antecedentes de otras investigaciones nacionales e internacionales, también se trató aspectos teóricos acerca de la metodología de trabajo BIM desde los campos BIM, las etapas de maduración BIM, requerimientos de la metodología su evolución e implementaciones en el Perú y el mundo, además de todo el proceso de implementación realizado en la empresa IMTEK.”

2.1.2. Internacionales

Mosquera, Hernández, Donato y Cuchimba, (2019). IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LA EMPRESA W&D OBRAS Y SERVICIOS S.A.S, EN LA POSTULACIÓN DE PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA (Tesis de pregrado). Universidad Cooperativa De Colombia. Cuyo objetivo es proporcionar la implementación de metodologías actuales como BIM en la postulación de proyectos de infraestructura educativa, con el fin de transformar los estándares tradicionales de la industria W&D OBRAS Y SERVICIOS S.A.S. Caso de estudio “Mega Colegio Antonio Ricaurte”. La Investigación es de tipo mixto por cuanto se recurrirá a datos de tipo cualitativo y cuantitativo. Esta investigación concluye Con la realización de este proyecto de investigación se logró identificar el procedimiento necesario para la realización de la implementación de la tecnología BIM en el colegio Antonio Ricaurte mediante el uso del software Revit de Autodesk, teniendo en cuenta el ciclo de un proyecto con este tipo de metodología.

Fue posible determinar que la eficiencia a la hora de implementar la metodología BIM es menor que el 5% porque es el nivel de imprevistos que se asume una vez que se va a llevar a cabo una obra de construcción civil por lo cual se presumen como una tecnología óptima y confiable que permite prever riesgos económicos y estructurales.

Pacheco (2017). COMPARACIÓN DEL SISTEMA TRADICIONAL VS LA IMPLEMENTACIÓN DEL BIM (BUILDING INFORMATION MANAGEMENT) EN LA ETAPA DE DISEÑO Y SEGUIMIENTO EN

EJECUCIÓN. ANÁLISIS DE UN CASO DE ESTUDIO (Tesis de Pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Con el presente trabajo de grado se pretende hacer una comparación entre dos métodos de diseño, un primer análisis con el método tradicional, que es el usualmente utilizado para todo diseño y proceso constructivo, llevado a cabo a través de una vivienda unifamiliar con las herramientas CAD, cálculos manuales y Microsoft Excel para cronograma y un segundo análisis con la tecnología del BIM, estableciendo una metodología general para el uso del software Revit y Microsoft Project para el cronograma. Dicha vivienda se modeló en Revit y en CAD, se compararon las cantidades de materiales y el presupuesto para ambos casos; además del tiempo empleado para su diseño en las 3 etapas que se seleccionó, (diseño, cálculo de cantidades y presupuesto), también es importante notar la rapidez para generar láminas gracias a la ayuda del software Revit, para finalmente comprobar que la tecnología BIM es más sencilla y eficaz de gestionar, agilitando todos los procesos de diseño.

Gomez (2016). ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE METODOLOGÍAS DE PRESUPUESTACIÓN TRADICIONAL RACIONAL Y CON HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS REVIT (BIM) (Tesis de Pregrado). Universidad Católica de Colombia. El presente informe tiene como fin comparar las diferencias entre metodologías que proporcionan las herramientas tecnológicas para el correcto desarrollo de un presupuesto en capítulos específicos de un proyecto de construcción, como son cimentación y estructura. Dichas metodologías son comparadas en un caso de construcción existente en donde la empresa constructora proporciona la información del

proyecto, como lo es presupuesto, planos arquitectónicos, planos estructurales e información adicional para facilitar el desarrollo del presente proyecto.

La herramienta tecnológica con la cual se realizó el análisis consiste en un software que permite el diseño de elementos constructivos en sus diversos ciclos de proyecto, que en la actualidad está revolucionando el campo de la construcción en diversos países y que aún no impacta de manera notoria a las empresas de construcción colombianas: Autodesk Revit como motor de ejecución de la metodología Building Information Modeling (B.I.M).

De esta forma se espera determinar de manera objetiva que beneficios conlleva la implementación de nuevas tecnologías aplicadas a la construcción para el desarrollo de un presupuesto en los capítulos de cimentación y estructura; de esta manera realizar un presupuesto con base en un modelo tridimensional que será sometido a comparación con el presupuesto que proporciona la constructora en el que se emplean metodologías tradicionales.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Proceso tradicional en los proyectos de construcción en el Perú

“Desde hace muchos años los proyectos de construcción vienen ejecutándose por diversas modalidades como: Diseño-Licitación-Construcción, Diseño-Construcción, Llave en mano, Concesiones y Entrega Integrada del Proyecto. El uso de estos métodos depende del contexto del proyecto y de la cultura de trabajo”.

“Comúnmente las modalidades más utilizadas en el Perú son: el Diseño/ Construcción y Diseño/ Licitación/ Construcción, siendo esta última la más

utilizada por las entidades públicas y privadas, estas se caracterizan por seguir una progresión lineal de trabajo la cual no requiere mayor comunicación ni interacción entre las partes involucradas en cada etapa” (Taboada, Alcántara , Lovera, Santos, & Diego, 2011). Esta acción es uno de los problemas principales en el diseño, que se reflejan en las etapas posteriores.

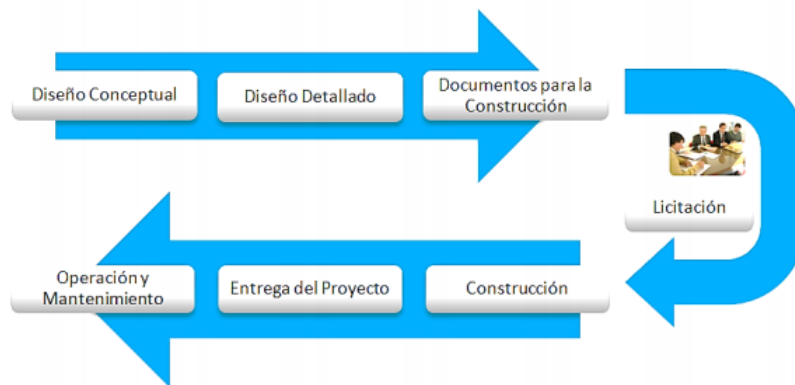


Figura 2.2.1 Flujo del sistema tradicional para la entrega de proyectos de construcción, basado en el modelo Diseño/Licitación/Construcción.

Fuente: (Taboada, Alcántara , Lovera, Santos, & Diego, 2011)

Alcántara (2013) menciona que:

“En una situación ideal, los documentos contractuales del proyecto de construcción deberían estar completos, precisos, sin conflictos y ambigüedades, pero desafortunadamente esto es raramente encontrado y muy a menudo la contratista empieza la construcción con documentos incompatibles, erróneos e incompletos, requiriendo, por consiguiente, clarificaciones que tienen que ser respondidas por los proyectistas y diseñadores en pleno proceso de construcción. Cuando se da este caso, es esencial que la información sea entregada a la contratista eficientemente y sin retrasos, de lo contrario podría influir en la eficiencia durante el desarrollo del proyecto”. (pág. 30)

Freire citado por Almonacid (2015) describe las principales causas que conllevan a la deficiencia en la etapa de diseño.

- Mala comunicación (clientes externos e internos)
- Falta de documentación adecuada
- Ausente o deficiente información de entrada
- Desequilibrada asignación de recursos
- Falta de coordinación entre disciplinas
- Errática toma de decisiones

En esencia, “las prácticas tradicionales usadas en la industria de la construcción contribuyen a pérdidas innecesarias y errores, causando numerosos problemas en el proyecto como el aumento de costos y plazos, debido a que existe incompatibilidades que impiden el intercambio de información de manera precisa y rápida” (Choclán, Soler, & González, 2014). “Cabe recalcar, que el procedimiento de trabajo común mayormente utilizado por los profesionales para la realización de un proyecto, son elaborados en 2D, los planos y los cálculos de distintas disciplinas se desarrollan con programas no interoperables. También se hace uso de modelos 3D, pero el problema radica en la falta de automatización entre la relación de cada uno de los componentes del proyecto” (Atencio, 2019).

2.2.2. Herramientas Tradicionales

Las herramientas comúnmente utilizadas para la elaboración de los proyectos de edificación son las siguientes:

- AUTOCAD, “es un software para diseñar. CAD significa Computer Aid Design que permite realizar todo tipo de diseños técnico en 2D Y 3D como planos, objetos cortes de objetos, etc. Es muy utilizado por profesionales como ingenieros, arquitectos, etc”. (INFORMATICA APLICADA SCN, 2016)
- Microsoft Excel, “es un software de hoja de cálculo más utilizado del mundo y forma parte de la suite de Microsoft Office. Otros softwares de hoja de cálculo están disponibles, pero Excel es de lejos el más popular y ha sido el estándar mundial durante muchos años. Gran parte del atractivo de Excel se debe al hecho de que es tan versátil. La fortaleza de Excel, por supuesto, es un cálculo numérico por formación, pero Excel también es útil para aplicaciones no numéricas” (Atencio, 2019). Es utilizado mayormente para la elaboración de metrados y presupuesto.
- S10, “este software es el más usado para la elaboración del presupuesto de obra, considera los presupuestos de venta, meta y línea Base. Los cuales son asignados a proyectos que serán realizados para la planificación y control de labores que se realizan en el módulo de gerencia de proyectos del S10” (S10 Perú, 2019).

“Este programa cuenta con una base de datos para elaborar metrados y presupuesto en base a costos unitarios. Dentro de sus ventajas está la posibilidad de manejar la fórmula polinómica y de armar un determinado presupuesto a la medida del usuario. Debido a que la base de datos contiene partidas agrupadas para la construcción, el software resulta de mayor interés para constructores, ingenieros civiles y arquitectos. Pero, la arquitectura de la base de datos permite elaborar o construir un presupuesto para ingenieros eléctricos y mecánicos. Se requiere de mayor trabajo a nivel de partidas, títulos y recursos, pero finalmente la base de datos construida podrá ser utilizada para nuevos y similares presupuestos” (construaprende , s.f.).

- Ms Project, “este programa es utilizado para la planificación y gestión de proyectos, permitiéndonos organizar la información para la asignación de tiempos a las tareas, los recursos y costos asociados, tanto de trabajo como materiales del proyecto, con la finalidad de ayudar a los usuarios a plantear objetivos realistas y realizar un seguimiento de todas las actividades y acciones para supervisar su progreso” (Cluster, s.f.)

2.2.3. Bulding Information Modeling - BIM

Modelado de Información de la Construcción “BIM” (por sus siglas en inglés), se define como “un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten formular, diseñar, construir, operar y mantener una infraestructura o edificación (Diccionario BIM, 2019), permitiéndonos trabajar colaborativamente utilizando herramientas informáticas para la gestión de

proyectos a través de una base de datos gráfica y no graficas que permiten crear un modelo tridimensional inteligente. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017). Este modelo incorpora información geométrica de tiempo, costo, sostenibilidad, mantenimiento y operación, obteniendo como resultado mayor productividad, y ahorro de tiempo y costos. (Almeida, s.f).

De igual manera Guillermo (s.f.) menciona que: “BIM es el procesamiento de los datos geométricos y textuales (datos no geométricos) de los proyectos inmobiliarios a través de la representación digital y de metodologías de trabajo colaborativo fundamentadas en la interoperabilidad, con el fin de producir información confiable, veraz, precisa, clara, oportuna, disponible y actualizada, durante todo el ciclo de vida de los proyectos, con el fin de tomar las mejores decisiones que lleven al logro de la mayor cantidad de beneficios para todos los intervinientes en los proyectos”.

En conclusión, podemos decir que, BIM es una de las mayores innovaciones tecnológicas en la industria de la construcción, centrándose en la construcción de un modelo inteligente que es compartido a través de los miembros del equipo. Este modelo actúa como un centro de colaboración en todo el ciclo de vida del activo, desde su concepción va ganando inteligencia y contenido a medida que pasa entre el personal involucrado en la etapa de diseño (Ingram, 2020).

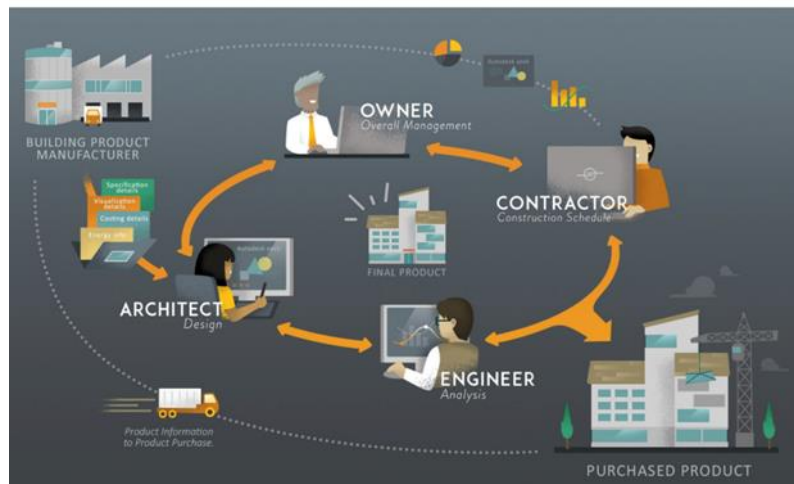


Figura 2.2.2 Interoperabilidad

Fuente: <https://www.bimnd.es/interoperabilidad-en-bim/>

Este modelo nos permite extraer el diseño y otras informaciones que son necesarias a lo largo de todo su ciclo de vida, ya que está compuesto por objetos paramétricos coordinados e inteligentes que pueden ser cambiados y manipulados, garantizando que, cuántas veces cambie el diseño los datos siguen siendo consistente, coordinado y preciso.

Es decir, BIM no es sólo se ocupa de la tecnología, sino que también se ocupa del método de trabajo y, de hecho, genera nuevos métodos, las cuales son aplicadas por la tecnología BIM. Muchas veces se ha afirmado que BIM es la metodología y no la tecnología, pero uno sin el otro no es efectivo (Ingram, 2020).

“Esta metodología está cambiando la manera de construir y la forma de ver el funcionamiento de los edificios siguiendo la analogía de la revolución Industrial del siglo XXI. Que no solo se basa en la nueva tecnología sino del cambio cultural y sociológico de los procesos constructivos en el transcurso de

todo el ciclo de vida. En efecto BIM es 90% sociología y 10% tecnología” (Choclán, Soler, & González, 2014).

2.2.3.1. Características del BIM

Según Cerdán, Fuentes, Hayas, López , y Zuñeda, (2016) los clasifica así:

- Modelo digital: “es un prototipo virtual que reproduce digitalmente los que pretende construir en la realidad, basados en elementos que contienen información relativa a la construcción, permitiendo una mejor visualización y comunicación entre los involucrados.”
- Información: “BIM está pensado para que la información pueda ser gestionada por diferentes herramientas informáticas interoperables, extrayendo la información del modelo para ser gestionada y devuelta al mismo. Esta información deberá ser incorporada al modelo de manera estructurada siguiendo estándares, garantizando el intercambio de información entre los involucrados”.
- Colaboración: “BIM es una metodología de trabajo colaborativo, donde se define los flujos de colaboración y coordinación, estableciendo responsabilidades y responsables en la gestión de la información, a través de codificaciones y estandarizaciones que son claves para establecer un entorno colaborativo eficiente en cada fase del ciclo de vida”.

2.2.3.2. *Proceso BIM*

Según (Autodesk, s.f.), “el proceso de BIM admite la creación de datos inteligentes que pueden usarse en todo el ciclo de vida de un proyecto de edificio o infraestructura”, como:

- Planificar: “Obtén información para la planificación de proyectos combinando la captura de la realidad con datos reales para generar modelos contextuales del entorno natural y construido”.
- Diseñar: “Durante esta fase, se llevan a cabo el diseño conceptual, el análisis, el detallado y la documentación. El proceso de pre-construcción comienza usando datos de BIM para informar la programación y la logística”.
- Construir: “Durante esta fase, la fabricación comienza utilizando especificaciones de BIM. La logística de la construcción de proyectos se comparte con todos los oficios y los contratistas, para garantizar que el cronograma y la eficiencia sean óptimos”.
- Operar: “Los datos de BIM se trasladan a las operaciones y el mantenimiento de los activos terminados. Los datos de BIM pueden utilizarse más adelante para renovaciones rentables y también para deconstrucciones eficientes”.

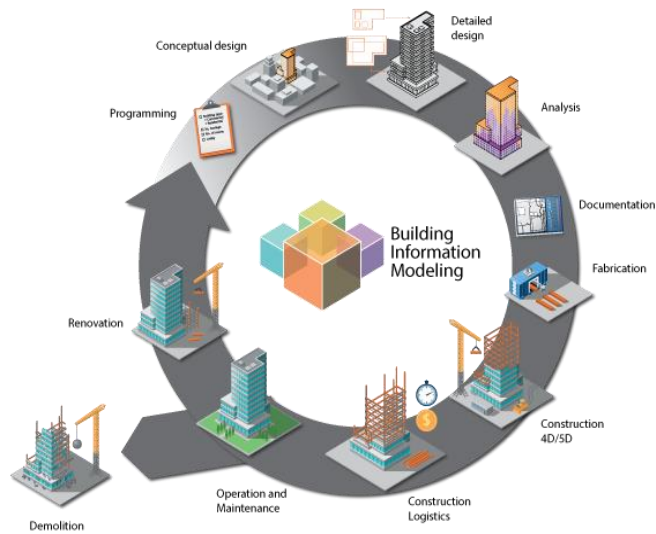


Figura 2.2.3 Ciclo de vida de un proyecto BIM.

Fuente: <http://www.hildebrandt.cl/newsletter/boletin-mensual-hildebrandt-abril-2016/>

2.2.3.3. *Aplicación del BIM durante la etapa de diseño*

Para Ruiz (2015), el BIM se puede aplicar a la etapa de diseño de la siguiente manera:

- “Visualización, BIM ofrece la posibilidad de hacer modelos semejantes a la realidad exportando vistas 2D, 3D, 4D y 5D, permitiendo una clara comprensión en todos los integrantes del proyecto”.
- “Participación temprana de los involucrados del proyecto”.
- “Colaboración y comunicación efectiva entre múltiples disciplinas de diseño”
- “Mantenimiento de la información y la integración de diseño”.
- “Detección de incompatibilidades”

- “Generación automática de planos y documentos”.
- “Estimación de costos”.
- “Generación y evaluación rápida de múltiples alternativas de diseño”.
- “Simulación y análisis del producto”.

2.2.3.4. Usos de BIM

En el documento The Use of BIM (usos del BIM) elaborado por el departamento de Computer Integrated Construction de la Universidad de investigación de Pensilvania (EEUU) PennState propone una buena forma de clasificación e identificación de los usos BIM para poder aplicarlos en un proyecto, estas se definen según los objetivos, clasificándolas en dos grandes grupos que ordenan y agrupan el uso según los propósitos de Uso y características de Uso (Abós & et.al, 2018), como se muestra en la FIGURA 2.4.



Figura 2.2.4 Clasificación de usos BIM según la PennState de Pensilvania
Fuente: (Abós & et.al, 2018)

Una vez establecidos los objetivos se podrá analizar los usos del BIM más adecuados para aplicarlos, la guía Building Information Modeling Project Execution Planning Guide a través de numerosas entrevistas con expertos de la industria, análisis de estudios de casos de implementación y revisión de literatura

establece 25 usos de BIM organizados por fases del desarrollo del proyecto, como se muestra en la siguiente figura:



Figura 2.2.5 Usos BIM a través del ciclo de vida del edificio
Fuente: (López, s.f.)

2.2.3.5. Dimensiones BIM

En términos generales las dimensiones BIM están determinadas por los diversos tipos de información que se pueden vincular al modelo BIM, clasificándolas en 7 dimensiones como se muestra en la figura 2.6.

“Esta clasificación surge a partir del 3D del modelo que correspondería a la fase de diseño, si le añadimos más información respecto al tiempo que nos permita calcular la duración de la obra tenemos la dimensión 4D, si le añadimos la variable económica estaríamos hablando del 5D que nos permitirá calcular los costos, y si a esta le sumáramos el tiempo (4D) podemos utilizarlo en todo el proyecto para conocer a variación de costos en tiempo real. Hablaríamos del 6D si el modelo recogería información sobre el análisis o simulaciones del

comportamiento energético, y la dimensión 7D se refiere al modelo As Built que se usa al finalizar la construcción” (Alarcón & et.al, 2020).

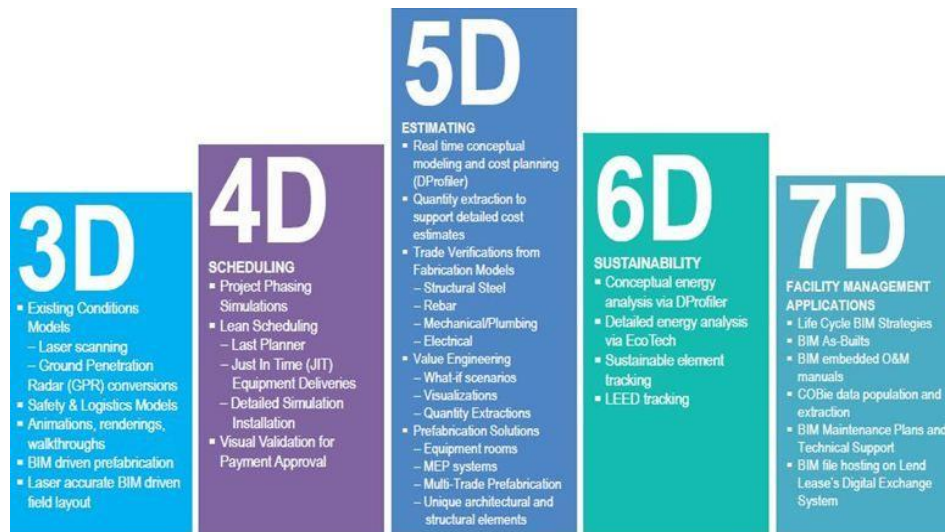


Figura 2.2.6 Dimensiones BIM
Fuente: BIM Project Ejecution Planning Guide

2.2.3.6. Nivel de desarrollo (LOD)

La AIA (American institute of Architect) en el documento E-202- 2008 Building Information Modeling Protocol, establece a “el LOD como Level of Development que define el nivel de desarrollo o madurez de información que posee un elemento del modelo, y este es la parte de un componente, sistema constructivo o montaje del edificio” (Alonso s.f. pág. 41). Esta institución nos sugiere la clasificación del LOD para las etapas del desarrollo de un proyecto en BIM de forma que podamos identificar qué nivel de información es necesario tener en cada etapa y poder determinar un nivel de confiabilidad para estos datos. Para el 2013 en el mismo documento define 5 niveles de LOD (LOD100, LOD 200, LOD 300, LOD 400 y LOD500) (Chaves, 2018).

“Estos niveles imponen unos determinados requerimientos de desarrollo gráfico y cantidad de información asignada al elemento modelizado. Es

un índice que permite informar al usuario del modelo sobre el desarrollo en cada instante del proceso de la construcción de una estructura”. (Liébana & Gómez , 2014, pág. 5).

El año 2014 el grupo de trabajo BIMForum (2019), incluye más detalles de estos niveles basados en AIA, definiendo que el Nivel de Desarrollo es una referencia que permite a los profesionales de la industria de la AEC especificar y articular con un alto grado de claridad el contenido y la fiabilidad de los Modelos de Información de la Construcción (BIM) en varias etapas del diseño y proceso de construcción, también las clasifica de la misma manera pero con dos excepciones, en primer lugar, el grupo identificó la necesidad de un LOD que definiera elementos de modelo suficientemente desarrollados para permitir coordinación detallada entre las disciplinas, por ejemplo, detección de choques, diseño, etc. Los requisitos para este nivel son más altos que los de 300, pero no tan alto como los de 400, por lo que fue designado como LOD 350. Los documentos del AIA no incluyen el LOD 350, pero la Guía e Instrucciones asociadas hacen referencia a él. En segundo lugar, aunque el LOD 500 está incluido en las definiciones de LOD del AIA, no consideraron necesario ampliar, definir e ilustrar el LOD 500 porque se relaciona con la verificación de campo.

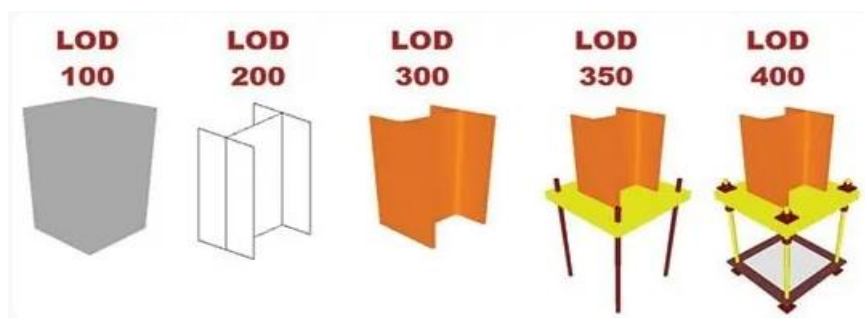


Figura 2.2.7 Nivel de desarrollo
Fuente: <https://imasgal.com/nivel-desarrollo-bim-lod/>

Debemos considerar que cada LOD posterior se basa en el nivel anterior e incluye todas las características de los niveles anteriores, esto permite que en algún momento del desarrollo del proyecto podamos tener diferentes LOD para diferentes elementos del modelo.

“Para cada uno de los usos del BIM, se debe identificar el nivel de desarrollo para maximizar el beneficio del uso de la BIM. El Nivel de Desarrollo describe el nivel de detalle / granularidad al que se desarrolla un Elemento Modelo”. (Kreider & Messner, 2013)

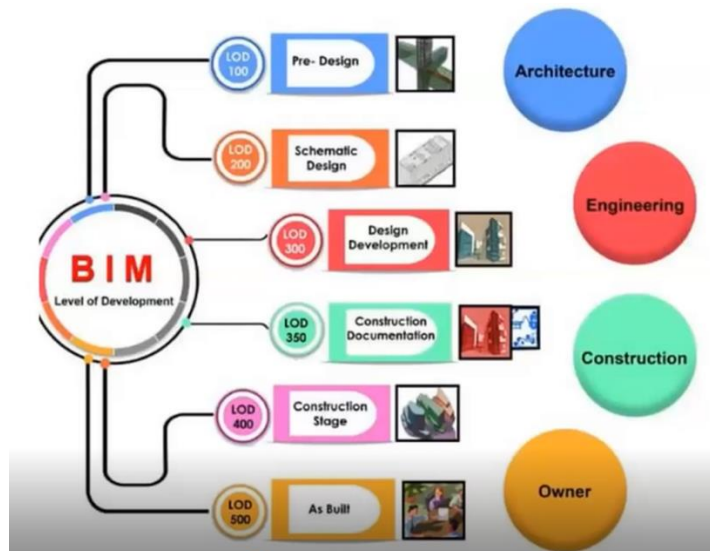


Figura 2.2.8 Niveles de detalles

Fuente: <https://todo-3d.com/lod-niveles-de-detalle-en-bim/?v=911e8753d716>

2.2.3.7. Nivel de madurez BIM

Basados en las normas PAS 1192 propuesta por el Reino Unido donde establece el grado de madurez de un proyecto con respecto al trabajo colaborativo y el intercambio de información, y consta de 4 niveles como se muestra en Figura 2.9.

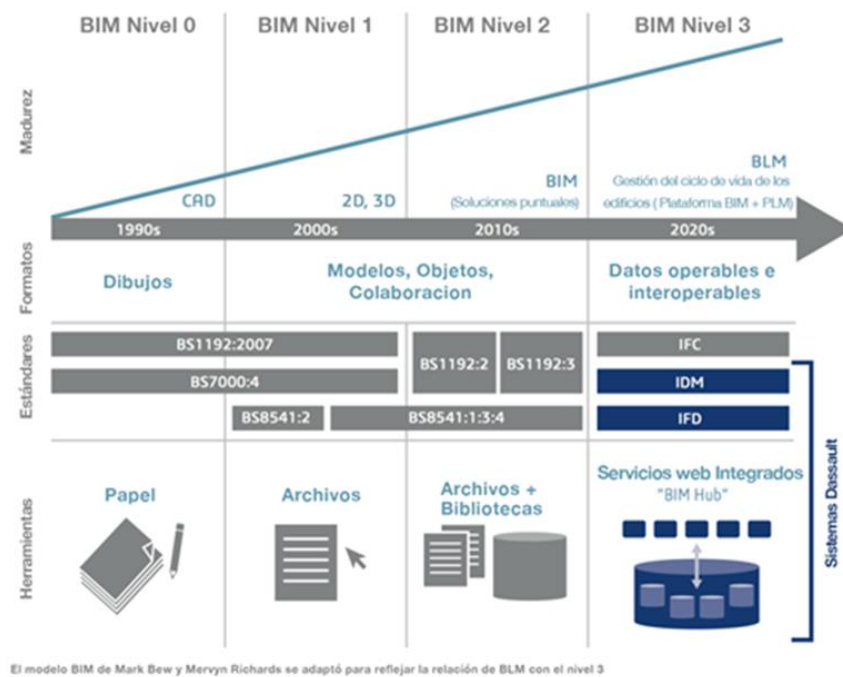


Figura 2.2.9 Nivel de madurez BIM

Fuente: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732019000200169

Nivel 0, “es el nivel más simple donde los dibujos se realizan en CAD (2D) y la información generada es entregada en papel o documentos electrónicos. En este nivel no existe ninguna colaboración ni intercambio de modelos”. (es.BIM , s.f.).

Nivel 1, “se hace el uso del 2D para generar documentación y el 3D para el diseño conceptual, la información es gestionada y estas son compartidas por el CDE (Common Data Environment). En esta fase aún no existe el trabajo colaborativo entre las disciplinas ni la interacción de los modelos”. (es.BIM , s.f.).

Nivel 2, “el trabajo colaborativo es fundamental en este nivel, cada integrante puede realizar un modelo 3D con diferentes herramientas BIM

y compartirlo mediante archivos de formato común, lo que permitirá trabajar coordinadamente”. (es.BIM , s.f.).

Nivel 3, “es la meta final que desea llegar en el sector de la construcción, en este nivel existe una integración total de toda la información en un único modelo 3D BIM que será compartido en el CDE, lo cual permitirá que todos los participantes puedan acceder, compartir y modificar el proyecto en tiempo real, a esto se le conoce como OPEN BIM” (es.BIM , s.f.).

Según Sánchez, como se citó en Martínez (2019) menciona que para alcanzar estos niveles es fundamental implicar estandarizaciones en todo el proceso tales como:

- “Los protocolos BIM; para que el proyecto BIM se desarrolle sin problemas es necesario tener un acuerdo legal, donde se establece el papel del gestor de la información y las normas a seguir para todo los involucrados”.
- “El plan de ejecución BIM (PEB)”.
- “El entorno Común de Datos o Common Data Environmet (CDE), una plataforma donde almacenar la información relativa del proyecto BIM y a la que puedan acceder todo los involucrados del proyecto, bajo el mando del líder BIM”.

2.2.3.8. Herramientas BIM

Son aquellos softwares utilizado para la aplicación del BIM que se caracterizan por su fácil visualización, por la rentabilidad y sobre todo por la interoperabilidad entre aplicaciones.

El autor (Coloma, 2008) también hace mención de que las herramientas BIM “son aquellas aplicaciones que nos permite trabajar los elementos del modelo en base a parámetros en diferentes disciplinas y que estas puedan relacionarse entre ellas, de igual manera podamos extraer información gráfica y no gráfica, en otras palabras, estas aplicaciones deben permitir crear y gestionar un modelo BIM multidisciplinario y multiusuario, tecnología paramétrica y un entorno multivistas (Figura X). También hace mención de que existen otras aplicaciones que no tienen estas características pero que están diseñadas para vincularse con estas aplicaciones BIM y que extraen información útil de sus modelos, permitiendo la colaboración entre los participantes”.

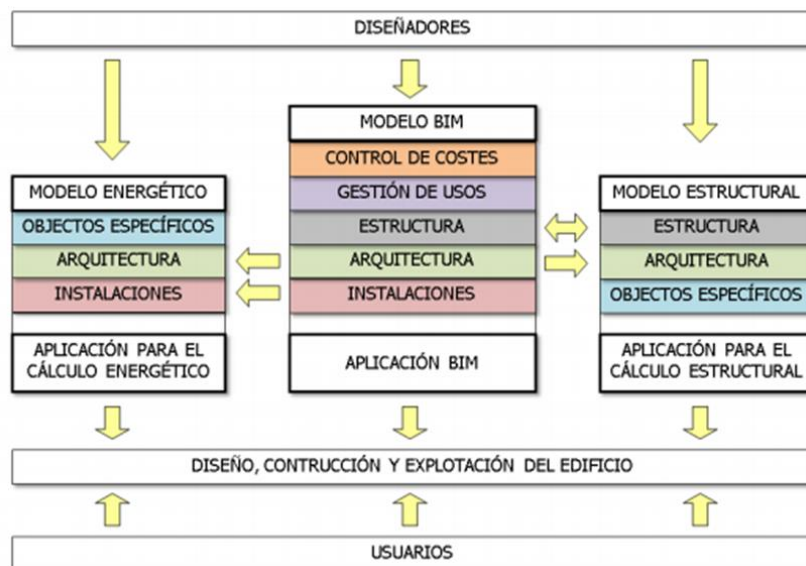


Figura 2.2.10 Característica multidisciplinario
Fuente: (Coloma, 2008)

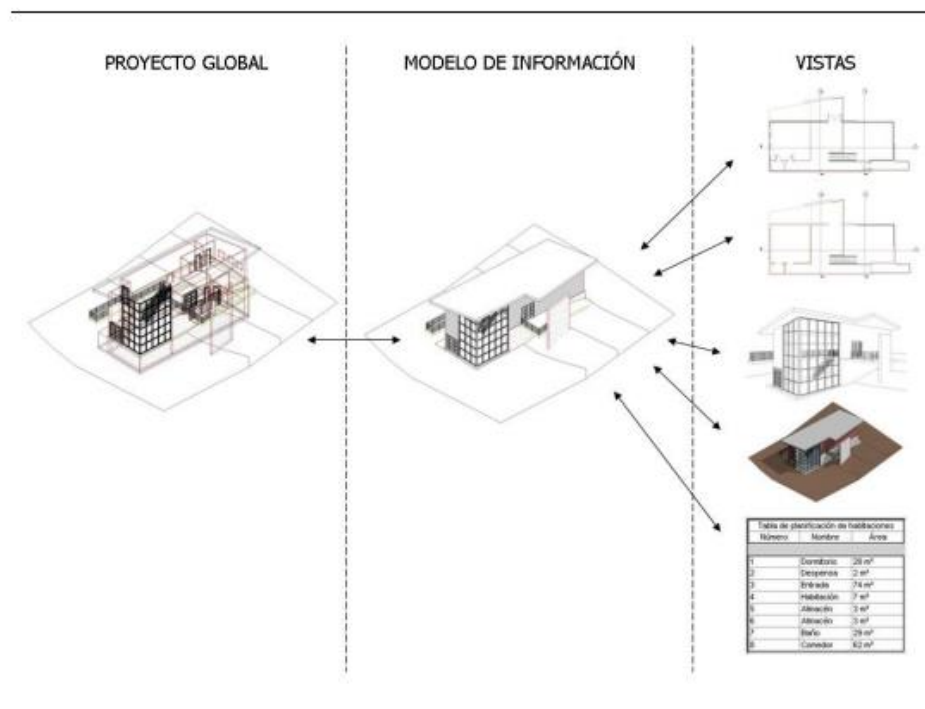


Figura 2.2.11 Modelo BIM Multivisual
Fuente: (Coloma, 2008)

Por otra parte, Garnica (2017) nos dice que “un modelo BIM debe de tener garantías de precisión para su uso correcto en el sector de la construcción, ya que esta será usada a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio. Todos los elementos que conformaran el modelo deben ser elaboradas con herramientas apropiadas y estas deben ser interoperables”.

“Herramientas para el Diseño y Modelación, son aquellos softwares que permiten modelar tridimensionalmente elementos constructivos semejantes a la realidad, estas deben ser parametrizables y tener la capacidad de almacenar gran cantidad de información adecuada para ser asociadas con costos, plazos, geometría, datos técnicos, etc. De tal manera que permitan a los usuarios tomar decisiones sobre la información generada”. (Garnica, 2017).

Algunos softwares más conocidos en el mercado son:

Autodesk Revit: “es un software con tecnología BIM que permite crear diseños coordinados, coherente y completos basados en modelos tridimensionales que pueden ser usados para planificar, diseñar, construir y administrar edificios e infraestructuras. Este software integra en una sola plataforma disciplinas como la Arquitectura, Ingeniería estructural y MEP, además podemos obtener mediciones” (Autodesk, s.f.).

“La plataforma Revit es la solución de Autodesk para crear modelos de información de edificios, basadas en sistemas completos de diseños y documentación específica para cada disciplina, que dan soporte a toda la fase de diseño y a la documentación de construcción. Desde los estudios conceptuales hasta los dibujos de construcción y tablas de planificación detallados, proporcionan una ventaja competitiva inmediata, ya que, permite una mejor coordinación y calidad para así rentabilizar la labor de todo el equipo profesional que lo usa. El motor de cambios paramétricos de Revit, coordina automáticamente los cambios realizados en cualquier vista del modelo, tablas de planificación, secciones, planos, etc”. (Autodesk, 2007).

En la paginas web de Autodesk (s.f.) encontramos algunas características de Revit, las cuales son:

- “Diseño generativo”
- “Componentes paramétricos”
- “Trabajo compartido”
- “Cronogramas”

- “Interoperabilidad e IFC”
- “Complementos”
- “Anotación”
- “Dynamo para Revit”
- “Parámetros globales, etc”. (Autodesk, s.f.).

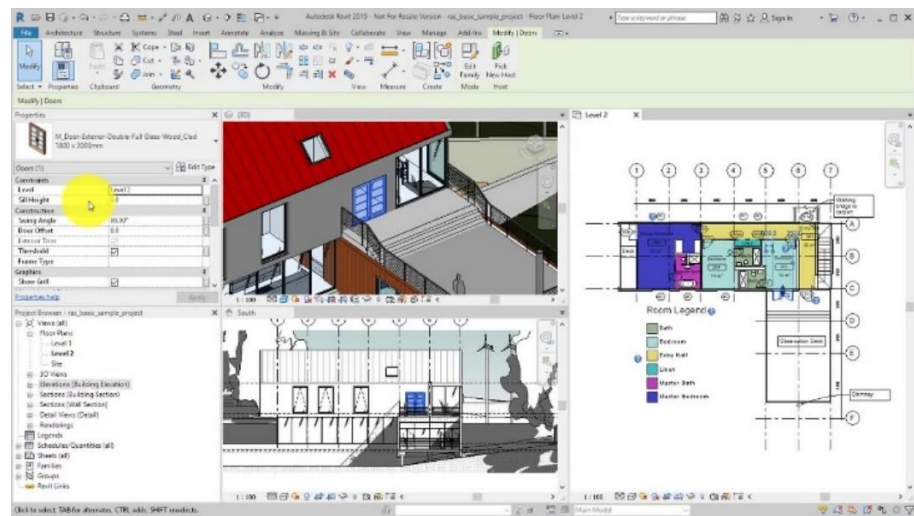


Figura 2.2.12 Interfaz de Revit
Fuente: (Autodesk, s.f.)

Graphisoft ArchiCAD: “Es uno de los softwares BIM más antiguos, al igual que el Revit es interoperable, se organiza en torno a un único archivo con un sistema de librerías tanto propias como externas, su estructura es muy similar, pero se distingue por las vistas y sus localizaciones del modelo, es decir de una planta se puede crear diferentes vistas bajo una estructura en árbol totalmente configurable. Así mismo no genera vistas de manera instantánea como las de Revit, sino que las hace automáticamente. Aun no cuentas con funciones estructurales y MEP como las ofrece Revit”. (Coloma, 2008)

“Permite crear modelos virtuales 2D o 3D. lo diseños en dos dimensiones pueden ser exportados en cualquier momento, incluso en el modelo; las bases de datos siempre se almacena los datos en tres dimensiones. Los planos, alzados y secciones son generados desde el modelo virtual en tres dimensiones y son constantemente actualizados”(Ulloa & Salinas, 2013).

Nemestscheck Allplan: fue desarrollado en Alemania, es un software eficiente pero complejo, es decir su nivel de satisfacción y algunas de sus posibilidades superan a las de sus competidores, pero resulta ser menos intuitivo de emplear y cuenta con una interface antigua, motivo por el cual su público es limitado.

“Algunas de las carteristas de este software es que permite trabajar en equipo, limita el consumo de memoria de la aplicación, es capaz de editar más de un archivo a la vez, aunque los nuevos elementos que se crean deberán realizarse en el archivo activo, que siempre es único. Esta manera de organizarse hace que la aplicación sea menos ágil a la hora de navegar por el proyecto y también limita las relaciones asociativas entre los objetos paramétricos ya que se encuentran en archivos diferentes, por ende, el trabajo en equipo es más tediosa porque se tendrá que modificar el contenido de los archivos del proyecto” (Coloma, 2008).

“Por otra lado, Nemestscheck cuenta con una línea de productos propios compatibles con Allplan para cumplir varias disciplinas como: Allplan Arquitectura, Allplan Ingeniería (para estructuras), Allplan instalaciones, Allplan prefabricados, On-Site Survey (para levantamientos in-situ), On-

Site Photo (levantamientos fotográficos), Cinema 4D (infografía), Maxwell Render (simulador de iluminación natural), Design to Cost (mediciones y control de la obra), Oficina Móvil (soluciones de movilidad con transmisión de datos CAD), My office (gestión integral de proyectos) y X-World (base de datos con tecnología de objetos). También se conecta con numerosas aplicaciones de terceros, como Presto, Arquímedes y Gesto (mediciones y presupuestos), la suite de Cype (cálculo de estructuras y de instalaciones), Tricalc (cálculo de estructuras), Líder y Calener (del CTE)” (Coloma, 2008).

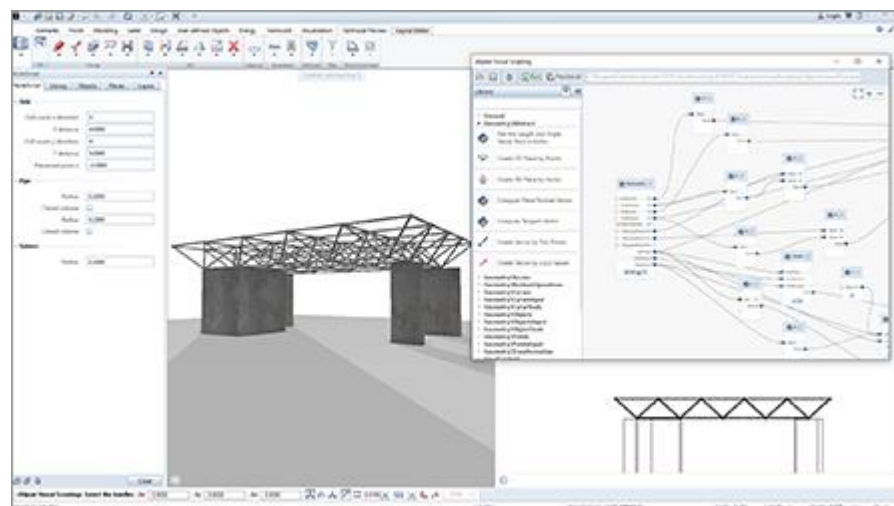


Figura 2.2.13 Interfaz de Allplan

Fuente: Allplan <https://www.allplan.com/es/productos/architecture-2019-features/>

Bentley Systems: “Es un software equivalente al Revit pero que funciona sobre MicroStation que es un programa CAD desarrollado por el mismo Bentley” (Ulloa & Salinas, 2013, pág. 31)

“Bentley organiza el modelo BIM de manera flexible, pero difícil de gestionar. Su funcionamiento consiste en separar los modelos tridimensionales de los bidimensionales, pero la actualización en uno y otro sentido es manual. Las

vistas en planta no son bidireccionales debido a que son dibujos auto-generados, asimismo, la falta de asociatividad entre elementos hace que los datos sean dispersos” (Coloma, 2008).

Por último, “esta compañía ha desarrollado cinco aplicaciones BIM como: Architecture, Bentley Structural, Bentley Mechanical Systems, and Bentley Electrical Systems que se integran perfectamente entre ellas” (Coloma, 2008).

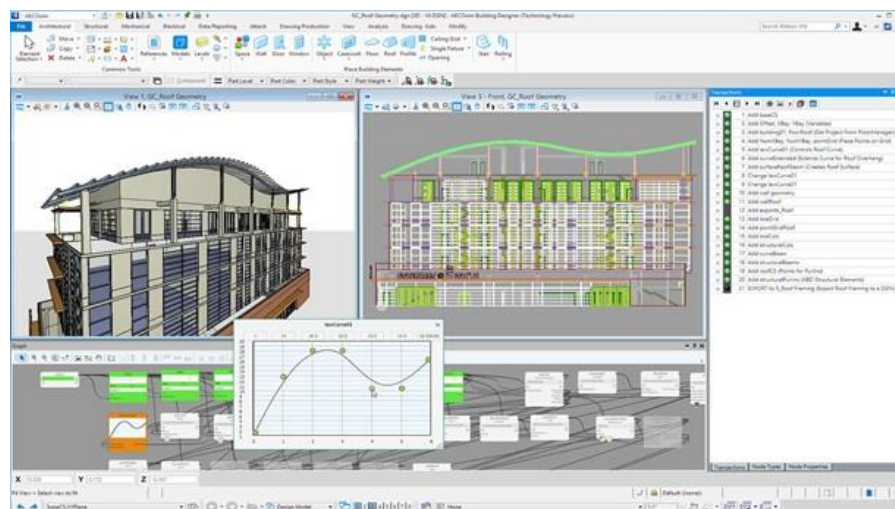


Figura 2.2.14 Interfaz de Bentley

Fuente: Bentley <https://www.bentley.com/es/about-us/news/2017/september/18/aecosim-building-designer-connect-edition>

Tekla Structures: “Tekla Structures es un software de modelado de información de edificios (BIM) en 3D utilizado en las industrias de construcción y construcción para detalles de acero y concreto, prefabricados y fundidos in situ. El software permite a los usuarios crear y administrar modelos estructurales en 3D en concreto o acero, y los guía a través del proceso desde el concepto hasta la fabricación. El proceso de creación de planos de talleres automatizado, controlar la fabricación de hormigón prefabricado, importar en sistemas PLM Tekla Structures está disponible en diferentes configuraciones y entornos localizados para satisfacer

diferentes necesidades específicas de cada segmento y cultura” (Martínez , 2019, pág. 56).

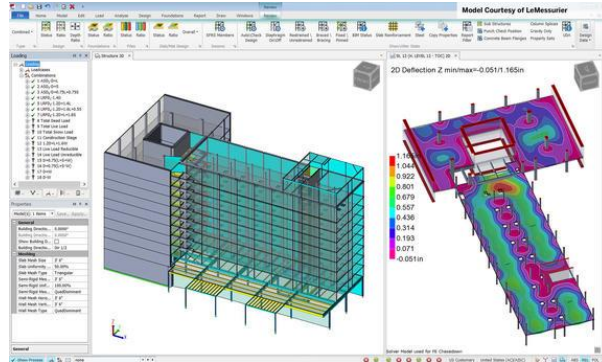


Figura 2.2.15 Interfaz de Tekla

Fuente: Tekla recuperado de <https://www.tekla.com/la/image/teklastructuraldesigner2017-model-ui-model-courtesy-lemessurierjpg>

Herramientas para la Gestión y Coordinación, “estos softwares no generan elementos inteligentes en un modelo BIM, sino que se centran en la visualización de los modelos provenientes de los diversos softwares y disciplinas cargándolo en un solo ambiente junto con el análisis de consistencia, información no geométrica, entre otras. Cabe recalcar que estas herramientas tienen la capacidad de administrar y organizar gran cantidad de información, tienen diversas funciones que nos permiten trabajar coordinadamente, detectar interferencias entre disciplinas, realizar simulaciones de los procesos constructivos empleando variables de tiempo (4D), costos (5D) y así poder generar reportes eficientes y pertinentes” (Garnica, 2017).

Herramientas más conocidas para la planificación:

Naviswork: “es un software realizado por Autodesk, representa una de las mejores herramientas del grupo de visualizadores 3D. permite abrir y combinar archivos de diseño 3D en un único modelo. Nos permite navegar

en ellos en tiempo real, generar animaciones y representaciones fotorrealistas, comprobar interferencias (Clash detección), hacer planificación, etc”. (es.BIM , s.f.)

Autodesk menciona que este software, permite una mayor coordinación, simulación de construcción y análisis de todo el proyecto para la revisión integrada de todo el proyecto. También nos da a conocer sus características:

- “Coordinación BIM con productos de Autodesk”
- “Detecta conflictos y coordina modelos”
- “Admite más de 60 formatos de archivo”
- “Se puede agregar datos en un solo modelo”
- “Simulación y animación de modelos”
- “Revisión del proyecto de todo el equipo”
- “Colaboración más optimizada”
- “Herramientas de medición”
- “La programación de proyectos 5D incluye tiempo y costo”.
- “Representación de modelos fotorrealistas”
- “Interacción más fluida con los datos de cuantificación”
- “Navegación en tiempo real”
- “Capacidades de captura de la realidad”
- “Cuantificación a partir de hojas PDF”

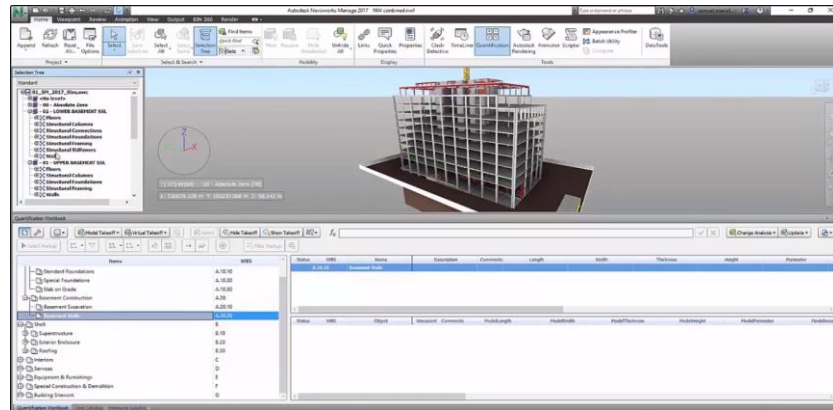


Figura 2.2.16 Interfaz de Navisworks
Fuente: (Autodesk, 2020)

Vico Office: “Es un software que permite una óptima gestión de las mediciones, estudio de costos, planificación de obra y presupuestos de un proyecto de construcción. Los datos 2D y 3D se pueden usar para los resúmenes de costos y propósitos de planificación, lo que conduce a un enorme ahorro de tiempo, cálculos competitivos y una mejor planificación. También es compatible con otros softwares como: Tekla Structures, Autodesk® Revit®, ArchiCAD®, Trimble, SketchUp Pro, Bentley, o haciendo uso del formato IFC (Formato abierto BIM)” (Construsoft, s.f.).

Según la empresa Construsoft (s.f.) los beneficios que brinda Vico Office son:

- “Control de documentos, permite tener un control total sobre los modelos y documentos”.
- “Revisiones automáticas, si se actualiza algún modelo, se reajustará automáticamente las mediciones, el presupuesto y planificación, ya que están vinculados a los modelos 3D”.

- “Constructabilidad; se detectan colisiones y conflictos entre los diferentes modelos y disciplinas, que serán notificadas mediante informes”.
- “Mediciones; se puede determinar las cuantificaciones mediante modelos 3D y 2D”.
- “Costos (5D), se puede extraer presupuestos a través de un boceto de estimación de costos por partidas en base a un modelo 3D y 2D”.
- “Localizaciones basadas en estructuras, es posible dividir el proyecto en fases y áreas, de esta manera se podrá definir más fácil los costos”.
- “Planificación; se hace a partir de una metodología y modelo de planificación basado en un diagrama espacio – tiempo (flow line). Es decir, la planificación se realiza en diagramas de líneas de balances donde se obtienen mejoras en tiempos del 10-20% en frente de Gantt”.
- “Simulación 4D: simula el avance del proyecto, así se podrá ver de forma inmediata el proceso de ejecución de la construcción”.

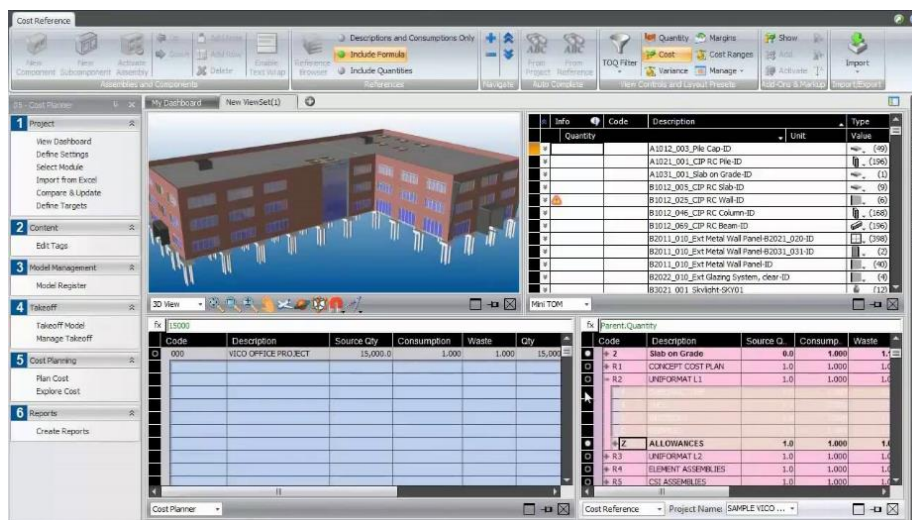


Figura 2.2.17 Interfaz Vico Office
Fuente: <https://www.comparasoftware.com/vico-office>.

Synchro PRO: “Es un software de modelad de construcción 4D para la planificación y gestión de proyectos. Este programa ofrece una visibilidad clara de los datos del proyecto y el diseño, agilizando y facilitando la comunicación y el análisis del impacto de los cambios en todo el proceso de ejecución del proyecto”.

“Los entregables BIM 3D están vinculados con la dimensión temporal 4D para sincronizar de forma propia, a través de los flujos de trabajo digitales, la estrategia de construcción, la estructura desglosada del trabajo, programación, costes, recursos, logística de la cadena de suministros y avances; también, incorpora perfectamente otras variables de la construcción (humana, materiales, equipos y espacio) para una ejecución del proyecto segura, fiable y predecible. Además, incluye una programación CPM propia de los gráficos de Gantt con capacidades de visualización 4D integradas en tiempo real”. (Bentley, 2018)

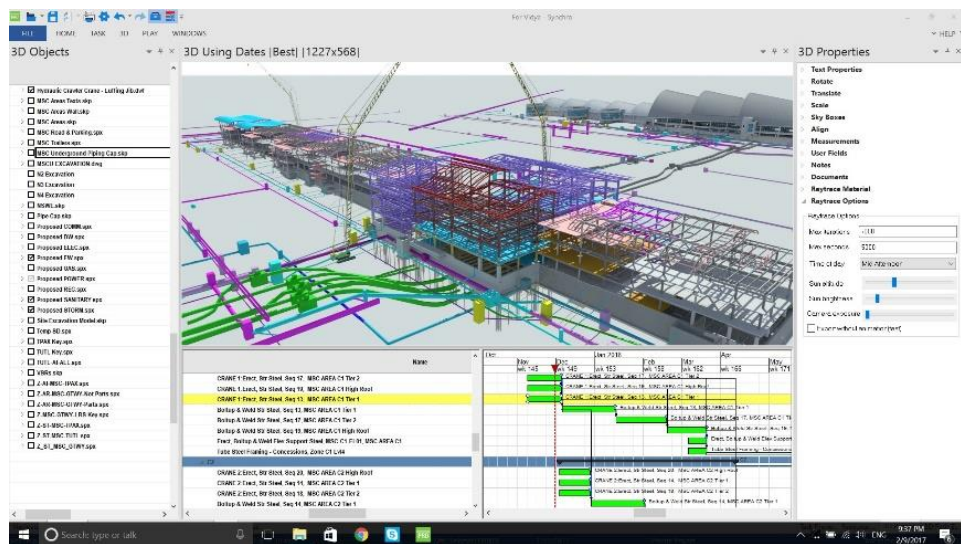


Figura 2.2.18 Interfaz de Synchro PRO.

Fuente Bentley (<https://www.bentley.com/es/about-us/news/2018/june/20/synchro-acquisition>)

Herramientas para el control de costos:

RIB Spain desarrolladora y comercializadora del software Presto hacen mención que:

Presto – Cost It: es un software BIM de gestión del coste y de la planificación para todo tipo de proyectos de construcción, que comprende las diferentes necesidades de todo los involucrados, interviniendo en todas las etapas del proyecto a través de un proceso integrado:

Diseño (Cost-It): permite estimar el coste y crear presupuestos por el profesional de proyectos o realizar estudios y ofertas desde el punto de vista de la empresa constructora. También, realiza mediciones, personaliza y crea nuevos informes.

Planificación (Plan-It): Dispone de las herramientas necesarias para ayudar en las tareas previas a la ejecución de la obra, como la planificación económica y financiera de ingresos y costes o la planificación temporal.

Ejecución (Build-It): abarca todas las tareas durante la ejecución de obra, desde la contratación, la certificación y el seguimiento hasta la facturación y el control de costes.

Del mismo modo, facilita la estandarización, la reutilización y el intercambio de datos entre los distintos involucrados. Toda la información se integra en el presupuesto, desde la planificación hasta las certificaciones, Incluyendo el control económico de la obra, la información de los sistemas de gestión de la calidad y la documentación de la obra terminada, proporciona un entorno compartido y ordenado de la gestión del conocimiento.

Además, “está integrado bidireccionalmente con Microsoft Office, primavera, Revit y otros programas utilizados en el proyecto y la ejecución de obras. También permite la creación de complementos o plugins mediante API (Application Programming Interface). Los modelos en Revit son exportados Revit a través del Cost-It, reordenando los presupuestos” (Presto, s.f.).

Cost-It, el complemento de Revit para Presto

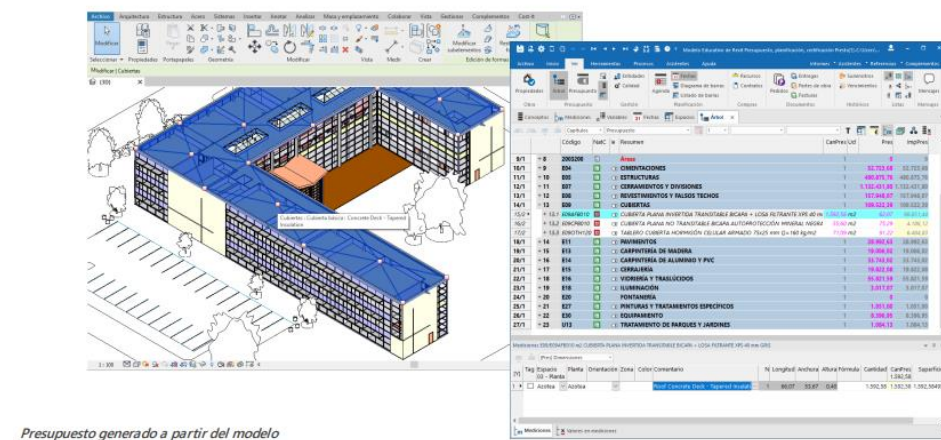


Figura 2.2.19 Interfaz de Presto
Fuente: Presto

Arquímedes: “Es el software BIM de gestión de proyectos desarrollado por CYPE Ingenieros S.A, que permite desarrollar mediciones, presupuestos, certificaciones, pliegos de condiciones, así como el manual de uso y mantenimiento de un edificio. Tiene conexión directa y bidireccional con Revit de Autodesk, a través de un plug-in que permite trabajar simultáneamente o solo desde Arquímedes”. (es.BIM , s.f.)

Algunas características del software de Arquímedes dadas por CYPE (s.f.):

- “Integración y trabajo simultaneo con el entono Revit”

- “Lectura de la información del modelo Revit completa (familias, categorías, tipos, ejemplares parámetros de sistema y de usuario, etc)”
- “Permite realizar un presupuesto abierto sobre una obra existente pero no abierta o crear un presupuesto nuevo partiendo del modelo BIM”.
- “Permite medir por entidades y materiales del modelo de Revit. Incluso, puede realizar una estimación temprana de costes por habitaciones, o grupos de partidas para una habitación concreta”.
- “Permite tener modelos de Revit tipo plantilla con las entidades asociadas a partidas de una base de datos de referencia de Arquímedes por medio del parámetro "Nota clave" y reducir así el trabajo de asignación manual posterior”.
- “Permite asignar varias partidas a un Tipo para obtener sus mediciones”
- “Permite asignar partidas del Generador de precios de la construcción al modelo Revit”.
- “Es posible vincular varias obras o proyectos de Revit a un mismo presupuesto de Arquímedes”.
- “Es posible personalizar la fórmula para obtener las mediciones”.
- “El control de cambios identifica las Categorías, Tipos y Ejemplares que han cambiado tras la extracción de la medición, e identifica en el presupuesto las líneas de medición provenientes del modelo Revit de las del usuario”.
- “Quien realiza la medición no necesita saber manejar Revit”.
- “No es necesario realizar las mediciones sobre Revit, ya que lo que se obtiene es el modelo de Revit para su trabajo externo, y por lo tanto, no

es necesario estar en la misma "red" para compartir el Archivo central del proyecto”.

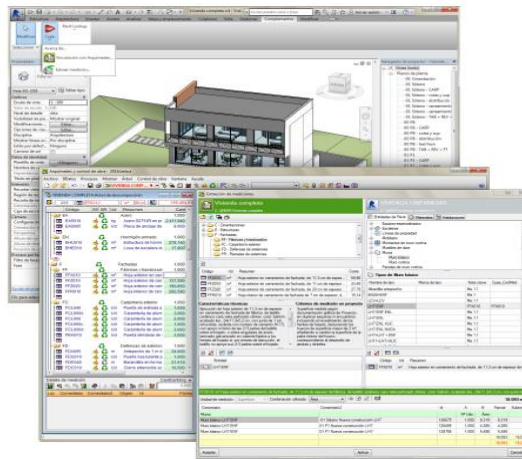


Figura 2.2.20 Interfaz de Arquímedes
Fuente: CYPE <http://revit.arquimedes.cype.es/>

Delphin Express: es un software profesional peruano con un entorno similar a STIMAT o CYPE, que nos permite diseñar, presupuestar, metrar, realizar las programaciones, con la finalidad de crear y visualizar en tiempo real la totalidad de costos y recursos, además que, con su actual actualización tenemos la opción de trabajar con modelo IFC, y poder extraer la información necesaria para obtener las cantidades. Esta es una de las razones por la que se considera un software BIM.

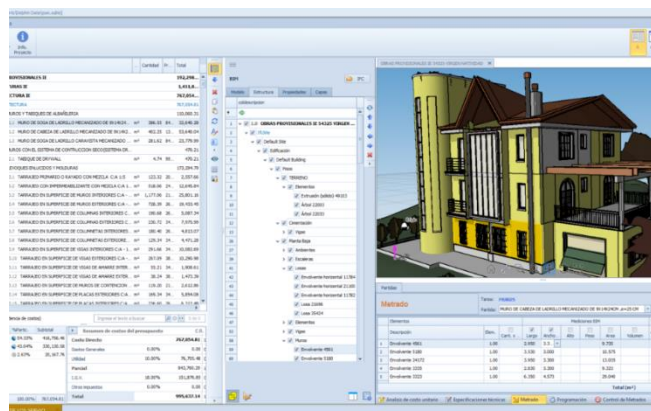


Figura 2.2.21 Delphin Express BIM 2021
Fuente: <https://itcmsolucionesintegrales.com/delphin-express-bim-2021-r-2-5/>

2.2.3.9. BIM en el mundo

Es fundamental saber cómo BIM se va desarrollando en el mundo con la finalidad de entender los beneficios que trae esta metodología para el sector de la construcción. Pues está demostrando ser una metodología muy potente.

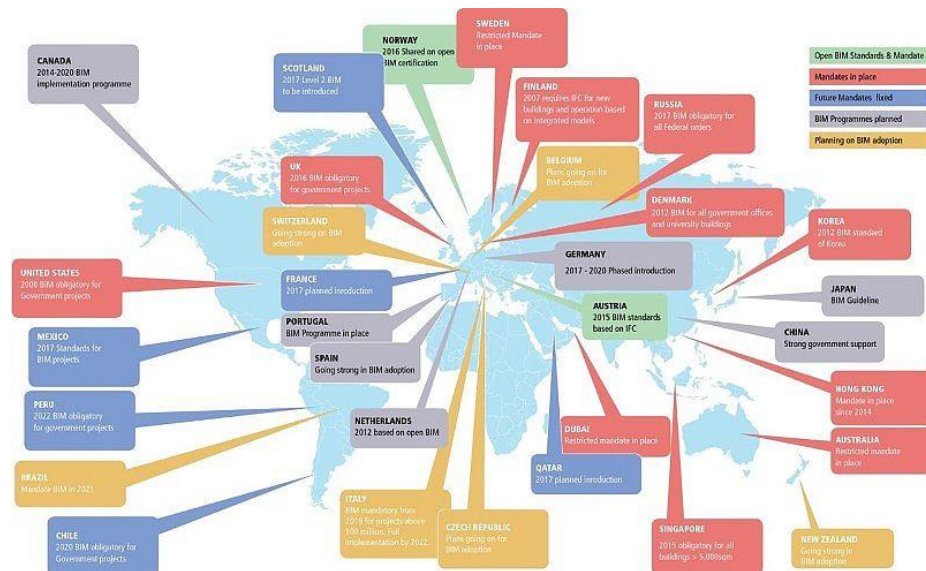


Figura 2.2.22 BIM en el mundo

Fuente: https://www.elfarodemalaga.es/typo3temp/_processed_/csm_bim_ea6d32a7b7.jpg

BIM en América del Norte

“Es una de las regiones más importantes para el mercado del BIM con un enfoque innovador en el diseño y construcción, siendo altamente adoptado por los contratistas, arquitectos, ingenieros y su número está creciendo considerablemente. En el año 2014 tuvo la mayor participación con el 34,34% del total de la construcción usando BIM y se estima que entre los años 2015 – 2020 crezca en una de crecimiento anual compuesta (CAGR) de 12,69%” (Zigurat, 2018).

BIM en Europa

“La industria de la construcción en Europa ha estado enfrentando un estricto cambio para aumentar la productividad, eficiencia, valor de la infraestructura,

calidad y Sostenibilidad, además de reducir los costos, los plazos de entrega y duplicaciones, mediante una colaboración efectiva y comunicación de los interesados en los proyectos de construcción, es por ello que a nivel europeo mediante el proyecto Directiva 2014/24 / UE (del Parlamento Europeo) y el Consejo del 26 de febrero de 2014 sobre la contratación pública y la derogación de la Directiva 2004/18 /CE del 28.03.2014, artículo 22, punto 4, bemoles 107) requiere que las administraciones públicas europeas utilicen sistemas digitales en sus procesos de diseño, así como proyectos de licitación y su ejecución desde el 2016” (Zigurat, 2018).

BIM en América Latina



Figura 2.2.23 BIM en América Latina
Fuente: <https://editeca.com/bim-latinoamerica-en-2020-parte-1/>

En Chile: en el 2016 se creó el programa Planbim que surge en el marco estratégico de Productividad y Construcción Sustentable, Construye 2025; en el 2017 se aloja en el Comité de Transformación Digital de Corfo. Este programa

busca reducir los costos y plazos de los procesos de construcción de proyectos públicos y hacer más eficiente la operación de esta infraestructura.

Brasil: “En el 2017 se crea el Comité Estratégico para la implementación del BIM (CE-BIM) y un Grupo de Apoyo Técnico (CAT-BIM) conformando así la estrategia BIM-BR, esta estrategia establece 9 objetivos que permitirá implementar el BIM a nivel nacional. Según su Roadmap la implantación del BIM se realizara en 3 fases, la primera proyecta que para el 2021 se requerirá modelos digitales, aplicación clash detection y la revisión informativa de dichos modelos, así mismo se requerirá la información gráfica y su extracción de información de los modelos. La fase 2 comenzara el 2024 el cual consiste en añadir algunas actividades relacionadas con el uso a los modelos digitales. Finalmente, la fase 3 iniciaría en el 2028 pretendiendo también aplicar el BIM en la gestión y mantenimiento de los activos existentes” (Accasoftware, 2020).

Argentina: “En el año 2016 se crea BIM Forum Argentina con la finalidad de promover el uso del BIM en AEC. En el 2019 el gobierno presenta la estrategia BIM en Argentina a través del plan SIBIM (Sistema de Implementación BIM) con el objetivo de desarrollar estándares para el uso de los proceso BIM, con esta acción se prevé que para el 2025 el gobierno obligue usar esta metodología en las fases de diseño y construcción aplicadas en obras públicas” (Accasoftware, 2020).

Colombia: “En el 2016 y 2017 se crea la ASOBIM (Asociación Colombiana BIM) y el BIM Forum Colombia respectivamente con el objetivo de difundir la adopción en el país (Toledo, 2019). BIM Fórum Colombia tiene

como meta aumentar el nivel de acceso de BIM en la industria de la construcción hacia estándares cercanos al 50% de usuarios regulares para el año 2020, así como aumentar el porcentaje de empresas que usan BIM en más del 80% de sus proyectos, del 16% al 30%”. (CAMACOL - Cámara colombiana de la construcción, 2020)

2.2.3.10. BIM en el Perú

Almeida (2018) menciona que “el BIM en nuestro país surge en el 2005 al mando de las grandes empresas constructoras, con la finalidad de mejorar la productividad en sus proyectos”. Con estas expectativas en el año 2012 la Cámara Peruana de la Construcción (Capeco) crea el Comité BIM del Perú, y en año 2018 crea el Comité BIM del Centro de Innovación y Tecnología para la Industria de la Construcción (CITI).

De igual manera en el año 2017 el Instituto Nacional de Calidad (Inacal) aprueba la conformación del comité técnico de Normalización de Edificaciones y Obras de Ingeniería Civil que agrega el Subcomité de Organización de la Información sobre Obras de Construcción con la finalidad de reglamentar el BIM en el Perú, generándose así las primeras normas técnicas peruanas sobre el BIM publicadas en el diario Peruano en la Resolución Directoral N° 048-2018-INACAL/DN, con fecha 28 de diciembre de 2018. Ese mismo año el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, a través de la Dirección General de Políticas y Regulación, crea un grupo de trabajo con el objetivo de establecer los lineamientos técnicos mínimo para un modelo BIM.

El 19 de julio del 2019 a través del RM N° 242- 2019-VIVIENDA publican lo lineamientos generales para el uso de BIM en los proyectos de construcción que

son aplicables para las entidades públicas, privadas o personas naturales. 09 días después, el 28 de Julio, mediante el decreto D.S. N° 237-2019-EF, el gobierno peruano establece el Plan Nacional de competitividad y productividad 2019 – 2030, que tiene como objetivo prioritario dotar al país de infraestructura económica y social de calidad, donde establece 6 medidas de políticas entre ellas el Plan BIM. Esta medida consiste en la adopción progresiva de la Metodología BIM en el sector público para inversión en la infraestructura, con la finalidad de mejorar la calidad y eficiencia de los proyectos públicos durante todo su ciclo de vida.

En el 2020, el 24 de enero se publica el Decreto de Urgencia N°021-2020 donde establece el modelo de ejecución en proyectos especiales de inversiones públicas, basada en las mejores prácticas y altos estándares internaciones. Este modelo comprende funciones de gestión de proyectos, asistencia técnica para la gestión y ejecución de las inversiones, uso de la metodología BIM, modelos contractuales de ingeniería de uso estándar internacional, facilidades para la obtención de licencias de habilitación urbana o de edificación, facilidad para liberación de interferencias, condiciones especiales para la contratación de funcionarios y servidores, entre otras.

El 09 de Octubre el Ministerio de Economía y Finanzas mediante la Dirección General de Programación Multianual de Inversiones (DGPMI), publica el Plan de implementación y Hoja de ruta del Plan BIM Perú, donde se detalla la estrategia de la adopción progresiva del BIM en sector Publico, de esta manera generar un marco normativo e institucional aplicables a las inversiones públicas.



Figura 2.2.24 Resumen de acciones Plan BIM Perú
Fuente: (Ministerio de Economía y Finanzas, 2020)

2.3. Definición de términos

- *BIM.* – “Modelado de Información de la Construcción “BIM” (por sus siglas en inglés), se define como “un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten formular, diseñar, construir, operar y mantener una infraestructura o edificación” (Diccionario BIM, 2019).
- *Edificación.* – “Obra de carácter permanente cuyo destino es albergar actividades humanas. Comprende las Instalaciones fijas y complementarias adscritas a ellas. Edificio: Obra ejecutada por el hombre” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2011)
- *Expediente Técnico de obra.* – “Es el conjunto de documentos que comprende: memoria descriptiva, especificaciones, planos de ejecución de obra, metrados, presupuesto, fecha de determinación del presupuesto

de obra, valor referencial, análisis de precios, calendario de avance, formulas polinómicas y si en caso lo requiere, estudio de suelos, estudio geológico, de impacto ambiental u otros complementarios” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2011)

- *Herramientas BIM.* - Softwares que se emplean en el mercado profesional para emplear y trabajar con el modelado de información de construcción y que resulta exitosa para los profesionales y los expertos a nivel global.
- *Herramientas tradicionales.* - Son aquellos softwares que por años vienen siendo usados para la elaboración de proyectos de edificación.
- *Metrados.* – “Según la norma técnica de metrados es el cálculo o la cuantificación por partidas de las cantidades de obra a ejecutar” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2011).
- *Modelado 3D.* – “Consiste en utilizar software para crear una representación matemática de un objeto o forma tridimensional. El objeto creado se denomina modelo 3D y se utiliza en distintas industrias”. (Autodesk, 2020)
- *Optimización.* - Realizar una actividad o tarea de la mejor manera posible, utilizando de la mejor manera los recursos, logrando el buen funcionamiento de algo.
- *Partida.* – “Cada uno de los productos o servicios que conforma el presupuesto de obra”. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2011)

- *Planos del proyecto.* – “Representación gráfica y conceptual de una obra, constituida por plantas, perfiles, secciones transversales y dibujos complementarios de ejecución” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2011)
- *Presupuesto* – consiste en la elaboración de una tabla de cantidades a las que se dan valores unitarios; dando un costo total del proyecto a construir. La valoración económica de la obra debe ser lo más cercana a la realidad, sin embargo, el costo final puede no ser la estimación planteada inicialmente.

“A través del presupuesto de obra conocemos la cantidad de los servicios, materiales y equipos necesarios a implementar; permitiéndonos controlar, distribuir y cuidar de manera más responsable el presupuesto” (El Oficial, 2015).

- *Usos BIM.* – “Se puede definir como un método, tarea, o procedimiento único para emplear el BIM dentro de un proyecto y lograr uno o más objetivos específicos durante su ciclo de vida. El propósito del uso BIM es comunicar el objetivo principal de la implementación en el Proyecto”. (Kreider & Messner, 2013).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

- Las herramientas BIM presentan mayores beneficios que las herramientas tradicionales al documentar la partida estructural de un proyecto de edificación.

2.4.2. Hipótesis Específica(s)

- Las herramientas Tradicionales presentan mayor tiempo que las herramientas BIM al elaborar los planos de un proyecto de edificación.
- La exactitud que presentan los metrados de la especialidad de estructuras de un proyecto de edificación usando herramientas BIM es mayor que la exactitud que presentan las herramientas tradicionales.
- La exactitud que presenta el presupuesto de la especialidad de estructuras de un proyecto de edificación usando herramientas BIM es mayor que la exactitud que presentan las herramientas tradicionales.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

- Herramientas BIM– Son aquellas aplicaciones interoperables, que nos permite trabajar a través de un modelo digital con parámetros con la finalidad de extraer información gráfica y no gráfica, de todas las disciplinas. (Coloma, 2008)
- Herramientas Tradicionales – Conjunto de softwares usadas comúnmente, estas son trabajadas individualmente sin conexión alguna en el desarrollo de la documentación.

2.5.2. Definición operacional de la variable

- Herramientas BIM – Estimar la exactitud y el tiempo empleado que presenta las herramientas BIM durante el desarrollo de un proyecto.
- Herramientas Tradicionales – Estimar la exactitud y el tiempo empleado que presenta las herramientas tradicionales durante el desarrollo de un proyecto.

2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla 1. Operacionalización de la variable

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable 1 (X) X1 HERRAMIENTAS BIM	Son aquellas aplicaciones interoperables, que nos permite trabajar a través de un modelo digital con parámetros con la finalidad de extraer información gráfica y no gráfica, de todas las disciplinas. (Coloma, 2008)	Estimar la exactitud y el tiempo empleado que presenta las herramientas BIM durante el desarrollo de un proyecto.	D1: Planos	- Optimización en Tiempo
			D2: Cuantificación	- Exactitud (margen de error)
			D3: Presupuesto	-- Optimización en Costo
Variable 2 (Y) Y1 HERRAMIENTAS TRADICIONALES	Conjunto de softwares usadas comúnmente, estas son trabajadas individualmente sin conexión alguna en el desarrollo de la documentación	Estimar la exactitud y el tiempo empleado que presenta las herramientas tradicionales durante el desarrollo de un proyecto.	D1: Planos	- Tiempo
			D2: Cuantificación	- Exactitud (margen de error)
			D3: Presupuesto	- Costo

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El *método científico* se utilizó como método general de la investigación. Según Maya (2014) menciona que “este método permite observar un fenómeno interesante y explicar lo observado” (p. 13).

3.2. Tipo de investigación

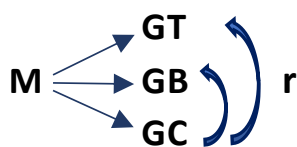
La investigación realizada es *aplicada*, debido a que “depende de los avances de la investigación básica, buscando la aplicación y consecuencias prácticas, sobre todo a nivel tecnológico de los conocimientos” (Maya, 2014, p.17). Esta investigación reúne las condiciones metodológicas necesarias para clasificarla así, ya que se utilizaron conocimientos ya existentes sobre este tema, a fin de aplicarlas para mejorar y optimizar los procesos y resultados de los proyectos.

3.3. Nivel de investigación

La investigación tiene un nivel *descriptivo y comparativo*. Según Palella y Martins (2006), menciona que “el nivel descriptivo hace énfasis sobre conclusiones dominantes o sobre como una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente” (p. 102). Motivo por el cual, los datos obtenidos de las variables serán comparados, con la finalidad de determinar cuál de ellas es más beneficiosa.

3.4. Diseño de investigación

La investigación tiene un diseño *no experimental de corte transversal*. Para Palella y Martins (2006), el diseño no experimental solo "... se observan los hechos tal y como se presentan en su contexto real y en un tiempo determinado o no, para luego analizarlos" (p.96), y de corte transversal "su finalidad es describir las variables y analizar su incidencia e interacción en un momento dado, sin manipularlas" (p.104). En esta investigación no manipularemos las variables, simplemente serán medidas una sola vez para luego ser comparadas.



M : Muestra
GT : Grupo con el uso de las herramientas Tradicionales
GB : Grupo con el uso de las herramientas BIM
GC : Grupo control (Lo realmente ejecutado)
r : Relación

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población:

Proyecto "Mejoramiento y ampliación del servicio educativo de nivel primaria de la I. E. N°39010/m-p Corazón de Jesús en la localidad de Cangallo del distrito de Cangallo, provincia de Cangallo - departamento de Ayacucho."

3.5.2. Muestra:

Contempla una muestra no probabilística o internacional, debido a que se seleccionó al juicio subjetivo del tesista. La muestra seleccionada fue todas las partidas de la especialidad de estructuras. Así lo fundamenta Palella y Martins

(2006), al mencionar que este tipo de muestreo “el investigador establece previamente los criterios para seleccionar las unidades de análisis ...” (p. 124).

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

Está basada en:

- Observación directa del proyecto
- Revisiones bibliográficas de fuente confiable, como: tesis, libros, normativas libros, artículos.
- Capacitaciones.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos:

- Software AutoCAD
- Software Revit 2020
- Software Delphin Express
- Software Microsoft Excel
- Software S10
- Norma Técnica de Metrados
- Cronómetro

3.7. Procesamiento de la información

Se inicio con la elaboración de la documentación (planos, metrados y presupuesto) con el uso de ambas herramientas, se procedió a controlar con un

cronometro los tiempos empleados por cada actividad, con la finalidad de poder compararlas y poder determinar sus diferencias y su optimización.

Para hallar la exactitud en los metrados y presupuestos tanto de las herramientas tradicionales y BIM, se necesitó los datos realmente ejecutados en obra (grupo de control), para así determinar quién de las dos tiene mayor acercamiento a la realidad. Una vez obtenido los resultados en función al margen de error, se procedió a realizar el análisis comparativo por partida que fueron representadas mediante tablas y graficas en Excel.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Se realizó un análisis de datos descriptivo, a partir de los resultados procesados en el software de Microsoft Excel mediante tablas, formulas y gráficos, los cuales nos permitieron analizar e identificar quien de estas dos herramientas nos proporciona más exactitud y optimiza los costos y tiempos.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Generalidades del Proyecto:

4.1.1. Datos del Proyecto:

El caso de estudio de esta investigación es el proyecto: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIA DE LA I. E. N°39010/M-P CORAZÓN DE JESÚS EN LA LOCALIDAD DE CANGALLO DEL DISTRITO DE CANGALLO, PROVINCIA DE CANGALLO DEPARTAMENTO DE AYACUCHO".



Figura 4.1.1 Vista renderizada del proyecto
Fuente: recuperado del Expediente técnico

El terreno:

El terreno en donde se construirá la I.E. tiene una extensión de 2,836.06 m² y un perímetro de 238.14 ml, es de una forma geométrica irregular y su

conformación topográfica presenta un desnivel de 3 m aprox., que varía desde los +2,562.20 msnm a +2,259.20 msnm.

Criterios de diseño:

El planteamiento se ha definido según la topografía del terreno, orientación y situaciones climatológicas de la zona y de acuerdo a las normas establecidas en el certificado de parámetros, normas y criterios de diseño para locales escolares y del Reglamento Nacional de Edificaciones; así como el flujo de los alumnos, así mismo se consideró una integración entre la plaza de armas y el Centro educativo generando un atrio de recepción e ingreso, lo cual hace más amigable la edificación con el contexto.

Zonificación:

La institución educativa tiene una zonificación dividida en 4 zonas claramente diferenciadas.

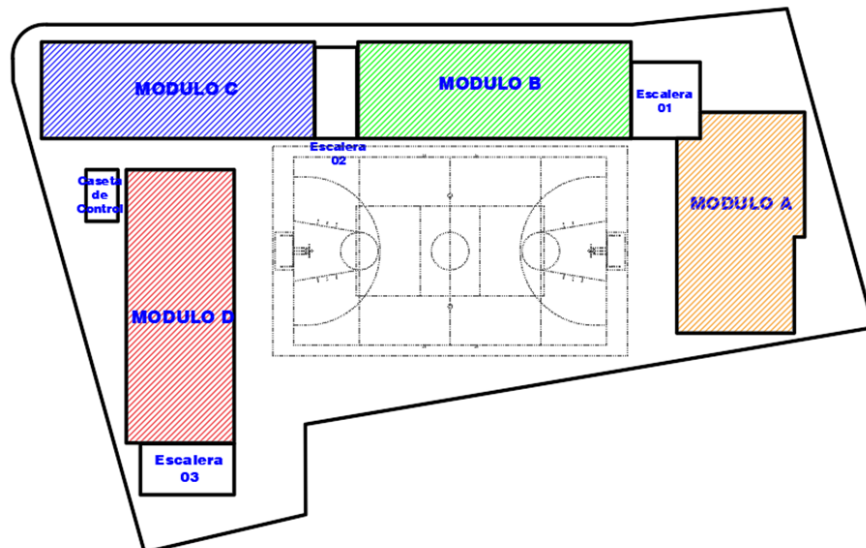


Figura 4.1.2 Zonificación del proyecto
Fuente: Recuperado del expediente técnica.

Descripción del proyecto:

Este proyecto está conformado por 4 Módulos y 3 escaleras.

Tabla 2. Área techada de los módulos

DESCRIPCIÓN	NIVEL	ÁREA	AREA TOTAL – m2
MODULO A	1er piso	235.46	724.44
	2do piso	244.49	
	3er piso	244.49	
MODULO B	1er piso	242.35	497.8
	2do piso	255.45	
MODULO C	1er piso	242.35	497.8
	2do piso	255.45	
MODULO D	1er piso	257.77	786.39
	2do piso	257.77	
	3er piso	270.85	
ESCALERA 1			42.48
ASCENSOR			5.7
ESCALERA 2			28.15
ESCALERA 3			41.65
ÁREA TECHADA TOTAL			2624.41

Fuente: Recuperado del expediente técnico – Arquitectura.

Sistema constructivo:

En general en la obra nueva se ha planteado una estructura portante con columnas y vigas de concreto armado ($F'c=210 \text{ kg/cm}^2$) y muros de ladrillo King Kong hecho a máquina aparejo de cabeza y soga, el entrepiso y techo es de losa aligerada de 0.20 de espesor, zapatas y vigas de cimentación de concreto armado ($F'c=210 \text{ kg/cm}^2$).

Al tratarse de un proyecto con estas características, se limitó al desarrollo de la especialidad de estructuras de las partidas de concreto simple y armado de todos los módulos (A, B, C, D y Cajas de escaleras).

Para la realización de este estudio, primero se elaboraron los planos, metrados y presupuestos de la forma tradicional, a partir de esta información se

utilizaron las siguientes herramientas BIM: Revit 2020 para el modelamiento tridimensional y extracción de metrados; para la realización del presupuesto se utilizó el software Delphin Express.

El grupo de control se obtuvo a partir de los metrados reales obtenidos en campo durante la ejecución del proyecto; dicha información fue recolectada a través de planillas.

4.1.2. Flujos de trabajo:

- De forma Tradicional:

Para la elaboración de proyectos se usa un flujo de trabajo que presenta una comunicación lineal y que toda especialidad es realizada por islas, es decir cada especialidad trabaja sola sin previa coordinación con las otras especialidades, entregándose el producto (todo lo que con lleva un expediente técnico) en un formato físico y digital de acuerdo a un formato estandarizado por la empresa, evitándose así analizar si existe algún indicio de interferencias entre especialidades o problemas en el diseño.

Normalmente el flujo de trabajo inicia de la siguiente manera:

- Todo inicia con la necesidad del cliente, a partir de esta nace la idea, para luego ser plasmada en unos bosquejos.
- Se realiza el levantamiento topográfico y los estudios necesarios para el inicio del diseño del proyecto.
- Se inicia con la especialidad de arquitectura donde se elabora los planos y detalles arquitectónicos, que continuamente son revisados y

modificados según la necesidad del cliente, una vez definido son presentados en formatos digital (.dwg).

- Con los planos arquitectónicos ya definidos se pasa a las especialidades de estructuras, sanitarias, eléctricas y mecánicas, bajo la responsabilidad de un especialista que procede a realizar los cálculos, planos y detalles. Una vez culminado, son revisados para comprobar si existe o no incompatibilidades con los planos de arquitectura.

(Cave recalcar que estas son revisadas de manera general en un plano 2D, por lo que no se analiza correctamente si existen incompatibilidades entre estas especialidades)

- Posterior a ello ya se empieza con el ensamblado de todos los planos, para ser presentados en formato físico y digital (*.dwg)
- Ya obtenidos los planos se procede a realizar los metrados correspondientes de todas las especialidades, sobre un formato ya establecido por la empresa. Las cuáles serán presentadas en un formato físico y digital (*.xlsx)
- También se empieza con la elaboración de los presupuestos y análisis de costos unitarios que está a cargo de un especialista. Que son entregados de manera física y digital.

Se debe tener en cuenta que, como nos encontramos en la etapa de Diseño, estamos sujetos a revisiones y muchas veces existen modificaciones. Que serán resueltas de manera inmediata, lo cual afecta a todos los componentes ya mencionados.

Teniendo todo esto presente, se pasó a elaborar el diagrama de flujo de trabajo de la especialidad de estructuras.

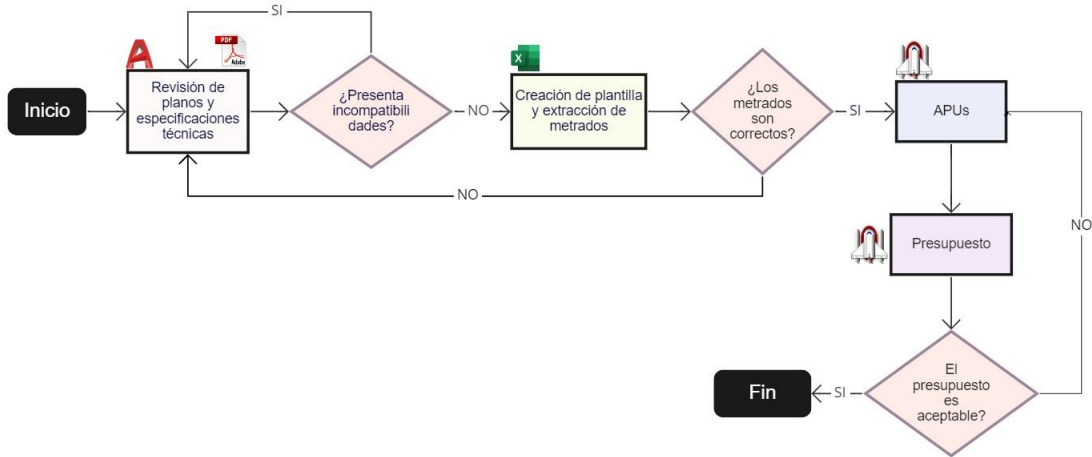


Figura 4.1.3 Flujo de trabajo con el uso de las herramientas tradicionales

- Implementando la metodología BIM

Para la elaboración de este proyecto se decidió implementar la metodología BIM en una madurez de nivel I con un nivel de desarrollo 350, ya que solo nos enfocaremos en una disciplina, para ello se estableció los objetivos y metas que se deseó alcanzar y de esta manera delimitar los usos BIM.

Se apostó por la implantación del BIM comenzando con el siguiente proceso:

- Fijando objetivos del proyecto
 - o Optimización del costo y tiempo
- Analizar los usos BIM que pueden ser adecuados para esos objetivos

Para la elaboración esta tesis se planteó los siguientes usos:

- o Modelamiento del proyecto
- o Estimación de cuantificaciones (metrados) y costos
- o Generación de documentación

- Detectar las posibles herramientas tecnológicas

Para este proyecto se hará uso de dos softwares BIM: Revit 2020 para el modelamiento y la extracción de metrados, y el software Delphin Express como herramienta para el presupuesto.

- Comprobar si el equipo técnico es apto para ponerlo en práctica, en este caso, se tuvo que someter a una capacitación al equipo técnico en el manejo del software y entender el funcionamiento de la metodología BIM.

Flujo de trabajo:

Se conto con el mismo equipo técnico, con la diferencia que fueron capacitados en la metodología BIM y en el manejo de las herramientas BIM. Así mismo, se usó los cálculos y planos de estructuras para la elaboración del modelado 3D del proyecto, a partir de ello, se procedió a la extracción de metrados, para luego realizar el presupuesto.

A continuación, se presenta el flujo de trabajo BIM

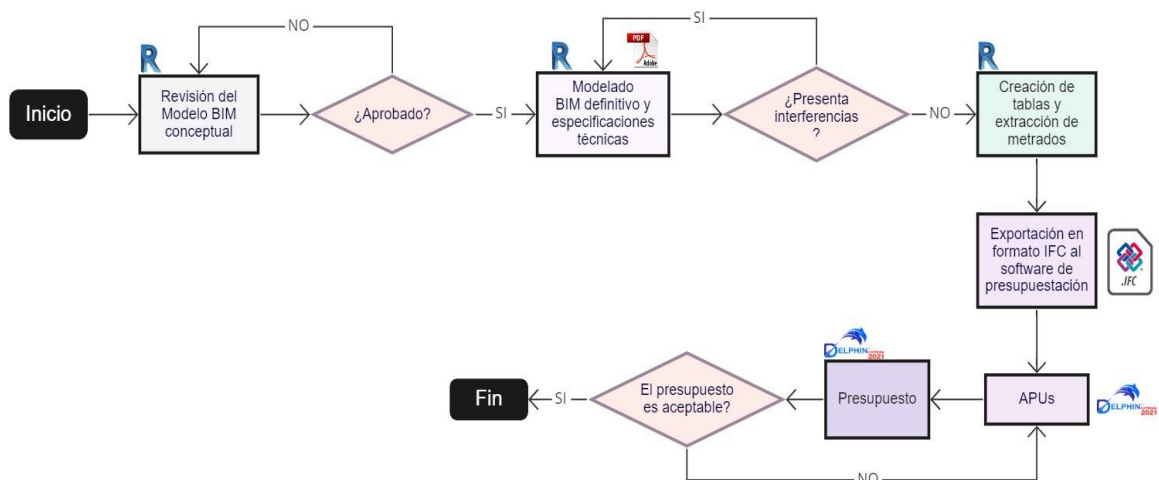


Figura 4.1.4 Flujo de trabajo en el uso de herramientas BIM

4.2. Respecto al Objetivo específico 01: “Establecer las diferencias en el tiempo de elaboración de los planos de un proyecto de edificación con las herramientas BIM vs herramientas tradicionales”

- Procedimiento con las herramientas tradicionales:

Para la entrega de este proyecto se realizó de manera convencional, se dibujaron los planos estructurales en el software de AutoCAD, a partir de los cálculos previstos por el especialista de estructuras, como también los detalles constructivos. estas fueron representadas por líneas, arcos y símbolos bidimensionales que definen la geometría de cada elemento estructural, limitándose solo a una expresión gráfica. Así mismo, se utilizaron capas para diferenciar los distintos elementos y componentes del plano, desarrollo de bloques dinámicos de algunos detalles típicos para facilitar su representación, y así se pueda reducir el tiempo de la elaboración de estos planos. (Ver Anexo)

Los planos fueron ensamblados en laminas en formato A1, para su revisión y análisis de cantidades necesarias para el presupuesto (ver anexos).

Para la recolección de los tiempos empleados se cronometró la duración de cada actividad, obteniendo los siguientes resultados, los cuales son presentados en la siguiente tabla:

Tabla 3. Tiempo empleado con el uso de las herramientas Tradicionales

ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS TRADICIONALES				TOTAL DE HORAS EMPLEADAS
	MODULO A	MODULO B Y C	MODULO D	MODULO ESCALERAS	
Configuración Inicial	2:03:34	0:00:00	0:00:00	0:00:00	
Desarrollo de planos en planta	6:46:01	5:43:23	6:59:00	4:12:04	
Elevaciones	5:38:28	4:18:02	5:55:04	2:49:54	
Detalles y cortes	4:10:00	2:45:33	3:46:17	3:53:43	
Maquetación de planos	2:00:23	1:30:09	2:20:34	2:09:27	
TOTAL	20:38:26	14:17:07	19:00:55	13:05:08	67:01:36

Nota: Tiempo total empleado por cada actividad 67:01:36 h.

- Procedimiento con herramientas BIM:

Para la obtención de los planos, se realizó el modelo tridimensional (Figura 4.2.2) en función a los planos de estructuras 2D realizados de la forma tradicional, así mismo, se crearon parámetros y familias; y se introdujo información necesaria para la obtención de etiquetas. Una vez modelado a través de cortes se procedió a realizar los planos a detalles como se muestra en los anexos.

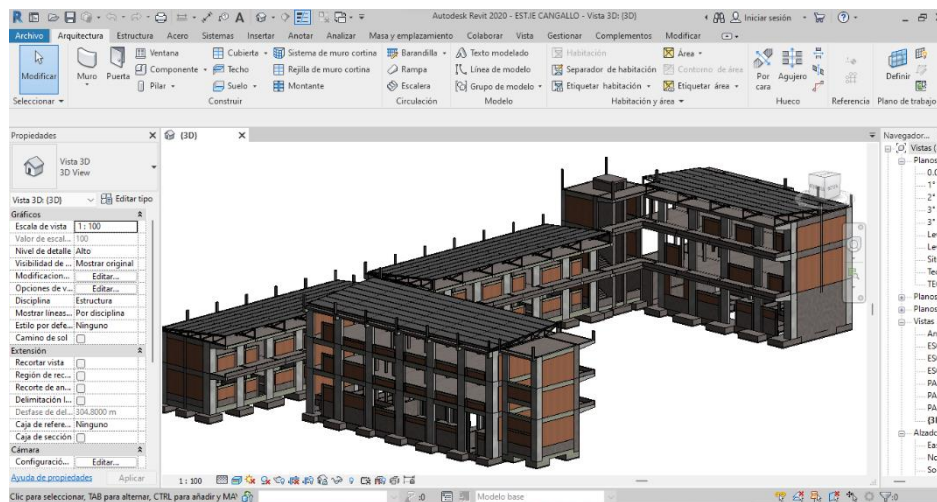


Figura 4.2.1 Modelo BIM 3D del proyecto

De igual forma, para la recolección de los tiempos empleados se cronometró la duración de cada actividad, obteniendo los siguientes resultados, los cuales son presentados en la siguiente tabla:

Tabla 4. Tiempo empleado con el uso de las herramientas BIM

ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS BIM				TOTAL DE HORAS EMPLEADAS
	MODULO A	MODULO B Y C	MODULO D	MODULO ESCALERAS	
Configuración Inicial (familias, paramatros, plantillas, materiales, etc)	2:40:02	0:50:22	0:45:45	0:33:43	
Modelado tridimensional (volumetría, acero)	7:45:10	8:37:47	7:55:34	6:32:54	44:09:27
Elevaciones, cortes y detalles	1:35:33	1:20:24	1:28:52	1:32:35	
Maquetación de planos	1:20:27	0:22:33	0:24:02	0:23:44	
TOTAL	13:21:12	11:11:06	10:34:13	9:02:56	

Nota: Tiempo empleado para la elaboración de planos es de 44:09:27 h.

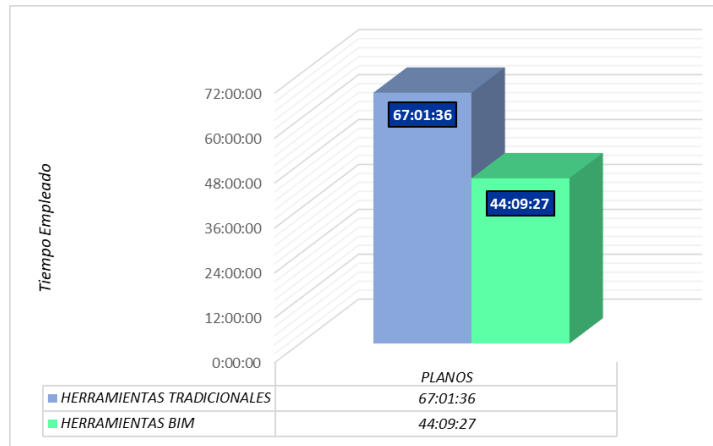


Gráfico 4.2.1 Comparación de Tiempos empleados para cada actividad con el uso de HT y HB.

El gráfico 4.2.1 muestran los tiempos empleados en cada actividad, siendo 67:01:36 horas totales empleados en la elaboración de los planos con el uso de herramientas tradicionales, mientras que con las herramientas BIM fueron 44:09:27 horas totales. Esto quiere decir que, con el uso de estas herramientas optimizamos el tiempo en esta actividad, como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 5. Optimización de tiempo respecto a HT

OPTIMIZACIÓN DE TIEMPO RESPECTO A H.T.		
HT	HB	HT - HB
67:01:36	44:09:27	22:52:09
100.00%	65.88%	34.12%

Nota: HT: Herramientas Tradicionales. HB: Herramientas BIM

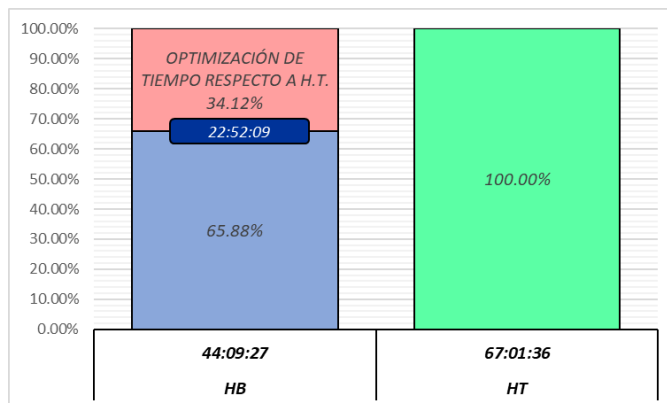


Gráfico 4.2.2 Optimización del tiempo de desarrollo respecto a HT.

En el gráfico 4.2.2 se visualiza el porcentaje de optimización de tiempo de desarrollo de los planos (34.12%) respecto al tiempo total invertido con el uso de herramientas tradicionales.

4.3. Respecto al Objetivo Especifico 02: “Determinar la exactitud de los metrados de la especialidad de estructuras de un proyecto de edificación usando herramientas BIM vs herramientas tradicionales.”

Procedimiento con herramientas tradicionales: Una vez culminado con los planos y detalles se procede hacer la cuantificación de cantidades de cada pabellón, esta se realizó de manera manual, extrayendo áreas y distancias, que fueron plasmadas en una hoja de cálculo en Microsoft Excel (Ver Anexo).

Procedimiento con herramientas BIM: Como se viene mencionado una vez obtenido el modelo 3D e incluido la información necesaria en cada módulo se extrajo los metrados en función a la norma técnica de metrados, a través de cuadros que presenta el software en uso (Figura 4.3.1).

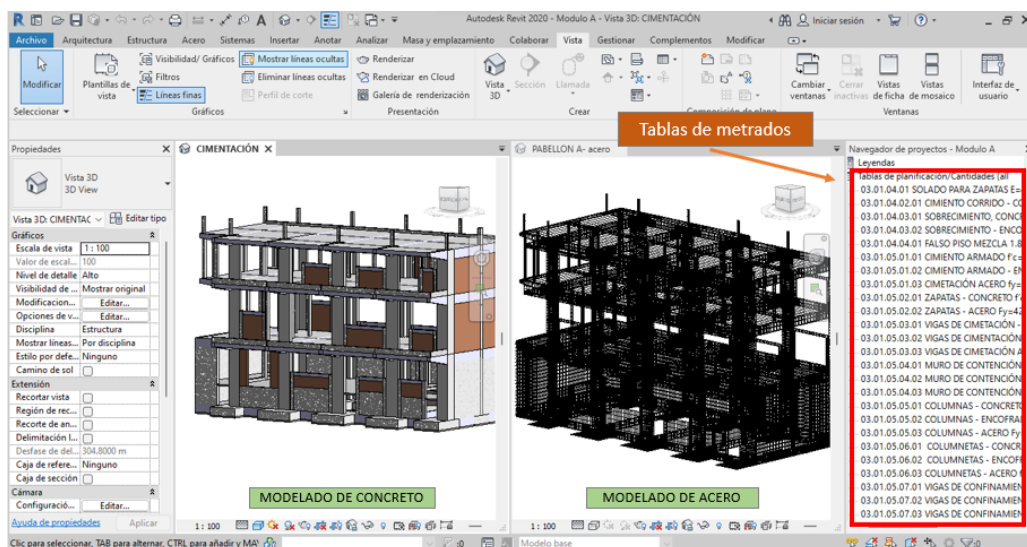


Figura 4.3.1 Modelo BIM 3D del módulo A con su respectivo acero y tablas métricas.

Para poder hallar la exactitud de las herramientas Tradicionales y Herramientas BIM en la cuantificación por cada partida, se calculó el error relativo

Tabla 6. Comparación del Margen de error de la partida del Solado

03.01.04.01 SALADO									
SUBPARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Solado Para Zapatas E=4", 1:12 Cem/ Hor	m2	64.81	111.78	111.80	1,963.74	42.03	3,386.93	0.02	3,387.54
TOTAL					1,963.74		3,386.93		3,387.54

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (42.03%) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.02%) en función al grupo de control.

03.01.04.02 Sobrecimientos

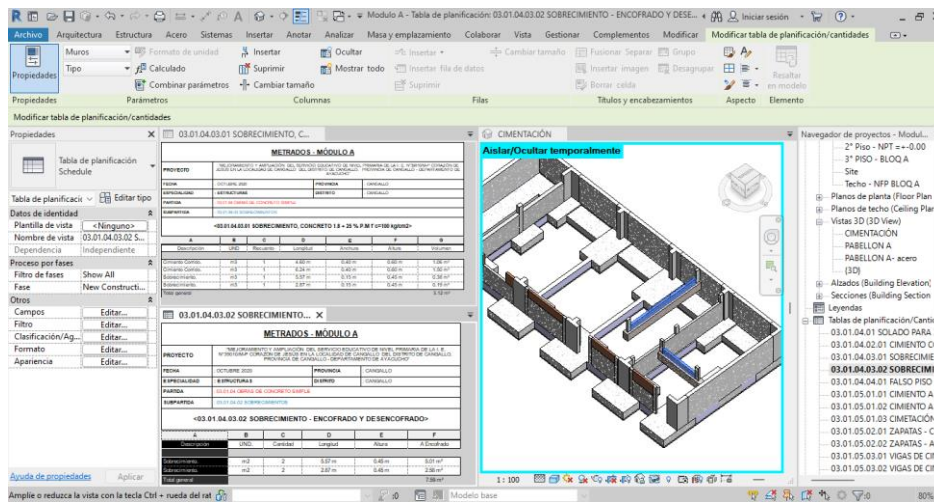


Figura 4.3.3 Modelado y metrados de la partida sobrecimiento Modulo A.

Tabla 7. Comparación del Margen de error de la partida Sobrecimiento

03.01.04.02 SOBRECIMIENTOS									
SUBPARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Sobrecimiento, Concreto 1:8 + 25 % P.M F'C=100 Kg/Cm2	m3	3.22	3.12	3.15	1,065.98	2.22	1,032.88	0.95	1,042.81
Sobrecimiento, Encofrado Y Desencofrado	m2	8.10	7.59	7.67	477.82	5.61	447.73	1.04	452.45
TOTAL					1,543.80		1,480.61		1,495.26

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (2.22% para concreto y 5.61% para encofrado) en función al

grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.95% para concreto y 1.04% para encofrado) en función al grupo de control.

03.01.04.03 Falso Piso

03.01.04.03.01 Falso Piso Mezcla 1:8 E=4" (M2)

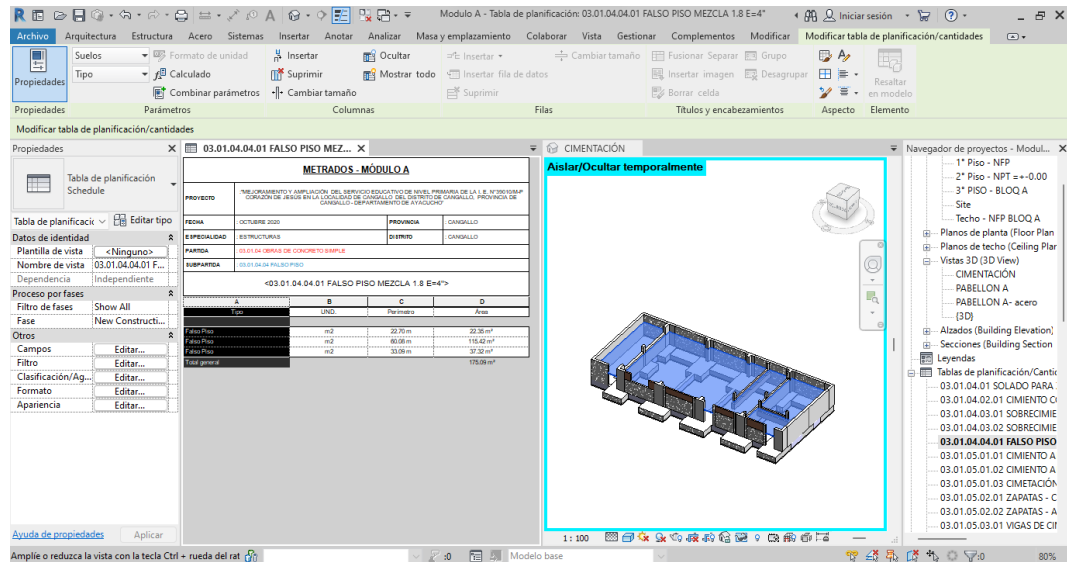


Figura 4.3.4 Modelado y metrados de la partida Falso piso Modulo A.

Tabla 8. Comparación del Margen de error de la partida Falso Piso

03.01.04.03 FALSO PISO									
SUBPARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Falso Piso Mezcla 1:8 E=4"	m2	182.93	175.09	177.23	6,258.04	3.22	5,989.83	1.21	6,063.04
TOTAL					6,258.04		5,989.83		6,063.04

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (3.22%) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (1.21%) en función al grupo de control.

03.01.05 Obras de Concreto Armado

03.01.05.01 Cimiento Armado

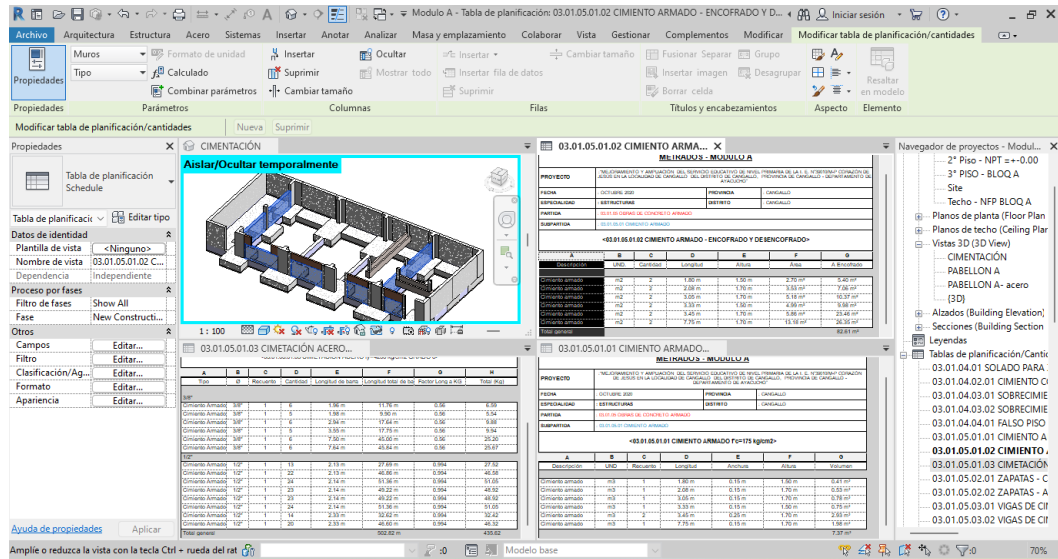


Figura 4.3.5 Modelado y metrados de la partida Cimiento armado Modulo A.

Tabla 9. Comparación del Margen de error de la partida Cimiento armado

03.01.05.01 CIMIENTO ARMADO									
SUBPARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
-Cimientos Armado F'c=175 Kg/Cm2	m3	8.50	7.37	7.50	2,860.25	13.33	2,480.01	1.73	2,523.75
-Cimiento Armado-Encofrado Y Desencofrado	m2	48.53	82.61	81.93	2,982.17	40.77	5,076.38	0.83	5,034.60
-Cimentación Acero Fy=4200 Kg/Cm2 GRADO 60	Kg	491.40	435.62	436.89	2,447.17	12.48	2,169.39	0.29	2,175.71
TOTAL					8,289.59		9,725.78		9,734.06

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (13.33% para el concreto, 40.77% para encofrado y 12.48% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (1.73% para el concreto, 0.83% para el encofrado y 0.29% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.02 Zapatas

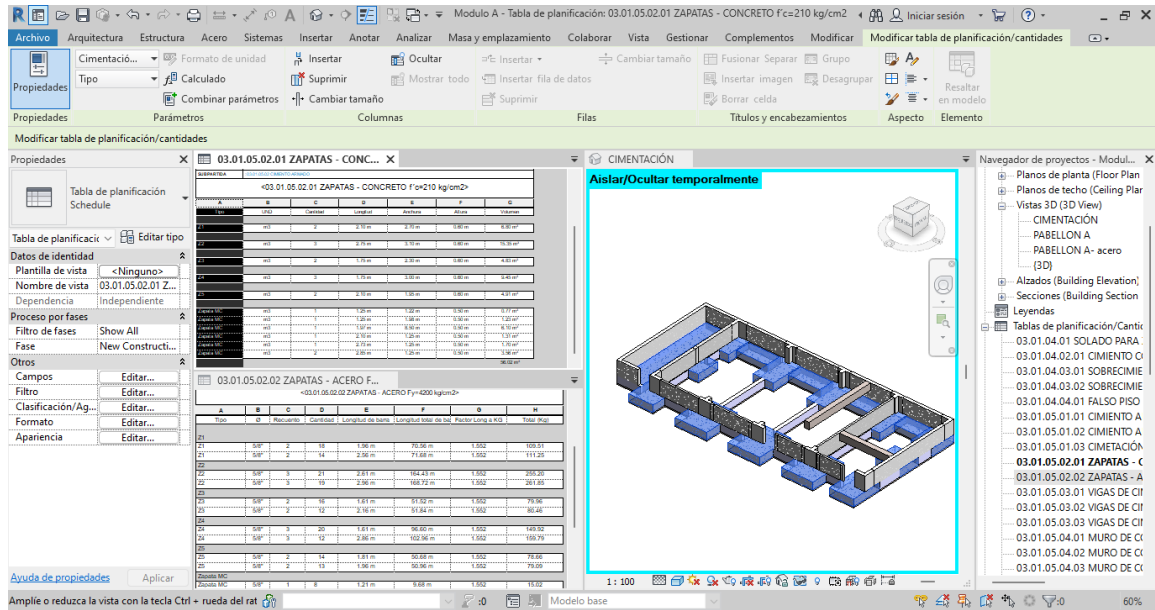


Figura 4.3.6 Modelado y metrados de la partida Zapatas Modulo A.

Tabla 10. Comparación del Margen de error de la partida Zapatas

03.01.05.02 ZAPATAS									
SUBPARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
-Zapatas - Concreto F'C=210 Kg/Cm2	m3	56.18	56.02	56.05	21,160.20	0.23	21,099.93	0.05	21,111.23
-Zapatas - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	m2	1,988.23	1,894.77	1,895.68	9,901.39	4.88	9,435.95	0.05	9,440.49
TOTAL					31,061.59		30,535.88		30,551.72

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (0.23% para el concreto y 4.88% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.05% para el concreto y 0.05% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.03 Vigas de Cimentación

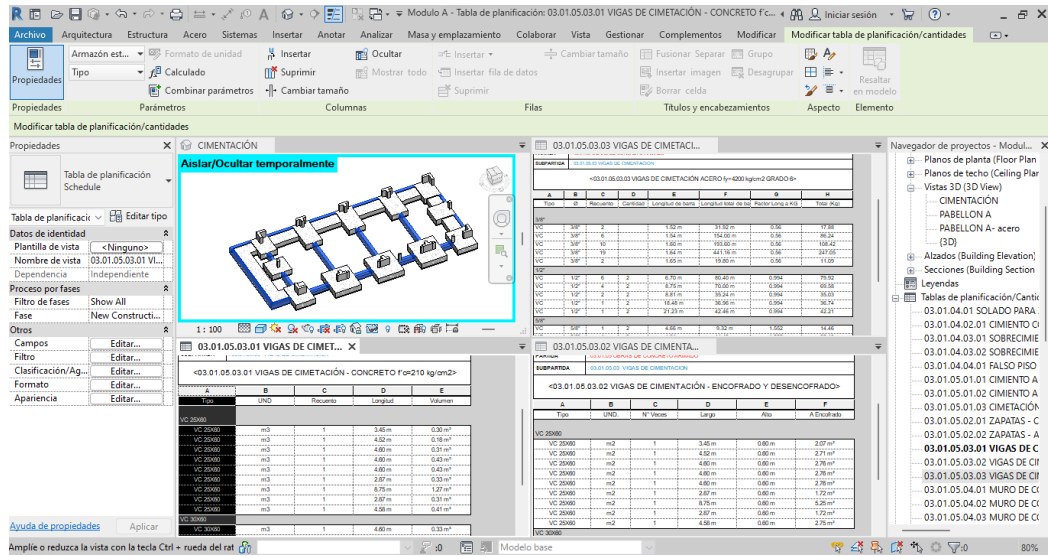


Figura 4.3.7 Modelado y metrados de la partida Viga de cimentación Modulo A.

Tabla 11. Comparación del Margen de error de la partida Vigas de cimentación

03.01.05.03 VIGAS DE CIMENTACIÓN									
SUBPARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
-Vigas De Cimentación - Concreto F'c=210 Kg/Cm2	m3	9.84	8.11	8.13	3,706.24	21.03	3,054.63	0.25	3,062.16
-Vigas - Encofrado Y Desencofrado	m2	54.39	55.44	55.50	3,342.27	2.00	3,406.79	0.11	3,410.48
-Vigas De Cimentación Acero Fy=4200 Kg/Cm2 Grado 60	Kg	1,435.37	1,528.58	1,529.62	7,148.14	6.16	7,612.33	0.07	7,617.51
TOTAL					14,196.65		14,073.75		14,090.15

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (21.03% para el concreto, 2.00% para encofrado y 6.16% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.25% para el concreto, 0.11% para el encofrado y 0.07% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.04 Muro de Contención

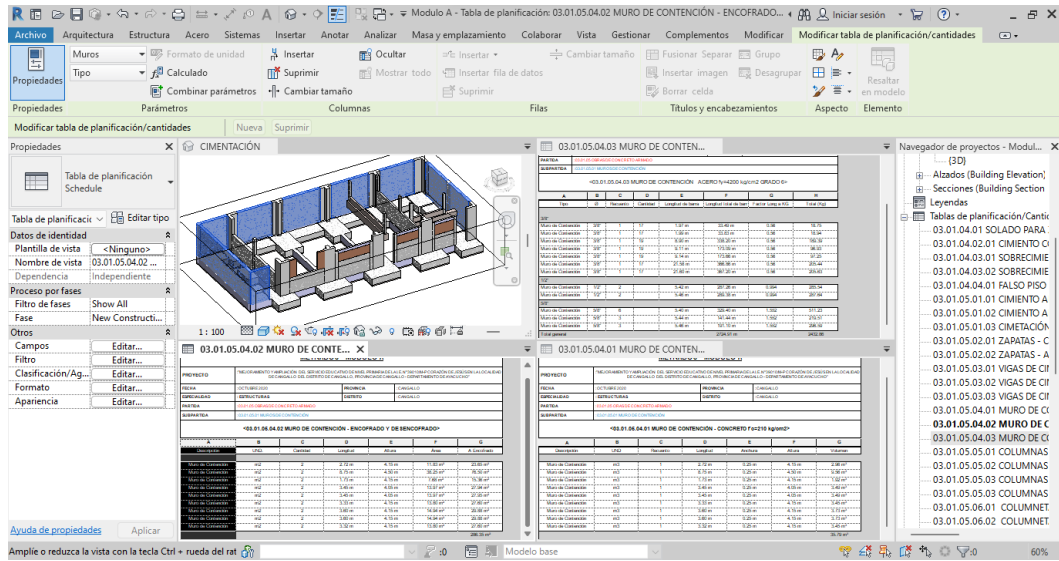


Figura 4.3.8 Modelado y metrados de la partida Muros de contención Modulo A.

Tabla 12. Comparación del Margen de error de la partida Muro de contención

03.01.05.04 MURO DE CONTENCIÓN										
SUBPARTIDA A	UN D	METRADO			PRESUPUESTO S/.					
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC	
-Muro De Contención - Concreto F'C=210 Kg/Cm2	m3	36.05	35.79	35.89	13,578.23	0.45	13,480.30	0.28	13,517.97	
-Muro De Contención - Encofrado Y Desencofrado	m2	288.43	286.35	286.87	18,272.04	0.54	18,140.27	0.18	18,173.21	
-Muro De Contención Acero Fy=4200 Kg/Cm2 Grado 60	Kg	1,813.43	2,432.86	2,433.04	8,903.94	25.47	11,945.34	0.01	11,946.23	
					TOTAL					
					40,754.21		43,565.91		43,637.41	

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (0.45% para el concreto, 0.54% para encofrado y 25.47% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.28% para el concreto, 0.18% para el encofrado y 0.01% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.05 Columnas

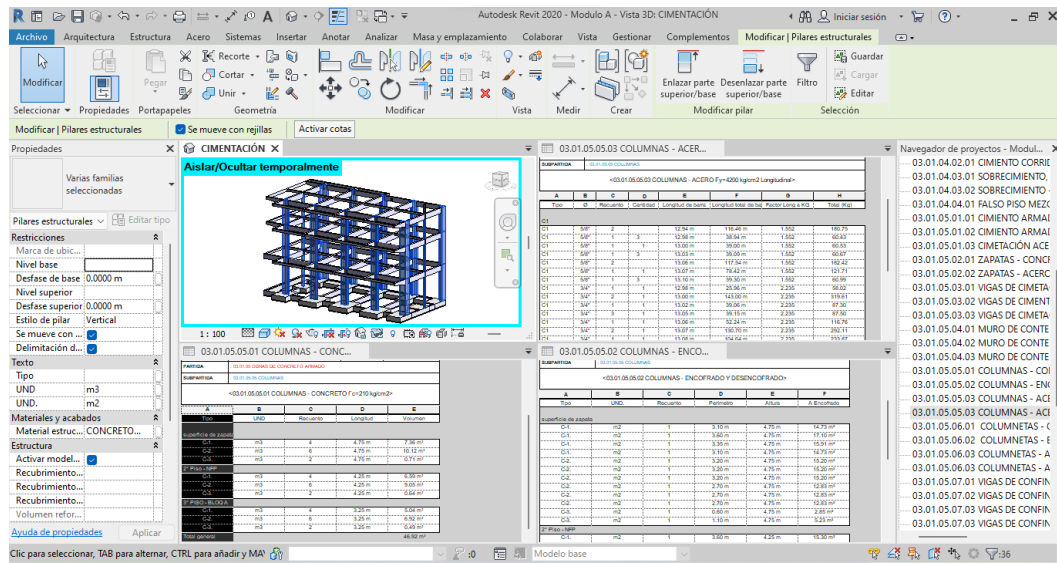


Figura 4.3.9 Modelado y metrados de la partida Columnas Modulo A.

Tabla 13. Comparación del Margen de error de la partida Columnas

03.01.05.05 COLUMNAS									
SUBPARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
-Columnas - Concreto F'C=210 Kg/Cm2 - 1° Piso	m3	46.67	46.92	46.93	17,578.26	0.55	17,672.42	0.02	17,676.18
-Columnas - Encofrado Y Desencofrado	m2	401.80	423.11	416.35	27,049.18	3.49	28,483.77	1.62	28,028.68
-Columnas - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	6,999.29	7,398.34	7,399.62	34,856.46	5.41	36,843.73	0.02	36,850.11
TOTAL					79,483.90		82,999.92		82,554.97

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (0.55% para el concreto, 0.49% para encofrado y 5.41% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.02% para el concreto, 0.62% para el encofrado y 0.02% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.06 Columnetas de Confinamiento

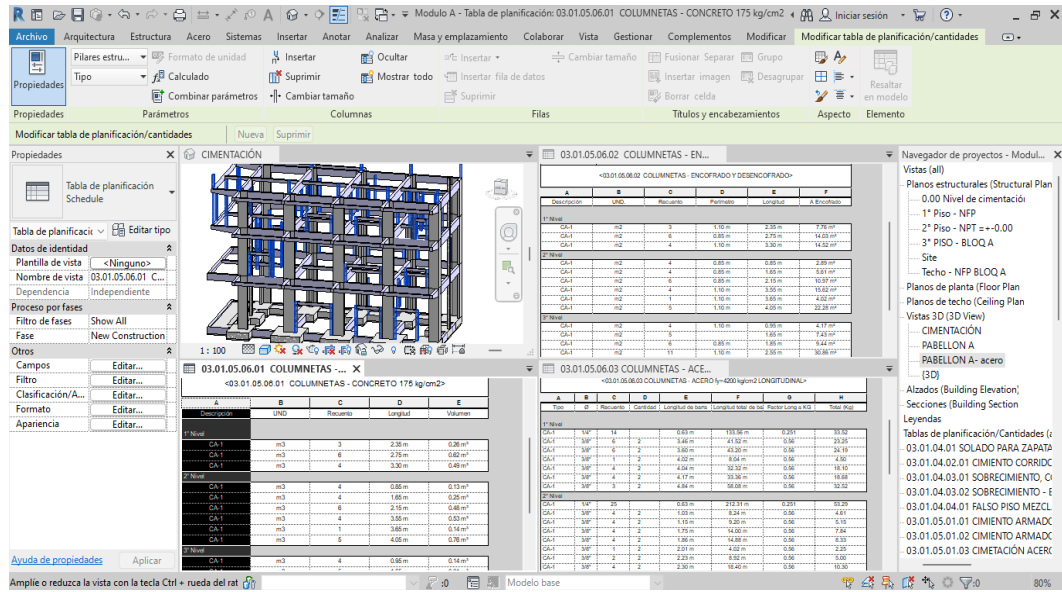


Figura 4.3.10 Modelado y metrados de la partida Columnetas de confinamiento Modulo A.

Tabla 14. Comparación del Margen de error de la partida Columnetas de confinamiento

03.01.05.06 COLUMNETAS DE CONFINAMIENTO									
SUBPARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
-Columnetas, Concreto 175 Kg/Cm2 - 1° Piso	m3	9.25	8.02	8.09	3,583.82	14.34	3,107.27	0.87	3,134.39
-Columnetas, Encofrado Y Desencofrado	m2	201.27	218.60	218.68	11,532.77	7.96	12,525.78	0.04	12,530.36
-Columnetas, Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	725.09	732.34	733.54	3,610.95	1.15	3,647.05	0.16	3,653.03
TOTAL					18,727.54		19,280.10		19,317.78

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (14.34% para el concreto, 7.96% para encofrado y 1.15% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.87% para el concreto, 0.04% para el encofrado y 0.16% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.07 Vigas de Confinamiento

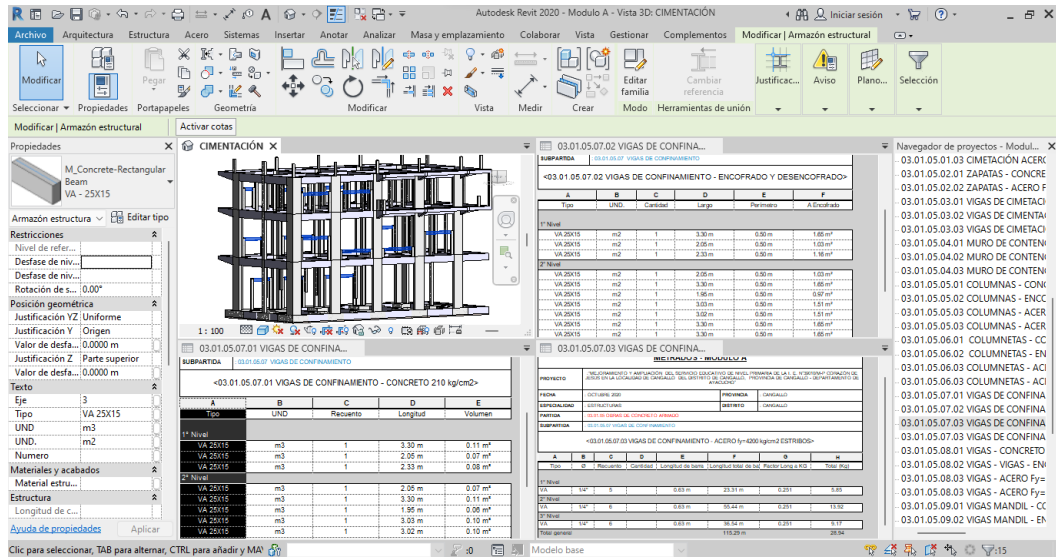


Figura 4.3.11 Modelado y metrados de la partida Vigas de confinamiento Modulo A.

Tabla 15. Comparación del Margen de error de la partida Vigas de confinamiento

03.01.05.07 VIGAS DE CONFINAMIENTO									
SUBPARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
-Vigas De Confinamiento, Concreto 210 Kg/Cm2	m3	1.83	1.35	1.37	709.02	33.58	523.04	1.46	530.79
-Vigas De Confinamiento Encofrado Y Desencofrado	m2	23.05	19.88	20.02	1,705.24	15.13	1,470.72	0.70	1,481.08
-Vigas De Confinamiento, Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	127.13	129.82	130.57	633.11	2.63	646.50	0.58	650.24
-Muros Portante Confinado - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	82.15	82.59	82.42	409.11	0.33	411.30	0.21	410.45
TOTAL					3,456.48		3,051.56		3,072.56

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (33.58% para el concreto, 15.33% para encofrado, 2.63% para acero en vigas y 0.33% en acero para muros portantes) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (1.46% para el concreto, 0.70% para el encofrado, 0.58% para el acero y 0.21% en acero para muros portantes) en función al grupo de control.

03.01.05.08 Vigas

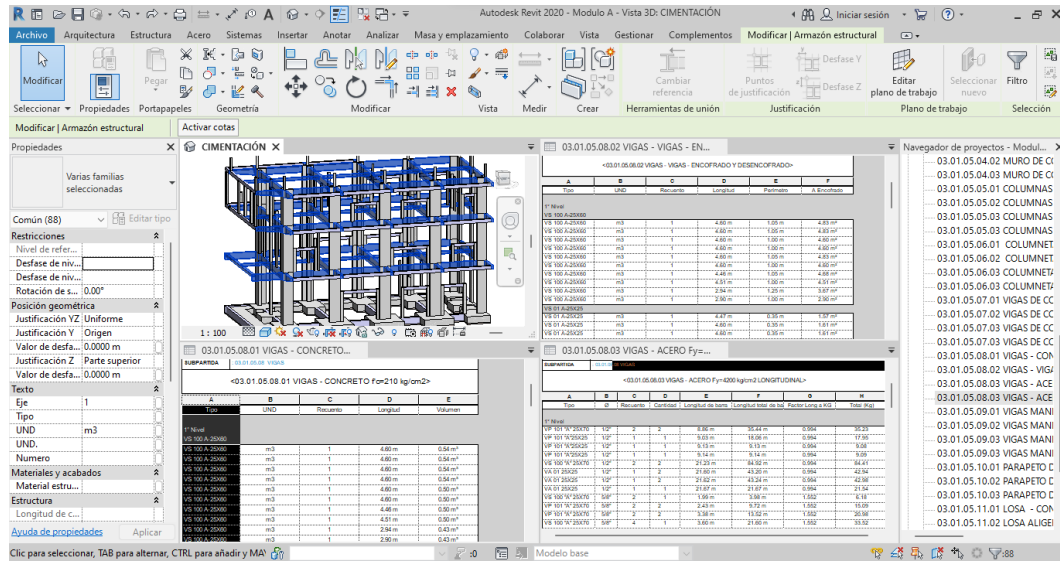


Figura 4.3.12 Modelado y metrados de la partida Vigas Modulo A.

Tabla 16. Comparación del Margen de error de la partida Vigas

03.01.05.08 VIGAS									
SUBPARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
-Vigas, Concreto F'c=210 Kg/Cm2	m3	57.39	46.23	46.30	21,768.60	23.95	17,535.50	0.15	17,562.05
-Vigas Encofrado Y Desenofrado	m2	429.67	367.76	368.09	29,269.12	16.73	25,051.81	0.09	25,074.29
-Vigas, Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	7,110.71	6,913.41	6,926.89	33,846.98	2.65	32,907.83	0.19	32,972.00
				TOTAL	84,884.70		75,495.14		75,608.34

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (23.95% para el concreto, 16.73% para encofrado y 2.65% para aceros) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.15% para el concreto, 0.09% para el encofrado, 0.19% para aceros) en función al grupo de control.

03.01.05.09 Viga Mandil

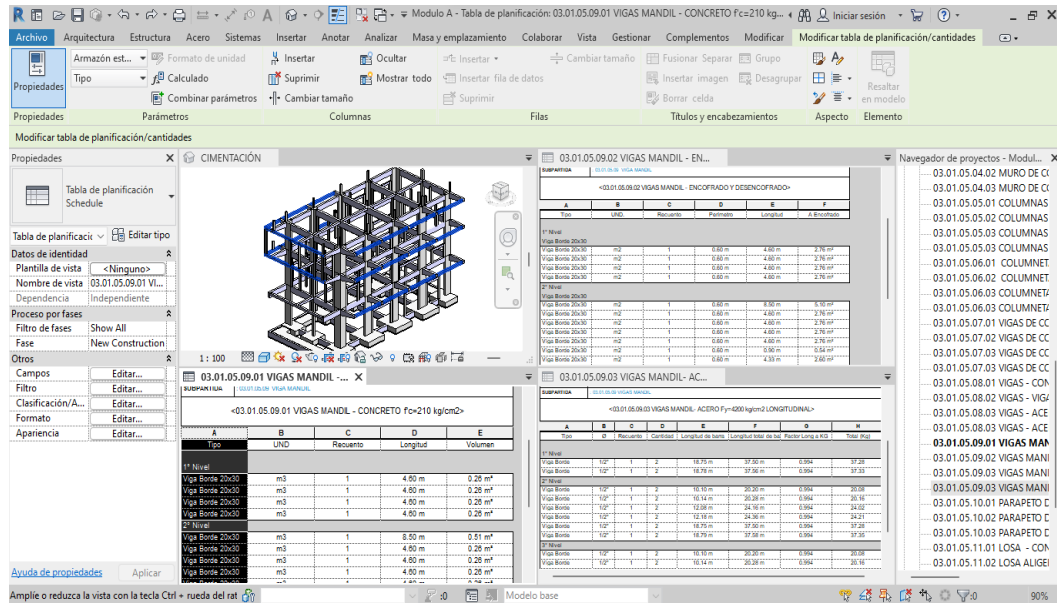


Figura 4.3.13 Modelado y metrados de la partida Vigas mandil Modulo A.

Tabla 17. Comparación del Margen de error de la partida Viga mandil

03.01.05.09 VIGA MANDIL									
SUBPARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Vigas Mandil - Concreto F'c=210 Kg/Cm2	m3	6.22	5.56	5.58	2,359.31	11.47	2,108.96	0.36	2,116.55
Vigas Mandil - Encofrado Y Desencofrado	m2	53.67	57.63	57.69	4,013.44	6.97	4,309.57	0.10	4,314.06
Vigas Mandil - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	604.95	710.64	711.98	3,012.65	15.03	3,538.99	0.19	3,545.66
TOTAL					9,385.40		9,957.52		9,976.27

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (11.47% para el concreto, 6.97% para encofrado y 15.03% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.36% para el concreto, 0.10% para el encofrado, 0.19% para aceros) en función al grupo de control.

03.01.05.10 Parapeto De Concreto

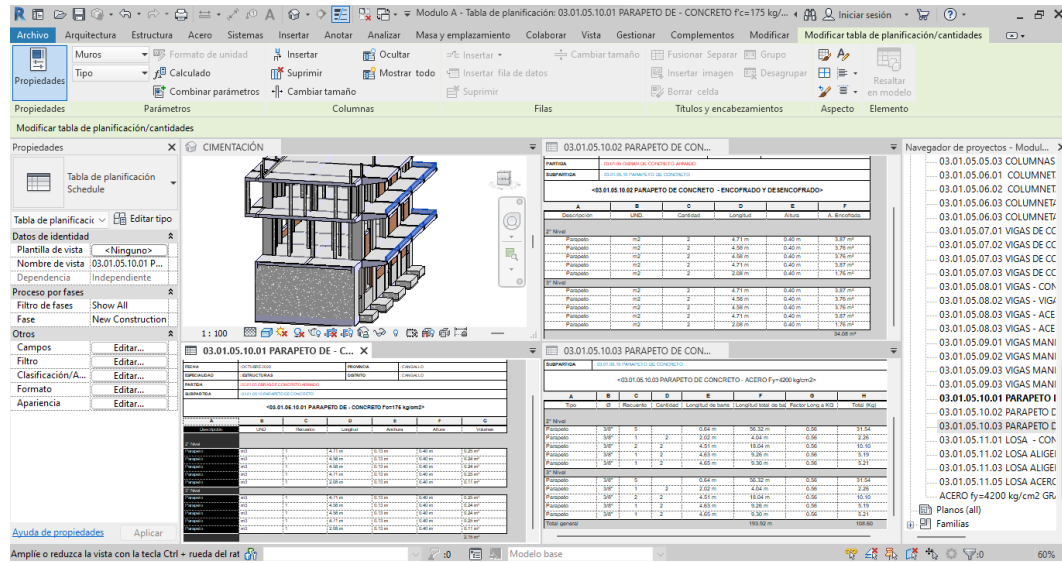


Figura 4.3.14 Modelado y metrados de la partida parapeto de concreto Modulo A.

Tabla 18. Comparación del Margen de error de la partida Parapeto de concreto

03.01.05.10 PARAPETO DE CONCRETO									
SUBPARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Parapeto de Concreto F'c=175 Kg/Cm2	m3	2.30	2.15	2.18	941.69	5.50	880.27	1.38	892.56
Parapeto de Concreto - Encofrado Y Desencofrado	m2	44.04	34.08	34.90	3,293.31	26.19	2,548.50	2.35	2,609.82
Parapeto de Concreto - ACERO Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	128.32	108.60	107.60	639.03	19.26	540.83	0.93	535.85
TOTAL					4,874.03		3,969.60		4,038.23

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (5.50 % para el concreto, 26.19% para encofrado y 19.26% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (1.38% para el concreto, 2.35% para el encofrado, 0.93% para aceros) en función al grupo de control.

03.01.05.11 Losa Aligerada E=0.20

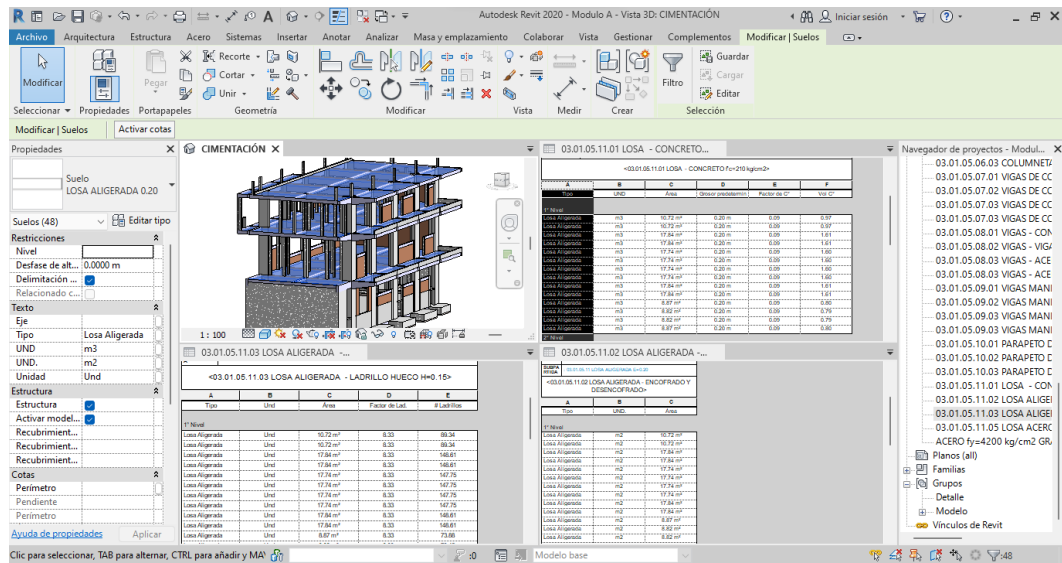


Figura 4.3.15 Modelado y metrados de la partida Losa Modulo A.

Tabla 19. Comparación del Margen de error de la partida Losa aligerada

03.01.05.11 LOSA ALIGERADA E=0.20									
SUBPARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
-Losa, Concreto F'c=210 Kg/Cm2	m3	38.89	54.89	54.95	14,747.09	29.23	20,814.29	0.11	20,837.04
-Losa Aligerada, Encofrado Y Desencofrado	m2	628.38	609.93	610.03	36,307.80	3.01	35,241.76	0.02	35,247.53
-Losa Aligerada, Ladrillo Hueco H=0.15	Und	5,114.41	5,080.72	5,081.70	29,100.99	0.64	28,909.30	0.02	28,914.87
-Losa, Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	3,906.67	3,907.65	3,910.84	19,103.62	0.11	19,108.41	0.08	19,124.01
		TOTAL			99,259.50		104,073.76		104,123.45

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (29.23 % para el concreto, 3.01% para encofrado, 0.64% para ladrillo y 0.11% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.11% para el concreto, 0.02% para el encofrado, 0.02% para ladrillo y 0.08% para aceros) en función al grupo de control.

MODULO B Y C (módulos típicos)

03.01.04 Obras De Concreto Simple

03.01.04.01 Solado Para Zapatas E=4", 1:12 Cem/ Hor: (M2)

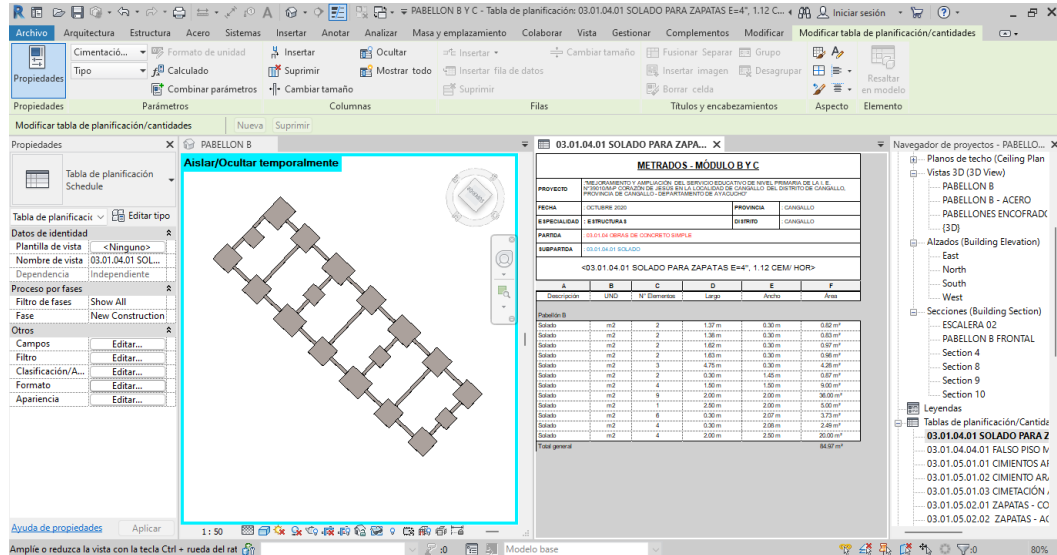


Figura 4.3.16 Modelado y metrados de la partida Solado en zapatas Modulo B y C.

Tabla 20. Comparación del Margen de error de la partida del Solado

03.01.04.01 SOLADO PARA ZAPATAS E=4", 1:12 CEM/ HOR									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Solado para zapatas e=4", 1:12 cem/ hor	m2	70.00	84.97	85.05	2,121.00	17.70	2,574.59	0.09	2,577.02
TOTAL					2,121.00		2,574.59		2,577.02

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (17.70%) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.09%) en función al grupo de control.

03.01.04.03 Falso Piso

03.01.04.03.01 Falso Piso Mezcla 1:8 E=4" (M2)

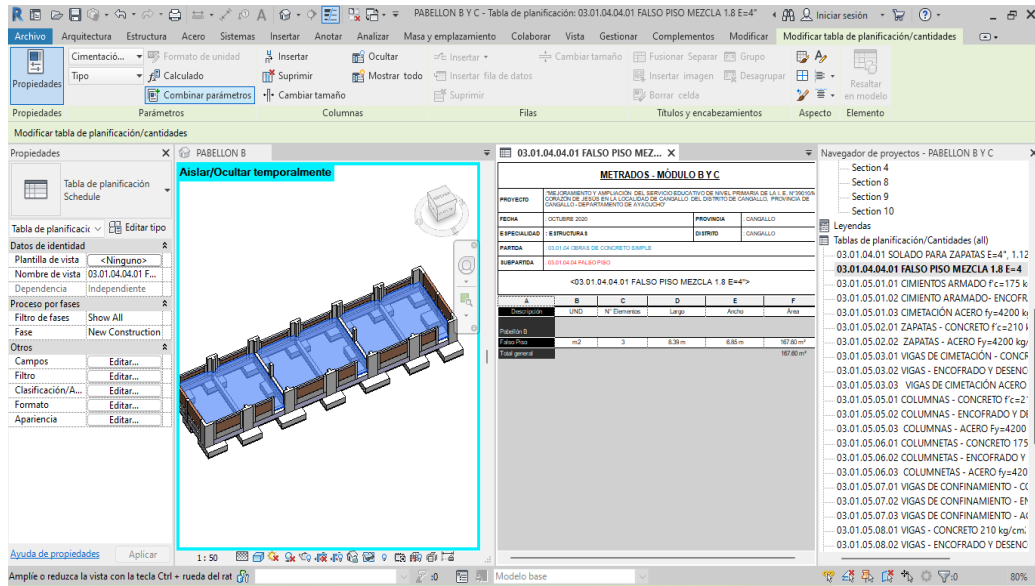


Figura 4.3.17 Modelado y metrados de la partida Falso Piso Modulo B y C.

Tabla 21. Comparación del Margen de error de la partida Falso Piso

03.01.04.03 FALSO PISO									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Falso piso mezcla 1:8 e=4"	m2	168.00	167.60	167.75	5,747.28	0.15	5,733.60	0.09	5,738.73
TOTAL					5,747.28		5,733.60		5,738.73

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (0.15%) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.09%) en función al grupo de control.

03.01.05 Obras de Concreto Armado

03.01.05.01 Cimiento Armado

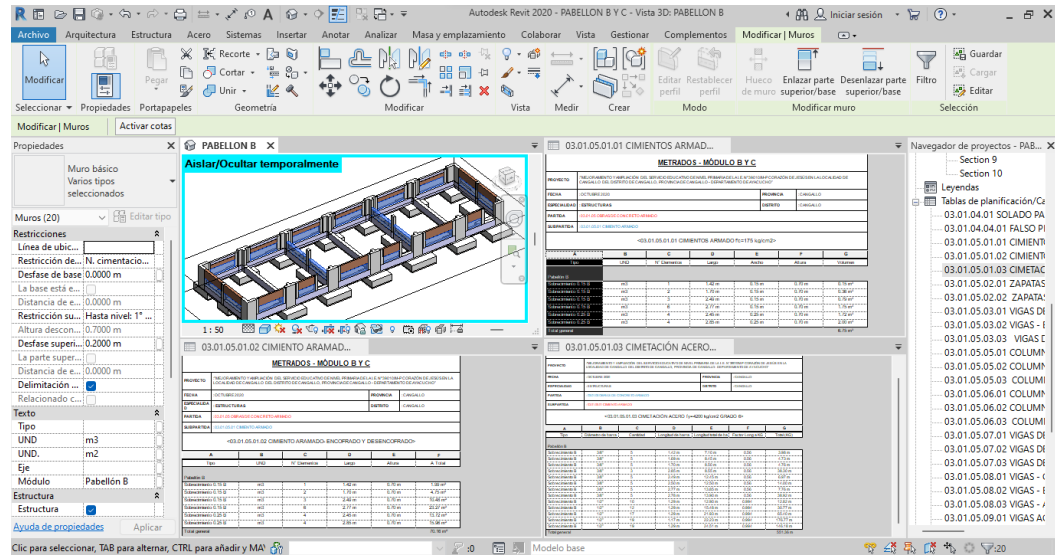


Figura 4.3.18 Modelado y metrados de la partida Cimiento armado Modulo B y C.

Tabla 22. Comparación del Margen de error de la partida Cimiento armado

03.01.05.01 CIMIENTO ARMADO										
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.					
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC	
Cimientos Armado F'c=175 Kg/Cm2	m3	12.95	6.75	6.80	4,357.68	90.44	2,271.38	0.74	2,288.20	
Cimiento Armado-Encofrado Y Desencofrado	m2	78.83	70.16	71.63	4,844.10	10.05	4,311.33	2.05	4,401.66	
Cimentación Acero Fy=4200 Kg/Cm2 Grado 60	Kg	615.03	551.36	553.73	3,062.85	11.07	2,745.77	0.43	2,757.58	
TOTAL							12,264.63		9,328.48	9,447.44

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (90.44% para el concreto, 10.05% para encofrado y 11.07% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.74% para el concreto, 2.05% para el encofrado y 0.43% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.02 Zapatas

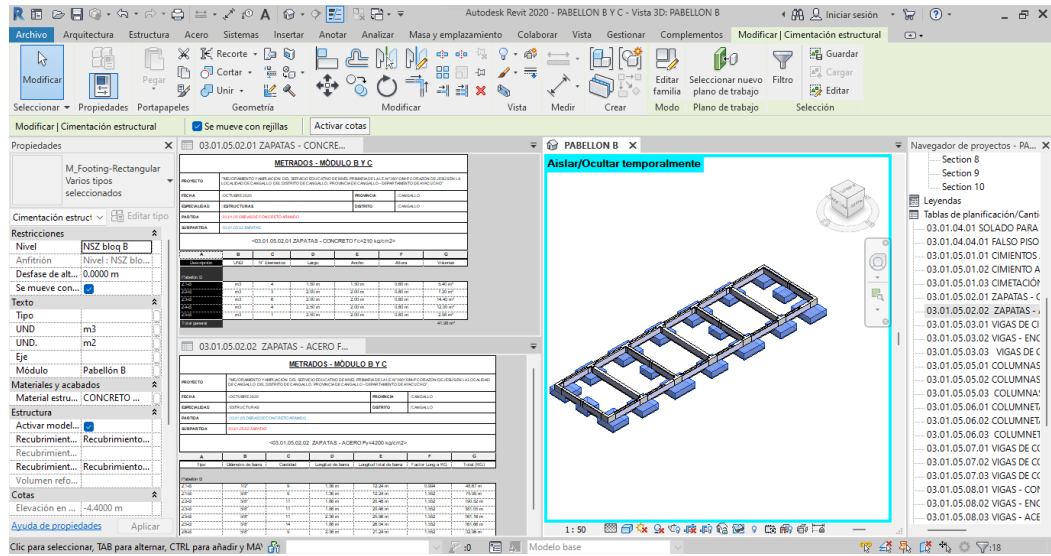


Figura 4.3.19 Modelado y metrados de la partida Zapatas Modulo B y C.

Tabla 23. Comparación del Margen de error de la partida Zapatas

03.01.05.02 ZAPATAS									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Zapatas Concreto F'c=210 Kg/Cm2	m3	42.00	41.98	41.97	15,819.30	0.07	15,811.77	0.02	15,808.00
Zapatas - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	m2	1,109.00	1,086.64	1,088.92	5,522.82	1.84	5,411.47	0.21	5,422.82
					21,342.12		21,223.24		21,230.82

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (0.07% para el concreto y 1.84% para el acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.02% para el concreto, 0.21% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.03 Vigas de Cimentación

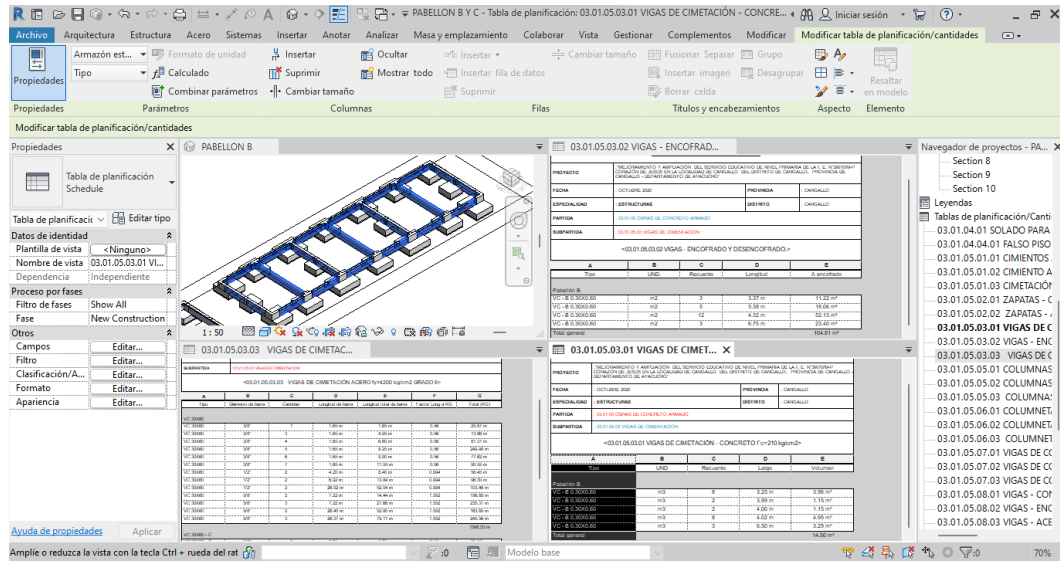


Figura 4.3.20 Modelado y metrados de la partida Vigas de cimentación Modulo B y C.

Tabla 24. Comparación del Margen de error de la partida Vigas de cimentación

03.01.05.03 VIGAS DE CIMENTACIÓN									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Vigas De Cimentación - Concreto F'C=210 Kg/Cm2	m3	18.24	14.50	14.51	6,870.10	25.71	5,461.43	0.07	5,465.19
Vigas - Encofrado Y Desencofrado	m2	93.50	104.81	104.52	5,745.58	10.54	6,440.57	0.28	6,422.75
Vigas De Cimentación Acero Fy=4200 Kg/Cm2 Grado 60	Kg	1,537.81	1,598.53	1,572.12	7,658.29	2.18	7,960.68	1.68	7,829.16
					20,273.97		19,862.68		19,717.10

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (25.71% para el concreto, 10.54% para encofrado y 2.18% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.07% para el concreto, 0.28% para el encofrado y 1.68% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.05 Columnas

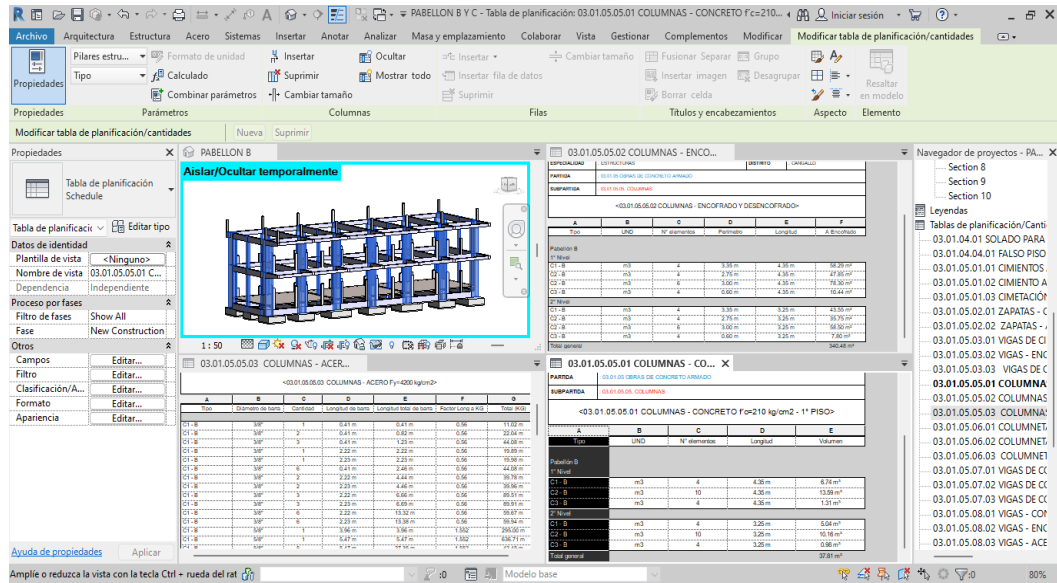


Figura 4.3.21 Modelado y metrados de la partida Columnas Modulo B y C.

Tabla 25. Comparación del Margen de error de la partida Columnas

03.01.05.05 COLUMNAS									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Columnas - Concreto F'C=210 Kg/Cm2 - 1° Piso	m3	37.81	37.81	37.83	14,241.14	0.05	14,241.14	0.05	14,248.67
Columnas - Encofrado Y Desenofrado	m2	340.48	340.48	340.50	22,921.11	0.01	22,921.11	0.01	22,922.46
Columnas - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	2,617.74	6,035.10	6,038.72	13,036.35	56.65	30,054.80	0.06	30,072.83
					50,198.60		67,217.05		67,243.96

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (0.05% para el concreto, 0.01% para encofrado y 56.65% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.05% para el concreto, 0.01% para el encofrado y 0.06% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.06 Columnetas de Confinamiento

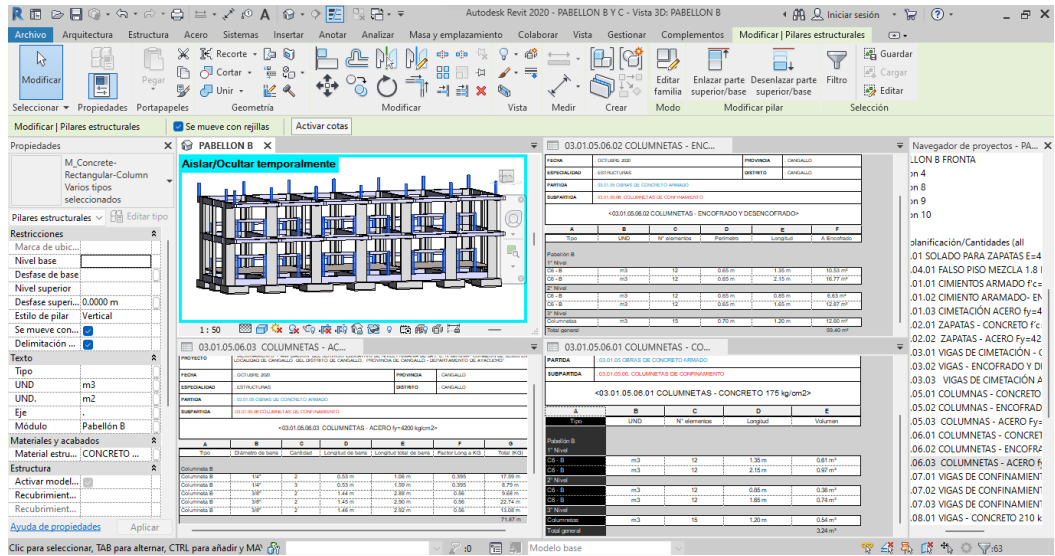


Figura 4.3.22 Modelado y metrados de la partida Columnetas de confinamiento Modulo B y C.

Tabla 26. Comparación del Margen de error de la partida Columnetas de confinamiento

03.01.05.06 COLUMNETAS DE CONFINAMIENTO									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Columnetas - Concreto 175 Kg/Cm2 - 1° Piso	m3	3.70	3.24	3.30	1,433.53	12.12	1,255.31	1.82	1,278.55
Columnetas - Encofrado Y Desencofrado	m2	49.32	59.40	60.02	2,826.04	17.83	3,403.62	1.03	3,439.15
Columnetas - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	73.62	71.87	72.54	366.63	1.49	357.91	0.92	361.25
					4,626.20		5,016.84		5,078.95

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (12.12% para el concreto, 17.83% para encofrado y 1.49% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (1.82% para el concreto, 1.03% para el encofrado y 0.92% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.07 Vigas de Confinamiento

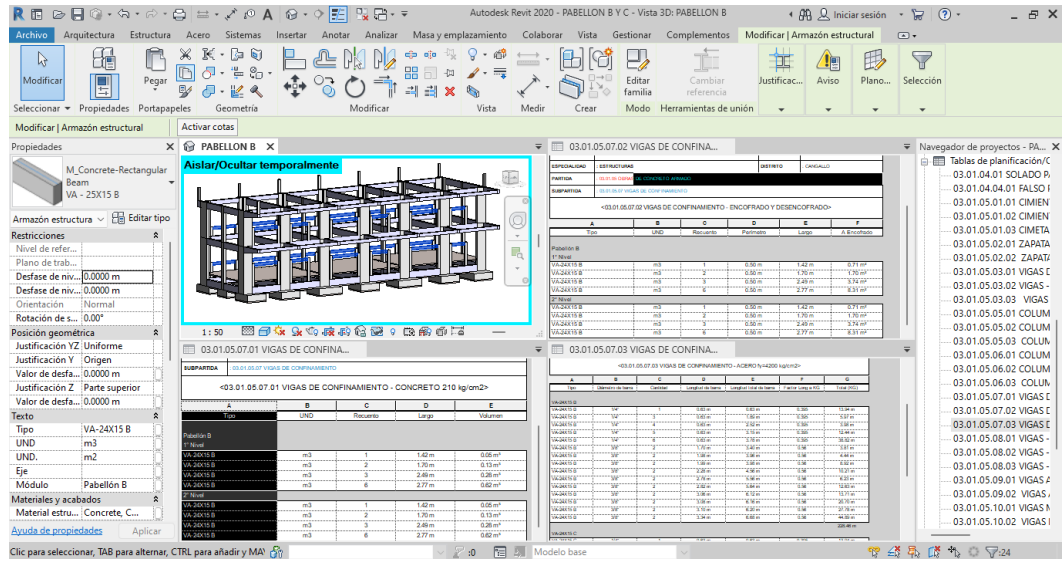


Figura 4.3.23 Modelado y metrados de la partida Vigas de confinamiento Modulo B y C.

Tabla 27. Comparación del Margen de error de la partida Vigas de confinamiento

03.01.05.07 VIGAS DE CONFINAMIENTO									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Vigas De Confinamiento - Concreto 210 Kg/Cm2	M3	2.16	2.17	2.17	836.87	0.46	840.74	0.00	840.74
Vigas De Confinamiento - Encofrado Y Desencofrado	M2	32.18	28.92	29.00	2,380.68	10.97	2,139.50	0.28	2,145.42
Vigas De Confinamiento - Acero Fy=4200 Kg/Cm2 Muros Portante Confinado - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	227.26	228.46	229.73	1,131.75	1.08	1,137.73	0.55	1,144.06
					5,741.46		5,511.82		5,524.72

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (0.46% para el concreto, 10.97% para encofrado, 1.08% para acero en vigas y 0.17% en acero para muros portantes) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.00% para el concreto, 0.28% para el encofrado, 0.55% para el acero y 0.05% en acero para muros portantes) en función al grupo de control.

03.01.05.08 Vigas

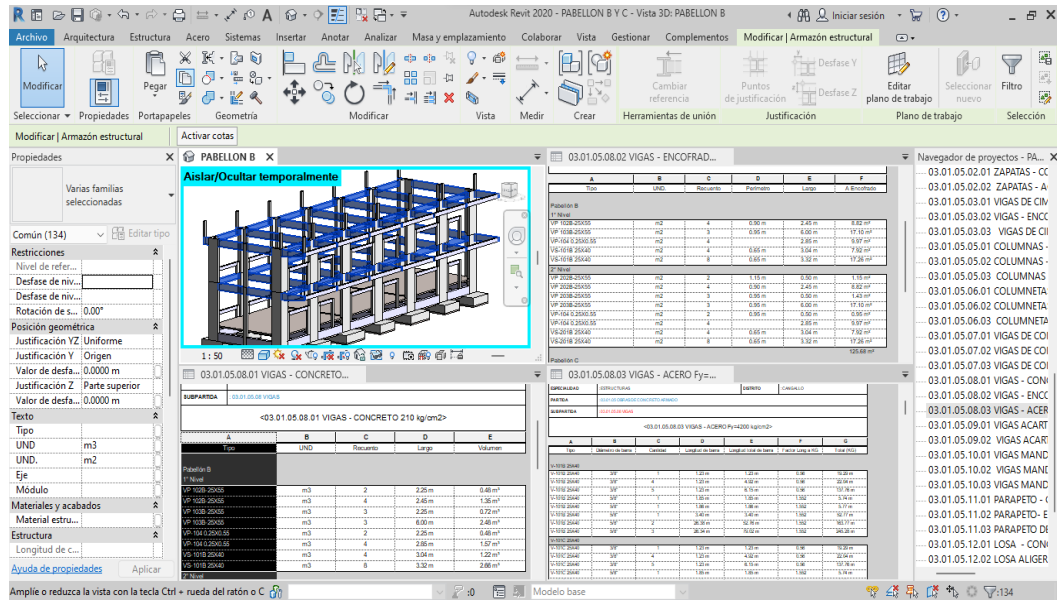


Figura 4.3.24 Modelado y metrados de la partida Vigas Modulo B y C.

Tabla 28. Comparación del Margen de error de la partida Vigas

03.01.05.08 VIGAS									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
VIGAS - CONCRETO f _c =210 kg/cm ²	m ³	28.77	22.36	22.40	10,912.75	28.44	8,481.37	0.18	8,496.54
VIGAS - ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m ²	130.29	125.68	125.98	8,875.35	3.42	8,561.32	0.24	8,581.76
VIGAS - ACERO F _y =4200 kg/cm ²	Kg	3,613.10	3,653.03	3,655.23	17,198.36	1.15	17,388.42	0.06	17,398.89
					36,986.46		34,431.11		34,477.19

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (28.44% para el concreto, 3.42% para encofrado y 1.15% para aceros) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.18% para el concreto, 0.24% para el encofrado, 0.06% para aceros) en función al grupo de control.

03.01.05.09 Viga Mandil

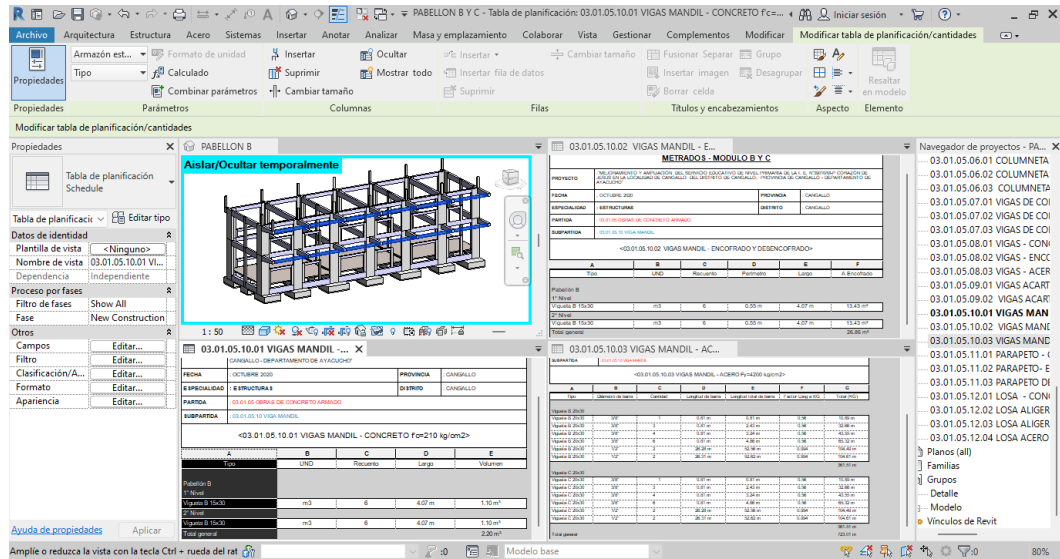


Figura 4.3.25 Modelado y metrados de la partida Vigas Mandil Modulo B y C.

Tabla 29. Comparación del Margen de error de la partida Viga mandil

03.01.05.09 VIGA MANDIL									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Vigas Mandil - Concreto F'c=210 Kg/Cm2	m3	2.72	2.20	2.22	1,031.72	22.52	834.48	0.90	842.07
Vigas Mandil - Encofrado Y Desencofrado	m2	31.40	26.86	27.01	2,348.09	16.25	2,008.59	0.56	2,019.81
Vigas Mandil - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	354.15	361.51	363.71	1,763.67	2.63	1,800.32	0.61	1,811.28
					5,143.48		4,643.39		4,673.16

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (22.52% para el concreto, 16.25% para encofrado y 2.63% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.90% para el concreto, 0.56% para el encofrado, 0.61% para aceros) en función al grupo de control.

03.01.05.10 Parapeto de Concreto

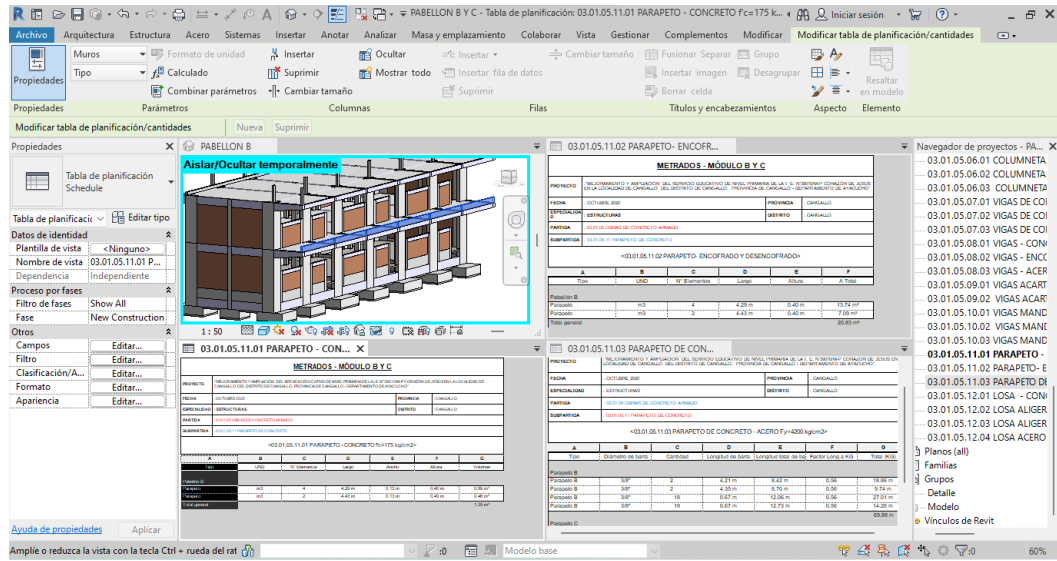


Figura 4.3.26 Modelado y metrados de la partida Parapeto de concreto Modulo B y C.

Tabla 30. Comparación del Margen de error de la partida Parapeto de concreto

03.01.05.10 PARAPETO DE CONCRETO										
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.					
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC	
Parapeto De - Concreto F'c=175 Kg/Cm2	m3	1.57	1.35	1.32	642.81	18.94	552.73	2.27	540.45	
Parapeto de Concreto - Encofrado y Desenofrado	m2	21.94	20.83	20.85	1,640.67	5.23	1,557.67	0.10	1,559.16	
Parapeto De Concreto - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	64.45	69.88	70.57	320.96	8.67	348.00	0.98	351.44	
TOTAL					2,604.44		2,458.40		2,451.05	

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (18.94 % para el concreto, 5.23% para encofrado y 8.67% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (2.27% para el concreto, 0.10% para el encofrado, 0.98% para aceros) en función al grupo de control.

03.01.05.11 Losa Aligerada E=0.20

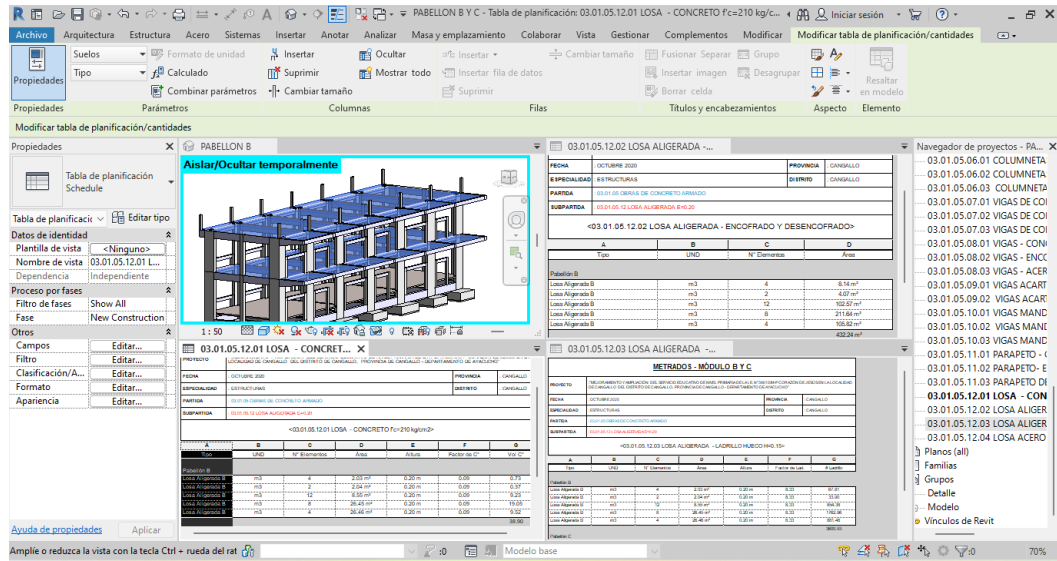


Figura 4.3.27 Modelado y metrados de la partida Losa Aligerada Modulo B y C.

Tabla 31. Comparación del Margen de error de la partida Losa aligerada

03.01.05.11 LOSA ALIGERADA E=0.20									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Losa - Concreto F _c =210 Kg/Cm ²	m ³	37.76	38.90	39.03	14,318.59	3.25	14,750.88	0.33	14,800.18
Losa Aligerada - Encofrado Y Desencofrado	m ²	438.42	432.24	432.34	25,331.91	1.41	24,974.83	0.02	24,980.61
Losa Aligerada - Ladrillo Hueco H=0.15	Und	3,652.04	3,600.53	3,608.00	20,780.11	1.22	20,487.02	0.21	20,529.52
Losa Acero F _y =4200 Kg/Cm ²	Kg	2,371.05	2,372.61	2,377.09	11,594.43	0.25	11,602.06	0.19	11,623.97
		TOTAL			72,025.04		71,814.79		71,934.28

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (3.25 % para el concreto, 1.41% para encofrado, 1.22% para ladrillo y 0.25% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.33% para el concreto, 0.02% para el encofrado, 0.21% para ladrillo y 0.19% para aceros) en función al grupo de control.

03.01.04.02 Sobrecimientos

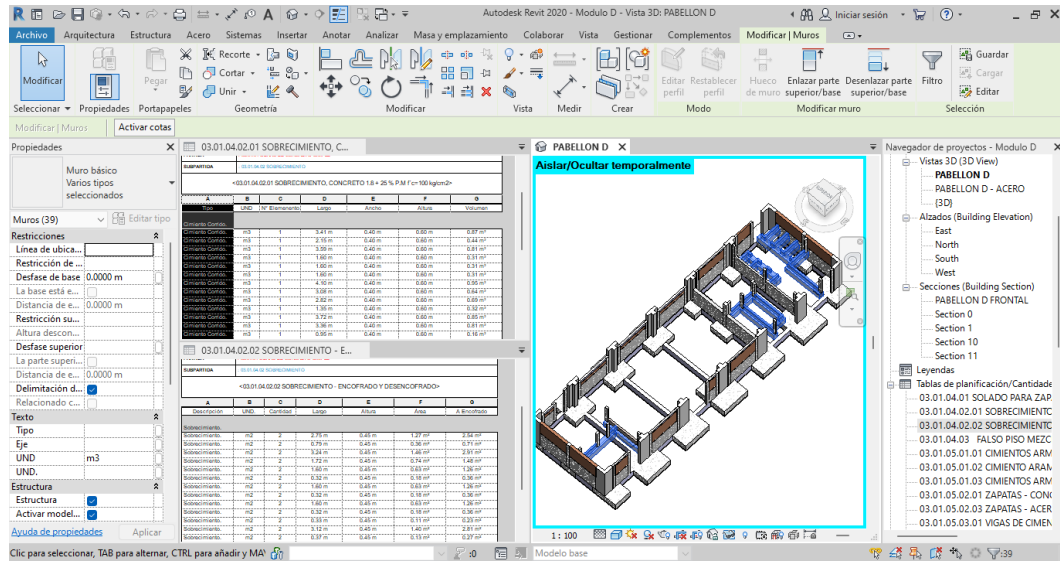


Figura 4.3.29 Modelado y metrados de la partida sobrecimiento Modulo D.

Tabla 33. Comparación del Margen de error de la partida Sobrecimiento

03.01.04.02 SOBRECIMIENTOS									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Sobrecimiento, Concreto 1:8 + 25 % P.M F´C=100 Kg/Cm2	m3	7.50	10.57	10.60	2,482.88	29.25	3,499.20	0.28	3,509.13
Sobrecimiento - Encofrado Y Desencofrado	m2	20.78	23.58	23.23	1,225.81	10.55	1,390.98	1.51	1,370.34
TOTAL					3,708.69		4,890.18		4,879.47

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (29.25% para concreto y 10.55% para encofrado) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.28% para concreto y 1.51% para encofrado) en función al grupo de control.

03.01.04.03 Falso Piso

03.01.04.03.01 Falso Piso Mezcla 1:8 E=4" (M2)

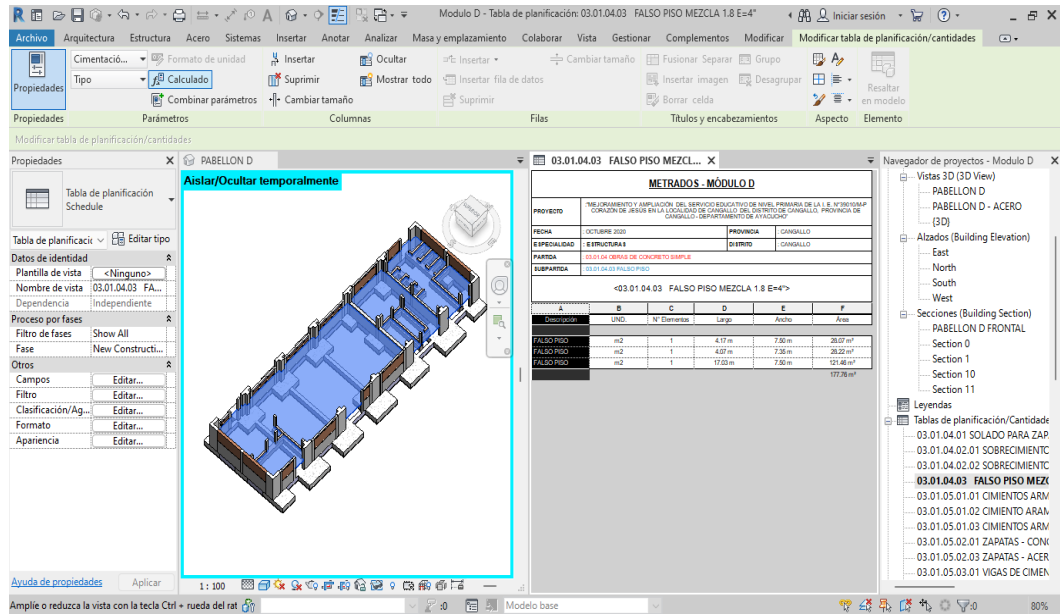


Figura 4.3.30 Modelado y metrados de la partida Falso piso Modulo D.

Tabla 34. Comparación del Margen de error de la partida Falso Piso

03.01.04.03 FALSO PISO									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
FALSO PISO									
MEZCLA 1:8 E=4"	m2	178.50	177.76	177.93	6,106.49	0.32	6,081.17	0.10	6,086.99
		TOTAL			6,106.49		6,081.17		6,086.99

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (0.32%) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.10%) en función al grupo de control.

03.01.05 Obras de Concreto Armado

03.01.05.01 Cimiento Armado

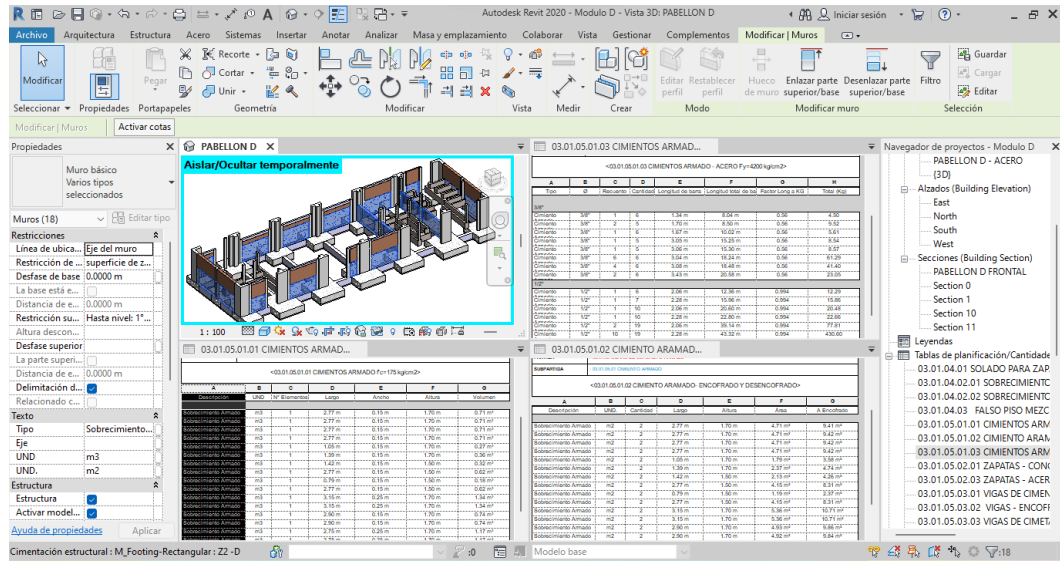


Figura 4.3.31 Modelado y metrados de la partida Cimiento armado Modulo D.

Tabla 35. Comparación del Margen de error de la partida Cimiento armado

03.01.05.01 CIMIENTO ARMADO									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO %.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Cimientos Armado F'c=175 Kg/Cm2	m3	15.84	14.02	14.14	5,330.16	12.02	4,717.73	0.85	4,758.11
Cimiento Armado-Encofrado Y Desencofrado	m2	111.64	147.76	146.95	6,860.28	24.03	9,079.85	0.55	9,030.08
Cimentación Acero Fy=4200 Kg/Cm2 Grado 60	Kg	910.92	837.36	840.72	4,536.38	8.35	4,170.05	0.40	4,186.79
		TOTAL			16,726.82		17,967.63		17,974.98

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (12.02% para el concreto, 24.03% para encofrado y 8.35% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.85% para el concreto, 0.55% para el encofrado y 0.40% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.02 Zapatas

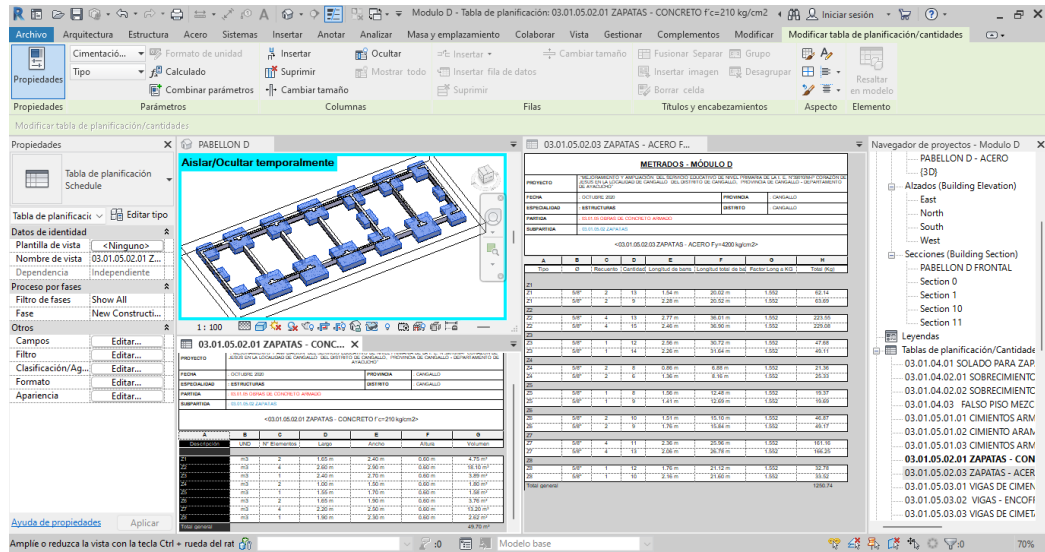


Figura 4.3.32 Modelado y metrados de la partida Zapatas Modulo D.

Tabla 36. Comparación del Margen de error de la partida Zapatas

03.01.05.02 ZAPATAS									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Zapatas - Concreto F'C=210 Kg/Cm2	m3	49.59	49.70	49.72	18,678.07	0.26	18,719.51	0.04	18,727.04
Zapatas - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	m2	1,231.84	1,250.74	1,253.24	6,134.56	1.71	6,228.69	0.20	6,241.14
		TOTAL			24,812.63		24,948.20		24,968.18

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (0.26% para el concreto y 1.71% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.04% para el concreto y 0.20% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.03 Vigas de Cimentación

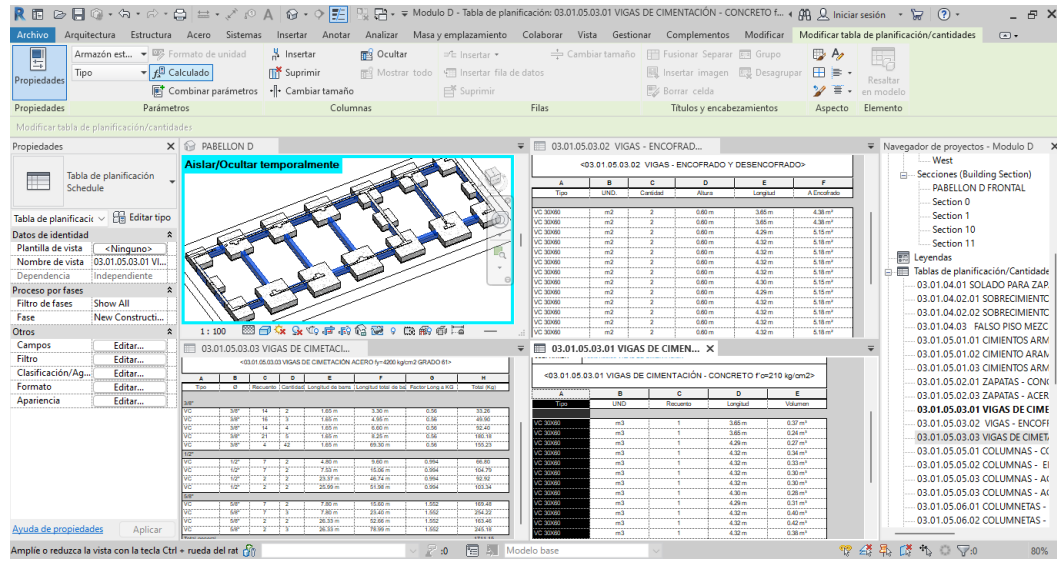


Figura 4.3.33 Modelado y metrados de la partida Viga de cimentación Modulo D.

Tabla 37. Comparación del Margen de error de la partida Vigas de cimentación

03.01.05.03 VIGAS DE CIMENTACION									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Vigas de Cimentación - Concreto F'c=210 Kg/Cm2	m3	19.00	9.12	9.13	7,156.35	108.11	3,435.05	0.11	3,438.81
Vigas - Encofrado y Desencofrado	m2	126.65	123.41	123.40	7,782.64	2.63	7,583.54	0.01	7,582.93
Vigas De Cimentación Acero Fy=4200 Kg/Cm2 Grado 60	Kg	1,379.31	1,711.15	1,715.33	6,868.96	19.59	8,521.53	0.24	8,542.34
		TOTAL			21,807.95		19,540.12		19,564.08

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (108.11% para el concreto, 2.63% para encofrado y 19.59% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.11% para el concreto, 0.01% para el encofrado y 0.24% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.05 Columnas

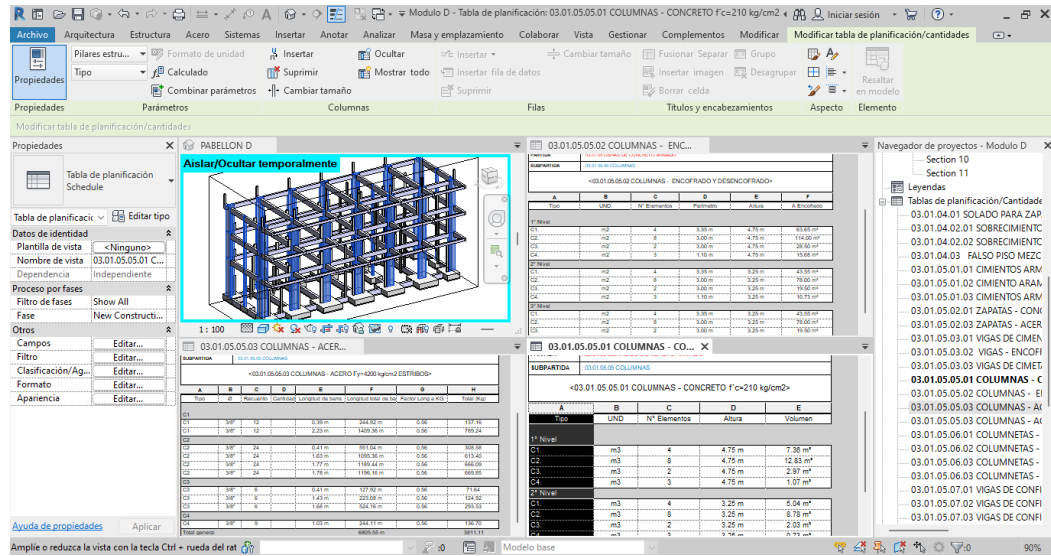


Figura 4.3.34 Modelado y metrados de la partida Columnas Módulo D

Tabla 38. Comparación del Margen de error de la partida Columnas

03.01.05.05 COLUMNAS									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Columnas - Concreto F'C=210 Kg/Cm2 - 1° Piso	m3	58.50	57.38	57.40	22,034.03	1.92	21,612.18	0.03	21,619.71
Columnas - Encofrado Y Desencofrado	m2	519.75	525.37	522.67	34,989.57	0.56	35,367.91	0.52	35,186.14
Columnas - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	7,995.61	9,732.41	9,747.52	39,818.14	17.97	48,467.40	0.16	48,542.65
					TOTAL				
						96,841.74	105,447.49		105,348.50

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (1.92% para el concreto, 0.56% para encofrado y 17.97% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.03% para el concreto, 0.52% para el encofrado y 0.16% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.06 Columnetas de Confinamiento

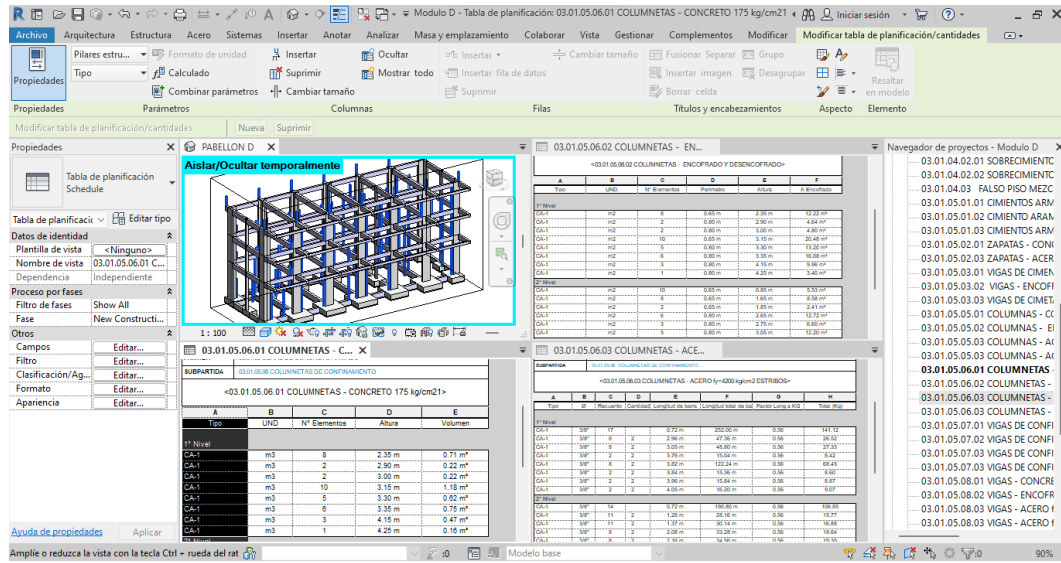


Figura 4.3.35 Modelado y metrados de la partida Columnetas de confinamiento Modulo D.

Tabla 39. Comparación del Margen de error de la partida Columnetas de confinamiento

03.01.05.06 COLUMNETAS DE CONFINAMIENTO										
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.					
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC	
Columnetas - Concreto 175 Kg/Cm2 - 1° Piso	m3	9.55	9.23	9.30	3,700.05	2.69	3,576.07	0.75	3,603.19	
Columnetas - Encofrado Y Desencofrado	m2	127.35	182.48	182.55	7,297.16	30.24	10,456.10	0.04	10,460.12	
Columnetas - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	kg	1,201.54	1,192.49	1,194.34	5,983.67	0.60	5,938.60	0.15	5,947.81	
TOTAL					16,980.88		19,970.77		20,011.12	

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (2.69% para el concreto, 30.24% para encofrado y 0.60% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.75% para el concreto, 0.04% para el encofrado y 0.15% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.07 Vigas de Confinamiento

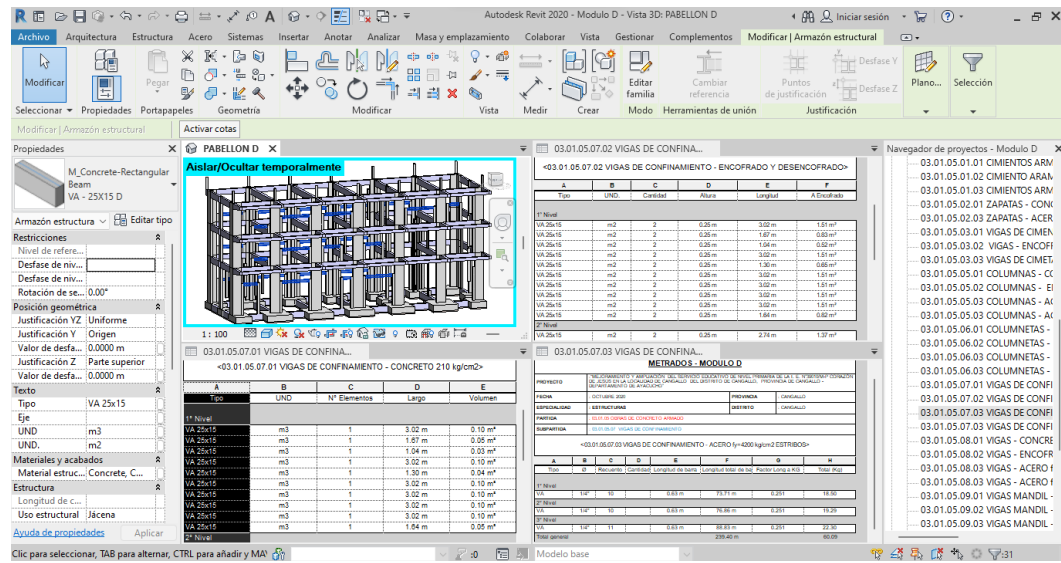


Figura 4.3.36 Modelado y metrados de la partida Vigas de confinamiento Modulo D.

Tabla 40. Comparación del Margen de error de la partida Vigas de confinamiento

03.01.05.07 VIGAS DE CONFINAMIENTO										
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.					
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC	
Vigas de Confinamiento - Concreto 210 Kg/Cm2	m3	2.25	2.61	2.65	871.74	15.09	1,011.22	1.51	1,026.72	
Vigas de Confinamiento - Encofrado Y Desencofrado	m2	36.00	38.70	38.72	2,663.28	7.02	2,863.03	0.05	2,864.51	
Vigas de Confinamiento - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	246.02	246.64	247.82	1,225.18	0.73	1,228.27	0.48	1,234.14	
Muros Portante Confinado - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	260.90	261.32	262.55	1,299.28	0.63	1,301.37	0.47	1,307.50	
TOTAL						6,059.48		6,403.89		6,432.87

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (15.09% para el concreto, 7.02% para encofrado, 0.73% para acero en vigas y 0.63% en acero para muros portantes) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (1.51% para el concreto, 0.05% para el encofrado, 0.48% para el acero y 0.47% en acero para muros portantes) en función al grupo de control.

03.01.05.08 Vigas

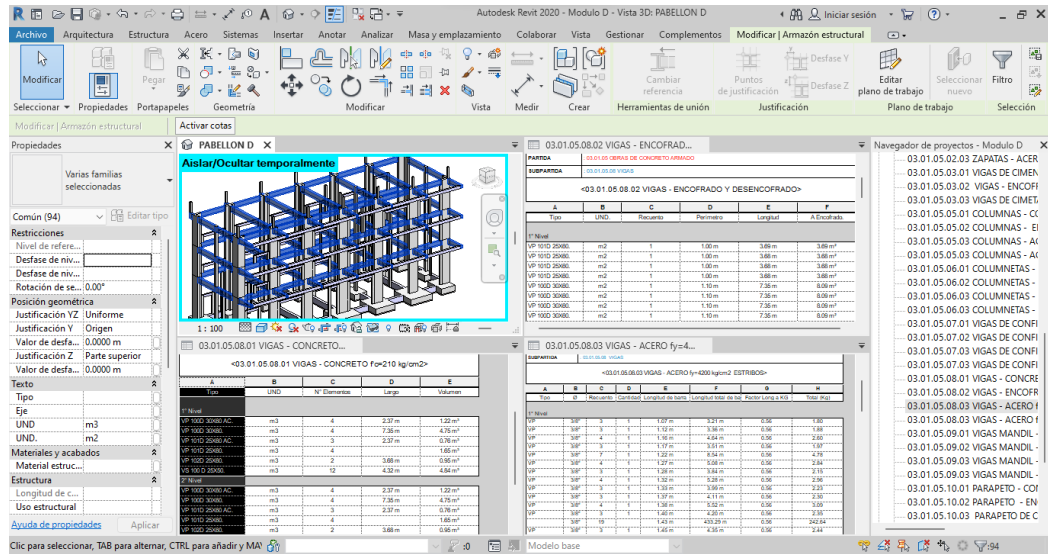


Figura 4.3.37 Modelado y metrados de la partida Vigas Modulo D.

Tabla 41. Comparación del Margen de error de la partida Vigas

03.01.05.08 VIGAS									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO \$/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Vigas - Concreto F'c=210 Kg/Cm2	m3	51.33	43.09	43.12	19,469.98	19.04	16,344.47	0.07	16,355.85
Vigas - Encofrado Y Desencofrado	m2	372.84	371.08	372.49	25,397.86	0.09	25,277.97	0.38	25,374.02
Vigas - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	6,622.42	6,564.77	6,579.33	31,522.72	0.65	31,248.31	0.22	31,317.61
		TOTAL			76,390.56		72,870.75		73,047.48

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (19.04% para el concreto, 0.09% para encofrado y 0.65% para aceros) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.07% para el concreto, 0.38% para el encofrado, 0.22% para aceros) en función al grupo de control.

03.01.05.09 Viga Mandil

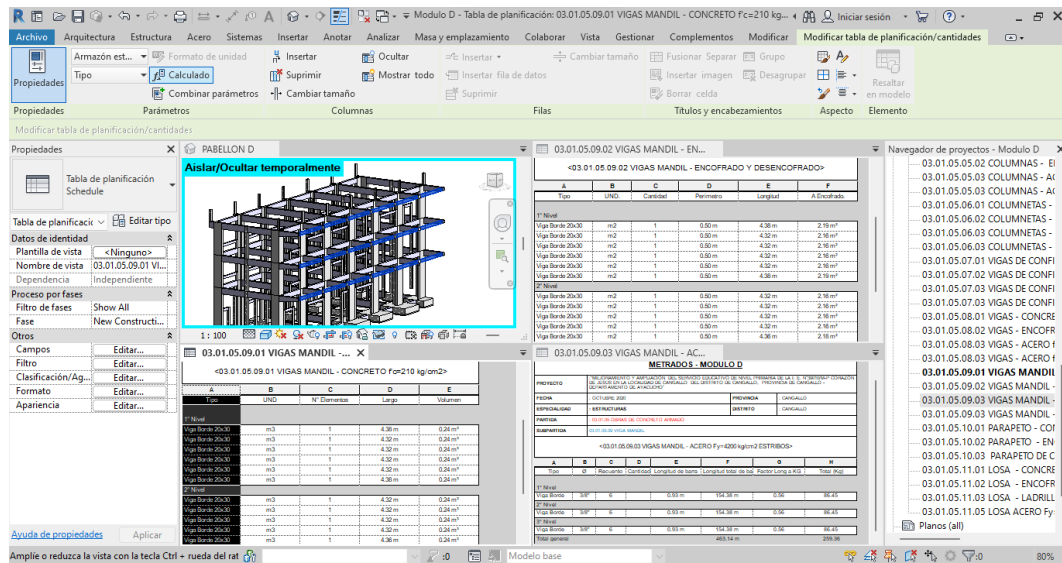


Figura 4.3.38 Modelado y metrados de la partida Vigas mandil Modulo D.

Tabla 42. Comparación del Margen de error de la partida Viga mandil

03.01.05.09 VIGA MANDIL									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Vigas Mandil - Concreto F'c=210 Kg/Cm2	m3	8.79	4.36	4.40	3,334.13	99.77	1,653.79	0.91	1,668.96
Vigas Mandil - Encofrado Y Desencofrado	m2	47.11	39.03	40.21	3,522.89	17.16	2,918.66	2.93	3,006.90
Vigas Mandil - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	454.15	572.71	578.43	2,261.67	21.49	2,852.10	0.99	2,880.58
TOTAL					9,118.69		7,424.55		7,556.44

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (99.77% para el concreto, 17.16% para encofrado y 21.49% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.91% para el concreto, 2.93% para el encofrado, 0.99% para aceros) en función al grupo de control.

03.01.05.10 Parapeto de Concreto

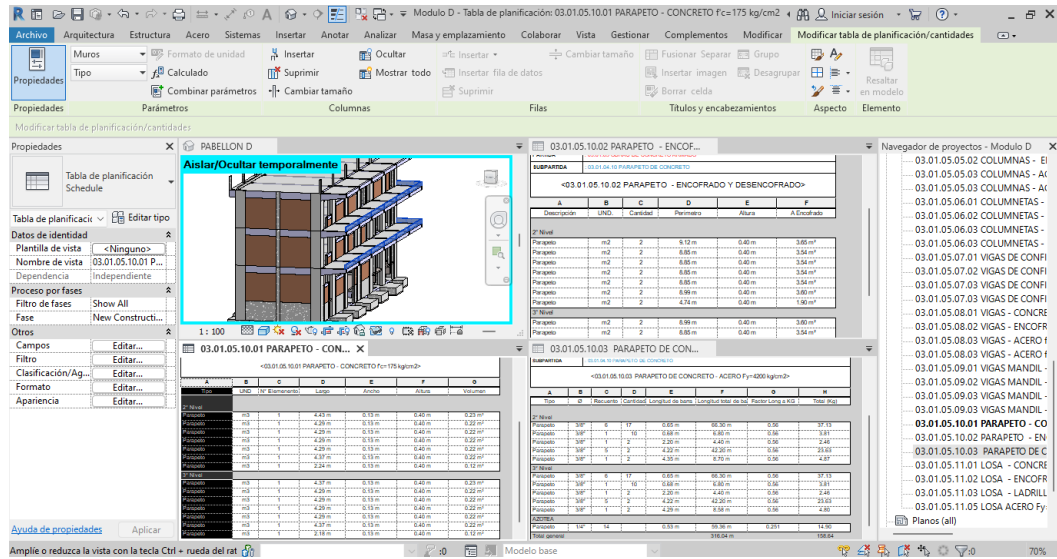


Figura 4.3.39 Modelado y metrados de la partida parapeto de concreto Modulo D.

Tabla 43. Comparación del Margen de error de la partida Parapeto de concreto

03.01.05.10 PARAPETO DE CONCRETO										
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO \$/.					
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC	
Parapeto De - Concreto F'c=175 Kg/Cm2	m3	4.71	2.92	3.01	1,928.42	56.48	1,195.54	2.99	1,232.38	
Parapeto De Concreto - Encofrado Y Desenofrado	m2	52.81	46.50	46.62	3,949.13	13.28	3,477.27	0.26	3,486.24	
Parapeto De Concreto - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	164.45	143.74	153.39	818.96	7.21	715.83	6.29	763.88	
TOTAL					6,696.51		5,388.64		5,482.50	

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (56.48 % para el concreto, 13.28% para encofrado y 7.21% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (2.99% para el concreto, 0.26% para el encofrado, 6.29% para aceros) en función al grupo de control.

03.01.05.11 Losa Aligerada E=0.20

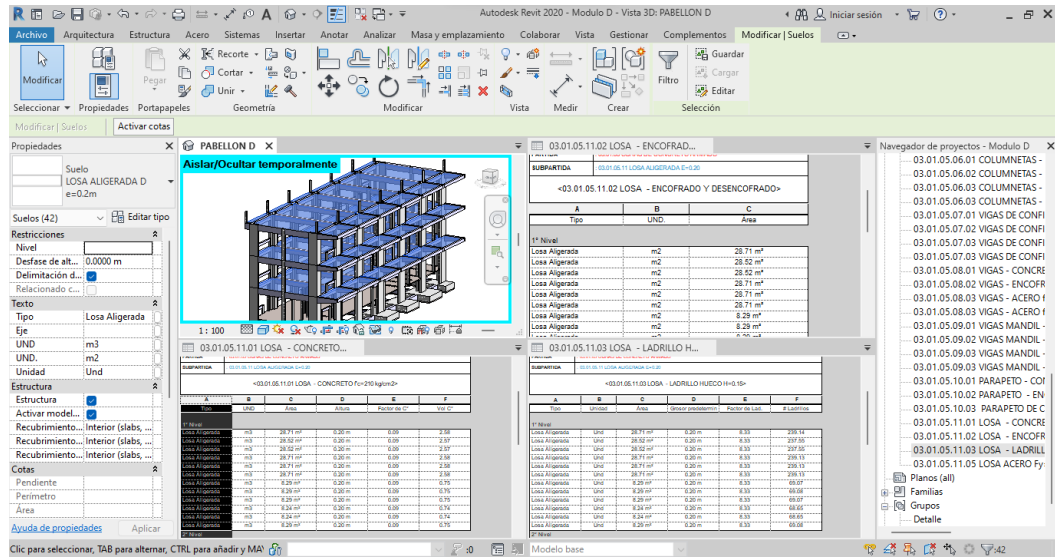


Figura 4.3.40 Modelado y metrados de la partida Losa Modulo D.

Tabla 44. Comparación del Margen de error de la partida Losa aligerada

PARTIDA	UND	03.01.05.11 LOSA ALIGERADA E=0.20			PRESUPUESTO \$/.				
		METRADO			PRESUPUESTO \$/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Losa - Concreto F'c=210 Kg/Cm2	m3	58.34	60.90	61.00	22,122.53	4.36	23,093.28	0.16	23,131.20
Losa Aligerada - Encofrado Y Desencofrado	m2	691.62	676.65	673.34	39,961.80	2.71	39,096.84	0.49	38,905.59
Losa Aligerada - Ladrillo Hueco H=0.15	Und	5,636.19	5,636.52	5,636.00	32,069.92	0.00	32,071.80	0.01	32,068.84
Losa Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	3,133.87	3,134.97	3,142.21	15,324.62	0.27	15,330.00	0.23	15,365.41
		TOTAL			109,478.87		109,591.92		109,471.04

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (4.36 % para el concreto, 2.71% para encofrado, 0.00% para ladrillo y 0.27% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.16% para el concreto, 0.49% para el encofrado, 0.01% para ladrillo y 0.23% para aceros) en función al grupo de control.

MODULO ESCALERAS

03.01.04 Obras de Concreto Simple

03.01.04.01 Solado Para Zapatas E=4", 1:12 Cem/ Hor: (M2)

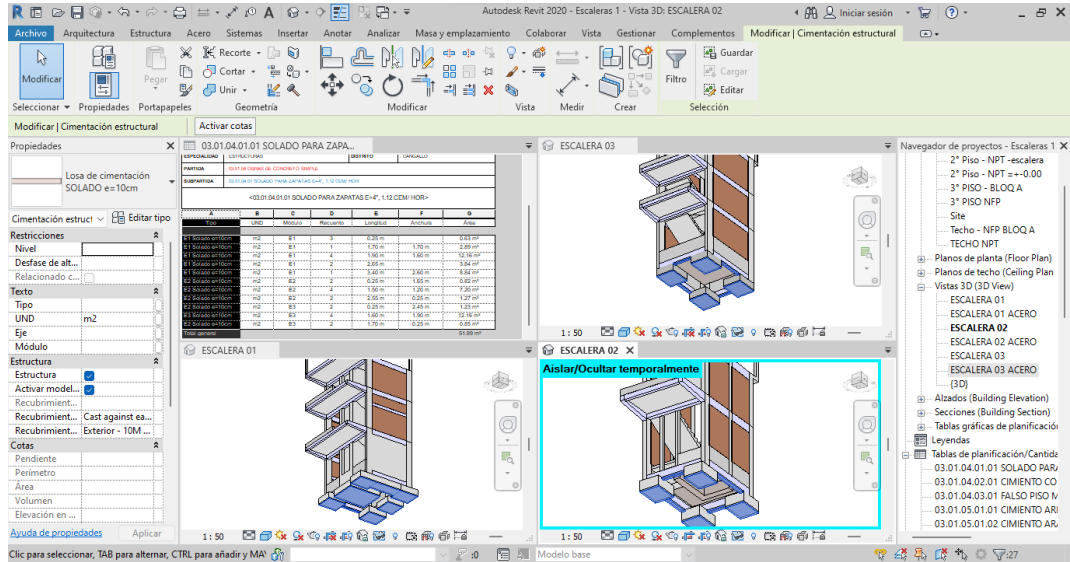


Figura 4.3.41 Modelado y metrados de la partida Solado en zapatas Modulo Escaleras.

Tabla 45. Comparación del Margen de error de la partida del Solado

03.01.04.01 SOLADO PARA ZAPATAS E=4", 1:12 CEM/ HOR									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO \$/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Solado Para Zapatas E=4", 1:12 Cem/ Hor	m2	43.25	51.89	51.93	1,310.48	16.71	1,572.27	0.08	1,573.48
TOTAL					1,310.48		1,572.27		1,573.48

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (16.71%) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.08%) en función al grupo de control.

03.01.04.03 Falso Piso

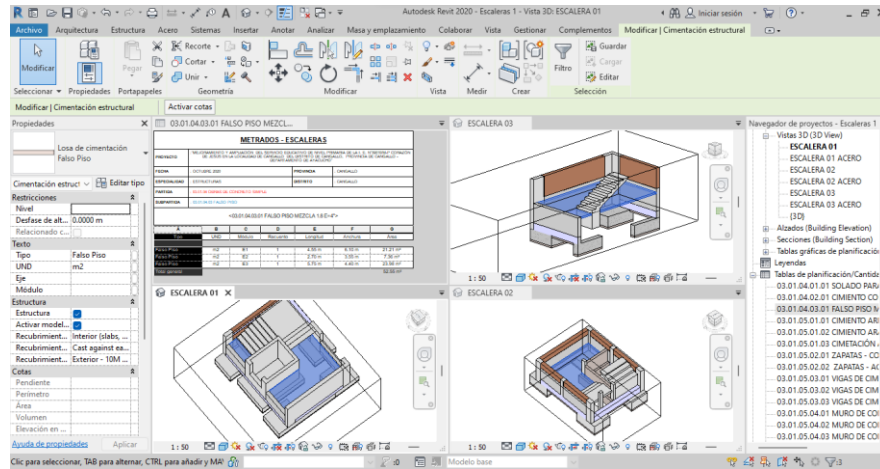


Figura 4.3.42 Modelado y metrados de la partida Falso Piso Modulo Escaleras.

Tabla 46. Comparación del Margen de error de la partida Falso Piso

03.01.04.03 FALSO PISO										
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.					
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC	
Falso Piso Mezcla 1:8 E=4"	m2	57.26	52.55	52.89	1,958.86	8.26	1,797.74	0.64	1,809.37	
TOTAL					1,958.86		1,797.74		1,809.37	

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (8.26%) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.64%) en función al grupo de control.

03.01.05 Obras de Concreto Armado

03.01.05.01 Cimiento Armado

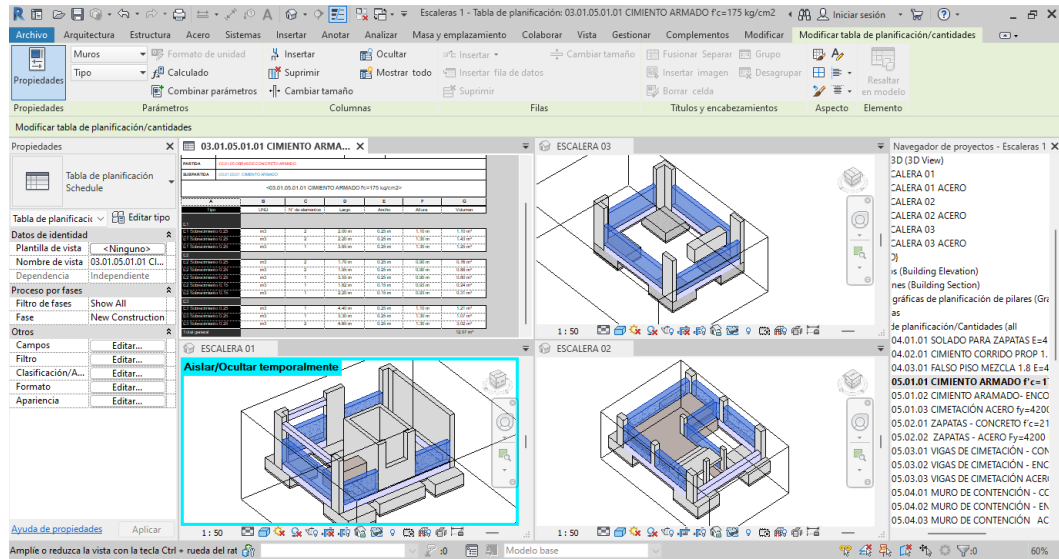


Figura 4.3.43 Modelado y metrados de la partida Cimiento armado Modulo Escaleras.

Tabla 47. Comparación del Margen de error de la partida Cimiento armado

03.01.05.01 CIMENTO ARMADO									
PARTIDA	UND	METRADO				PRESUPUESTO S/.			
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
-Cimientos Armado F'C=175 KG/CM2	m3	13.12	12.07	12.14	4,414.88	8.07	4,061.56	0.58	4,085.11
-Cimiento Armado, Encofrado Y Desencofrado	m2	51.08	99.47	98.87	3,138.87	48.34	6,112.43	0.61	6,075.56
-Cimentación Acero FY=4200 KG/CM2 Grado 60	Kg	464.39	519.22	520.63	2,312.66	10.80	2,585.72	0.27	2,592.74
		TOTAL			9,866.41		12,759.71		12,753.41

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (8.07% para el concreto, 48.34% para encofrado y 10.80% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.58% para el concreto, 0.61% para el encofrado y 0.27% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.03 Vigas de Cimentación

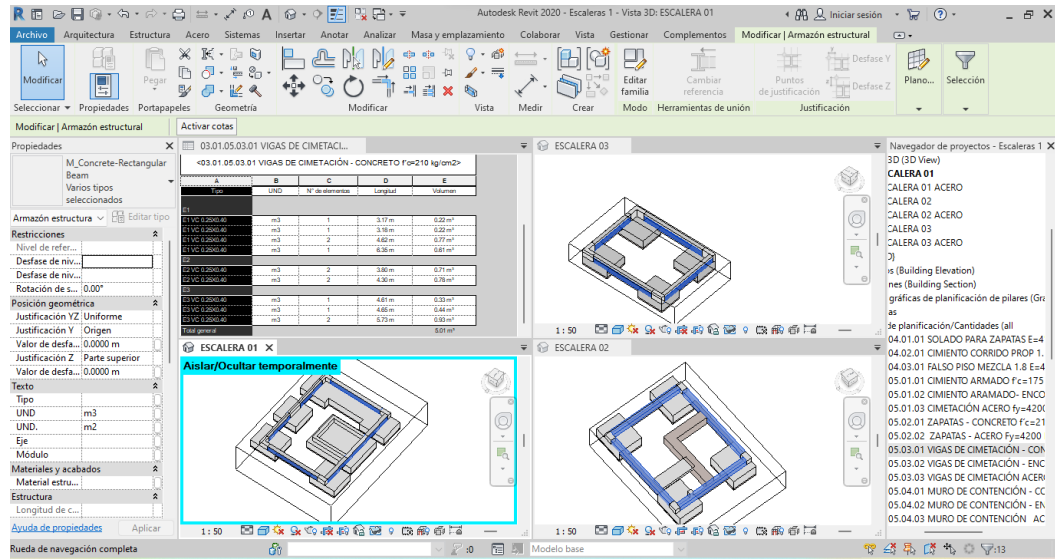


Figura 4.3.45 Modelado y metrados de la partida Vigas de cimentación Modulo Escaleras.

Tabla 49. Comparación del Margen de error de la partida Vigas de cimentación

03.01.05.03 VIGAS DE CIMETACION									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Vigas De Cimentación - Concreto F'C=210 Kg/Cm2	m3	9.58	5.01	5.00	3,608.31	91.60	1,887.02	0.20	1,883.25
Vigas - Encofrado Y Desencofrado	m2	57.90	40.08	40.20	3,557.96	44.03	2,462.92	0.30	2,470.29
Vigas De Cimentación Acero Fy=4200 Kg/Cm2 Grado 60	Kg	843.61	870.72	874.35	4,201.18	3.52	4,336.19	0.41	4,354.26
TOTAL					11,367.45		8,686.13		8,707.80

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (91.60% para el concreto 44.03% para encofrado y 3.52% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.20% para el concreto, 0.30% para el encofrado y 0.41% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.04 Muro de Contención

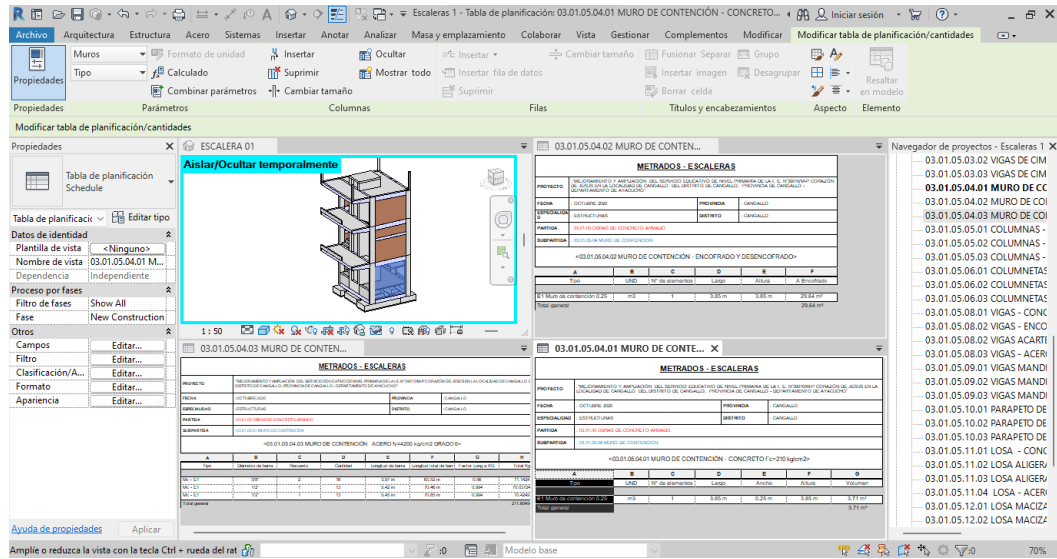


Figura 4.3.46 Modelado y metrados de la partida Muros de contención Modulo Escaleras.

Tabla 50. Comparación del Margen de error de la partida Muro de contención

03.01.05.04 MURO DE CONTENCIÓN										
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.					
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC	
Muro De Contención - Concreto F'C=210 Kg/Cm2	m3	3.42	3.71	3.72	1,288.14	8.06	1,397.37	0.27	1,401.14	
Muro De Contención - Encofrado Y Desencofrado	m2	27.34	22.64	22.67	1,731.99	20.60	1,434.24	0.13	1,436.14	
Muro De Contención Acero Fy=4200 Kg/Cm2 Grado 60	Kg	173.05	211.61	214.11	849.68	19.18	1,039.01	1.17	1,051.28	
TOTAL					3,869.81		3,870.62		3,888.56	

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (8.06% para el concreto, 20.60% para encofrado y 19.18% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.27% para el concreto, 0.13% para el encofrado y 1.17% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.05 Columnas

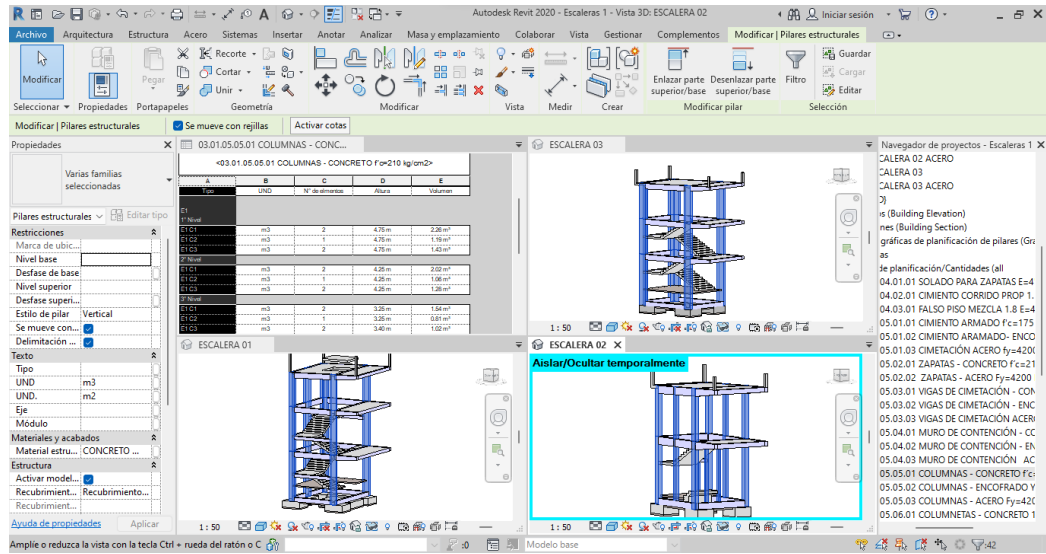


Figura 4.3.47 Modelado y metrados de la partida Columnas Modulo Escaleras.

Tabla 51. Comparación del Margen de error de la partida Columnas

03.01.05.05 COLUMNAS									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Columnas - Concreto F'C=210 Kg/Cm2 - 1° Piso	m3	33.30	29.10	29.15	12,542.45	14.24	10,960.52	0.17	10,979.35
Columnas - Encofrado Y Desenofrado	m2	283.68	260.74	258.22	19,097.34	9.86	17,553.02	0.98	17,383.37
Columnas - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	4,056.56	3,874.14	3,877.56	20,201.67	4.62	19,293.22	0.09	19,310.25
TOTAL					51,841.46		47,806.76		47,672.97

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (14.24% para el concreto, 9.86% para encofrado y 4.62% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.17% para el concreto, 0.98% para el encofrado y 0.09% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.06 Columnetas de Confinamiento

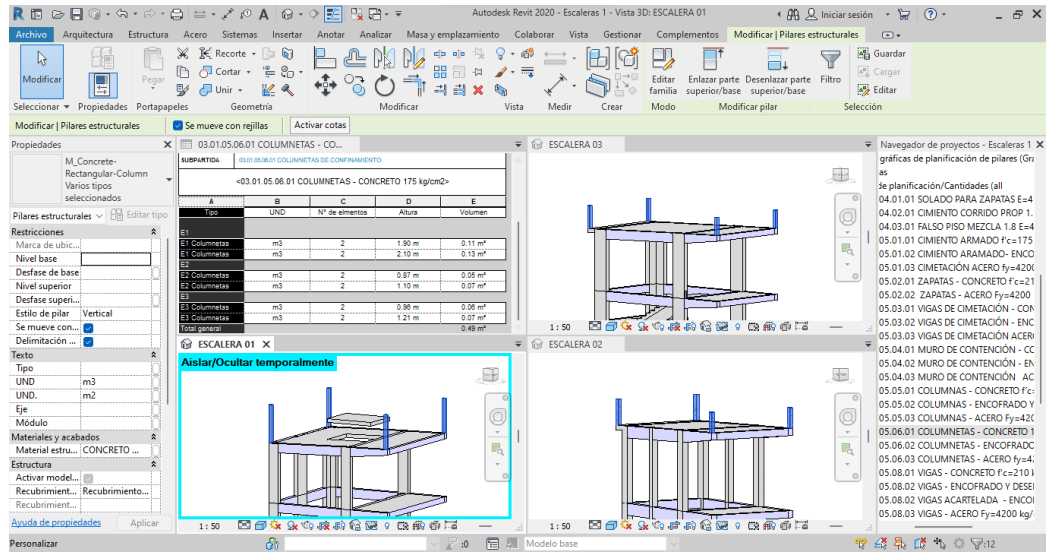


Figura 4.3.48 Modelado y metrados de la partida Columnetas de confinamiento Modulo Escaleras.

Tabla 52. Comparación del Margen de error de la partida Columnetas de confinamiento

03.01.05.06 COLUMNETAS DE CONFINAMIENTO									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
- Columnetas, Concreto 175 Kg/Cm2	m3	0.65	0.49	0.52	251.84	25.00	189.85	5.77	201.47
-Columnetas Encofrado Y Desencofrado	m2	8.64	11.39	11.40	495.07	24.21	652.65	0.09	653.22
-Columnetas, Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	65.46	68.40	70.35	325.99	6.95	340.63	2.77	350.34
		TOTAL			1,072.90		1,183.13		1,205.03

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (25.00% para el concreto, 24.21% para encofrado y 6.95% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (5.77% para el concreto, 0.09% para el encofrado y 2.77% para el acero) en función al grupo de control.

03.01.05.08 Vigas

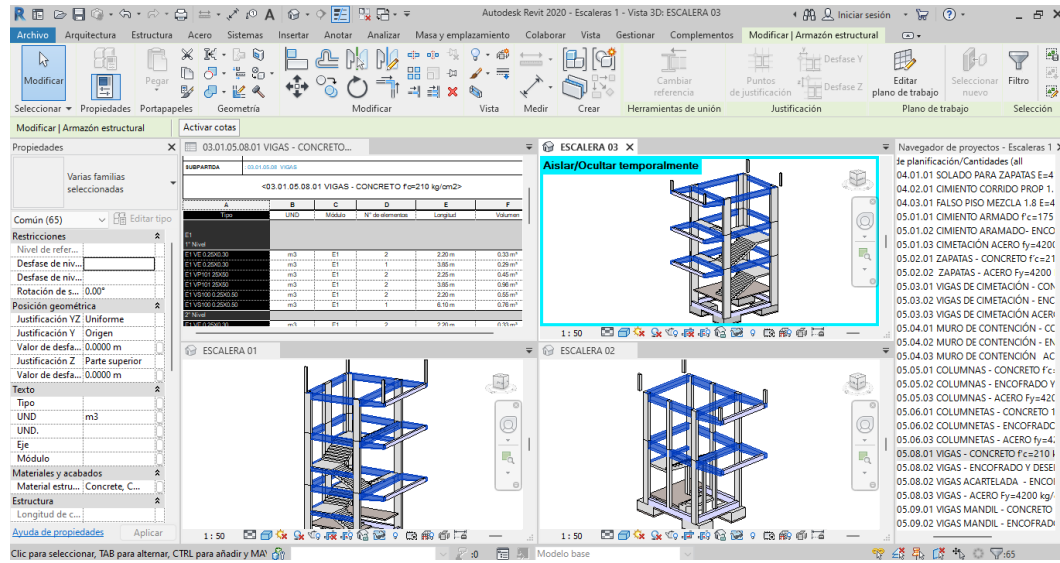


Figura 4.3.49 Modelado y metrados de la partida Vigas Modulo Escaleras.

Tabla 53. Comparación del Margen de error de la partida Vigas

03.01.05.08 VIGAS									
PARTIDA	UND	METRADO				PRESUPUESTO S/.			
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
VIGAS - CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	25.33	21.51	21.52	9,607.92	17.70	8,158.96	0.05	8,162.75
VIGAS - ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	202.60	140.54	140.87	13,801.11	43.82	9,573.58	0.23	9,596.06
VIGAS - ACERO Fy=4200 kg/cm2	Kg	3,063.54	3,061.38	3,069.21	14,582.45	0.18	14,572.17	0.26	14,609.44
TOTAL					37,991.48		32,304.71		32,368.25

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (17.70% para el concreto, 43.82% para encofrado y 0.18% para aceros) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.05% para el concreto, 0.23% para el encofrado y 0.26% para aceros) en función al grupo de control.

03.01.05.09 Viga Mandil

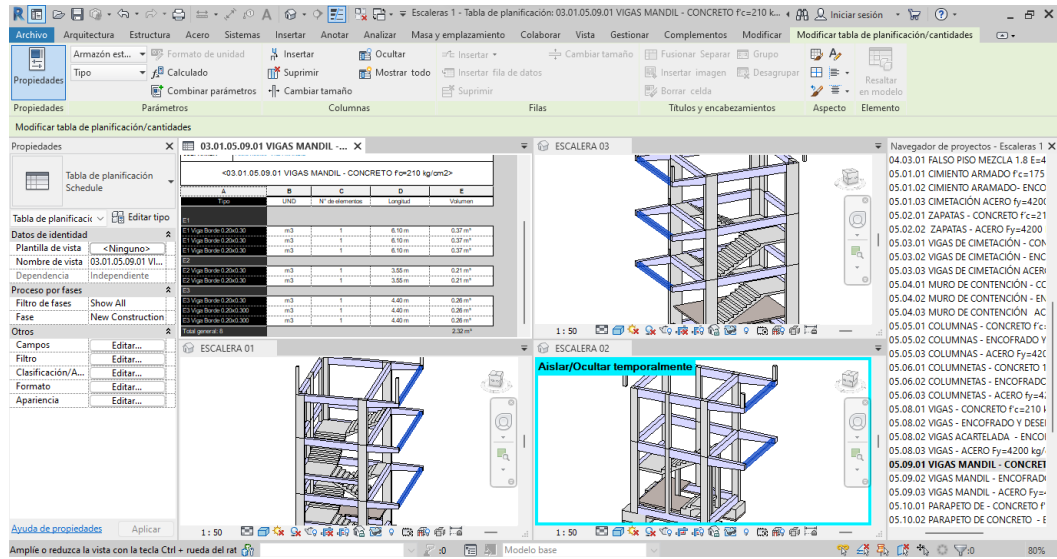


Figura 4.3.50 Modelado y metrados de la partida Vigas mandil Modulo Escaleras.

Tabla 54. Comparación del Margen de error de la partida Viga mandil

		03.01.05.09 VIGA MANDIL							
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Vigas Mandil - Concreto F'c=210 Kg/Cm2	m3	2.48	2.32	2.30	940.69	7.83	880.00	0.87	872.41
Vigas Mandil - Encofrado Y Desenofrado	m2	25.56	24.39	24.58	1,911.38	3.99	1,823.88	0.77	1,838.09
Vigas Mandil - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	302.01	302.24	304.33	1,504.01	0.76	1,505.16	0.69	1,515.56
TOTAL					4,356.08		4,209.04		4,226.06

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (7.83% para el concreto, 3.99% para encofrado y 0.76% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.87% para el concreto, 0.77% para el encofrado, 0.69% para aceros) en función al grupo de control.

03.01.05.10 Parapeto de Concreto

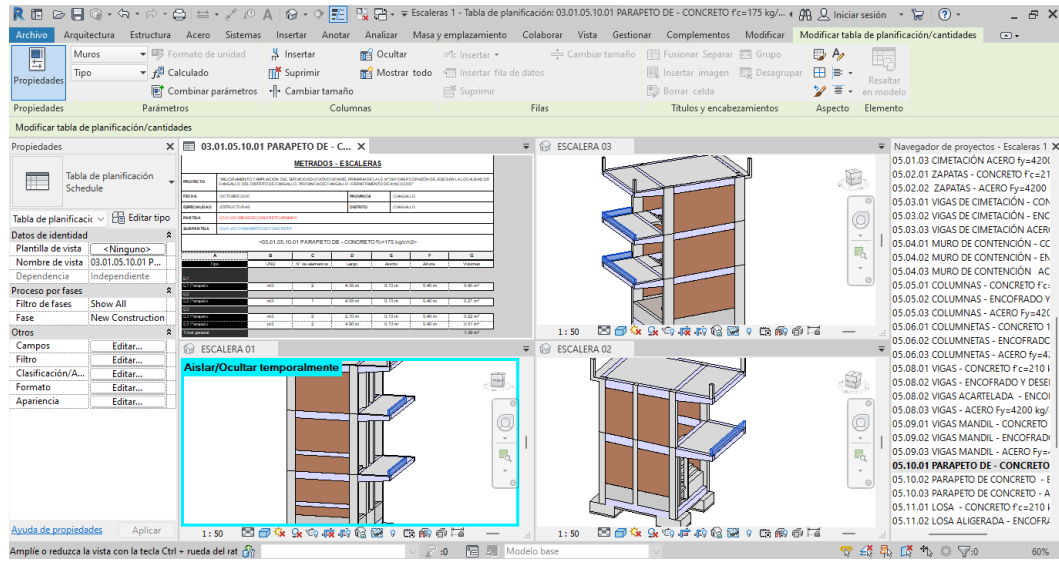


Figura 4.3.51 Modelado y metrados de la partida parapeto de concreto Modulo Escaleras.

Tabla 55. Comparación del Margen de error de la partida Parapeto de concreto

PARTIDA	UND	03.01.05.10 PARAPETO DE CONCRETO			PRESUPUESTO S/.			HT	GC
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB		
Parapeto De - Concreto F'c=175 Kg/Cm2	m3	1.56	1.39	1.40	638.71	11.43	569.11	0.71	573.20
Parapeto De Concreto - Encofrado Y Desencofrado	m2	24.08	21.40	21.44	1,800.70	12.31	1,600.29	0.19	1,603.28
Parapeto De Concreto - Acero Fy=4200 Kg/Cm2	Kg	70.81	70.44	71.23	352.63	0.59	350.79	1.11	354.73
		TOTAL				2,792.04	2,520.19		2,531.21

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (11.43 % para el concreto, 12.31% para encofrado y 0.59% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.71% para el concreto, 0.19% para el encofrado, 1.11% para aceros) en función al grupo de control.

03.01.05.12 Escaleras

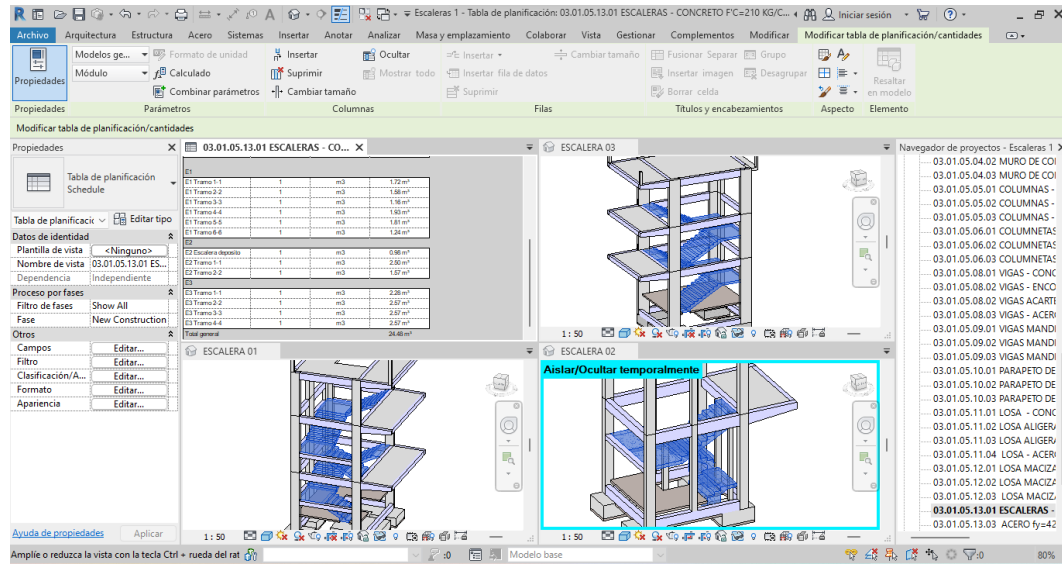


Figura 4.3.53 Modelado y metrados de la partida Escaleras Modulo Escalera.

Tabla 57. Comparación del Margen de error de la partida Escaleras

03.01.05.12 ESCALERAS									
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.				
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC
Escaleras - Concreto F _c =210 Kg/Cm ²	m ³	36.19	29.36	30.20	13,737.36	19.83	11,144.76	2.78	11,463.62
Escaleras - Encofrado Y Desenofrado	m ²	270.56	271.56	271.89	28,876.87	0.49	28,983.60	0.12	29,018.82
Acero F _y =4200 Kg/Cm ² Grado 60	Kg	2,892.54	2,930.05	2,940.22	14,607.33	1.62	14,796.75	0.35	14,848.11
Escaleras									
		TOTAL			57,221.56		54,925.11		55,330.55

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (19.83 % para el concreto, 0.49% para encofrado y 1.62% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (2.78% para el concreto, 0.12% para el encofrado y 0.35% para aceros) en función al grupo de control.

03.01.05.13 Caja Ascensor

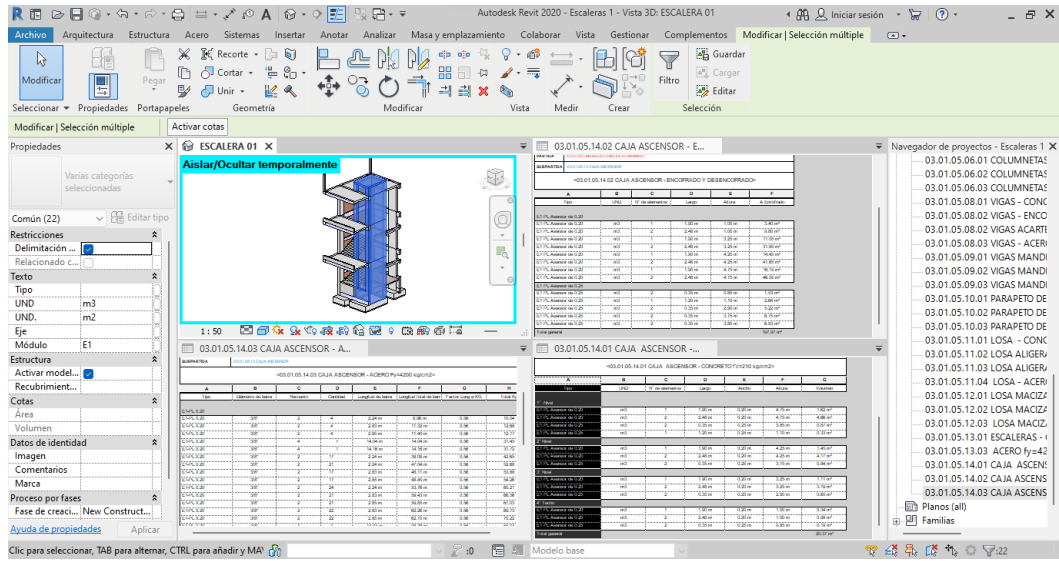


Figura 4.3.54 Modelado y metrados de la partida Caja Ascensor Modulo Escalera.

Tabla 58. Comparación del Margen de error de la partida Caja de ascensor

03.01.05.13 CAJA ASCENSOR										
PARTIDA	UND	METRADO			PRESUPUESTO S/.					
		HT	HB	GC	HT	ME (%)	HB	ME (%)	GC	
Concreto F'c=210 Kg/Cm2 Para Caja Ascensor	m3	21.28	29.05	29.12	8,069.38	26.92	11,015.76	0.24	11,042.30	
Encofrado Y Desenofrado Para Caja Ascensor	m2	211.28	253.97	254.02	14,113.50	16.83	16,965.20	0.02	16,968.54	
Acero Fy=4200 Kg/Cm2 Grado 60 Para Caja Ascensor	Kg	2,005.30	2,088.74	2,082.75	10,126.77	3.72	10,548.14	0.29	10,517.89	
		TOTAL			32,309.65		38,529.10		38,528.73	

Nota: Según el cuadro se observa que para esta partida el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas tradicionales (26.92 % para el concreto, 16.83% para encofrado y 3.72% para acero) en función al grupo de control es mayor que el margen de error del presupuesto con el uso de las herramientas BIM (0.24% para el concreto, 0.02% para el encofrado y 0.29% para aceros) en función al grupo de control.

Así mismo, se procedió hallar el error relativo por materiales, para tener un detalle más general sobre la exactitud que presenta cada herramienta, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 59. Comparativa por materiales entre HB y HT en función al GC.

% DE ERROR RELATIVO AL VALOR VERDADERO							
MODULOS	H.T.	DIFERENCIA ENTRE H.T. Y G.C.	E.R AL VAL. VERDADERO - H.T.	H.B.	DIFERENCIA ENTRE H.B. Y G.C.	E.R AL VAL. VERDADERO - H.B.	GC
CONCRETO 1:12 C-H	330.71	-101.51	23.49%	432.26	0.04	0.01%	432.22
CONCRETO 1:8 + 25 % P.M	10.72	-3.03	22.02%	13.69	-0.06	0.42%	13.75
CONCRETO 1:8 C-H E=4"	754.69	11.14	1.50%	740.60	-2.95	0.40%	743.55
CONCRETO $f'c=175$ kg/cm ²	101.93	20.81	25.66%	80.30	-0.82	1.01%	81.12
CONCRETO $f'c=210$ kg/cm ²	1,006.71	46.25	4.81%	958.46	-2.01	0.21%	960.47
ENCOFRADO	7,982.14	-10.87	0.14%	7,993.87	0.86	0.01%	7,993.01
ACERO $f_y=4200$ kg/cm ² GRADO 60	89,809.63	-10,010.79	10.03%	99,426.69	-393.73	0.39%	99,820.42
LADRILLO DE TECHO	18,902.93	168.73	0.90%	18,719.16	-15.04	0.08%	18,734.20

Nota: GC: Grupo de Control. HT: Herramientas Tradicionales. HB: Herramientas BIM. % E.R: Porcentaje de Error Relativo

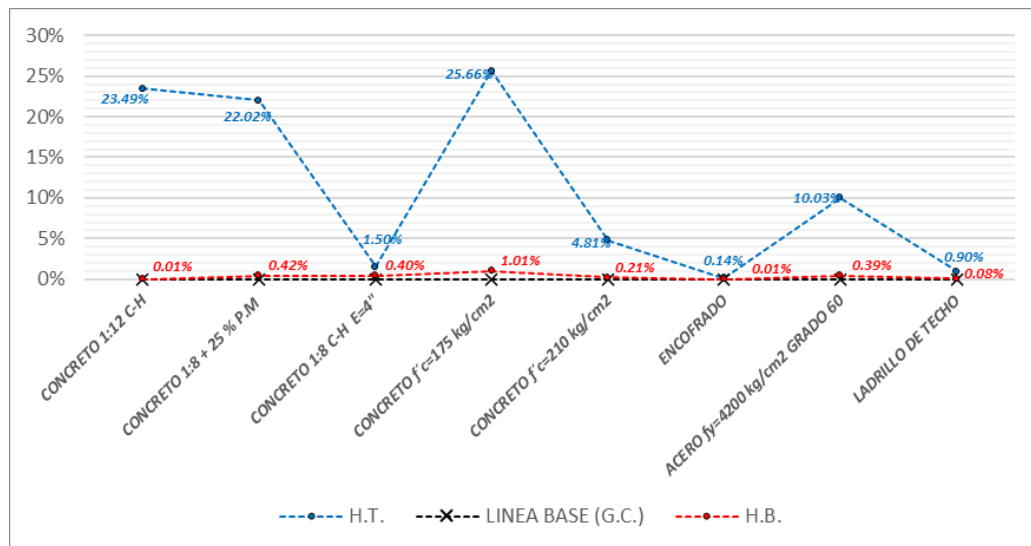


Gráfico 4.3.1 Comparación del margen de error por materiales.

En el gráfico 4.3.1. se visualiza que el porcentaje de error relativo obtenidas con el uso de las herramientas BIM tienden a hacer menores a comparación de las Herramientas tradicionales, esto quiere decir que existe una mayor exactitud con los resultados en función al grupo de control, siendo 1.01% el mayor margen de error en el material de concreto $f'c=175$ Kg/cm², mientras que, con las herramientas Tradicionales se tiene un margen de error de 25.66%.

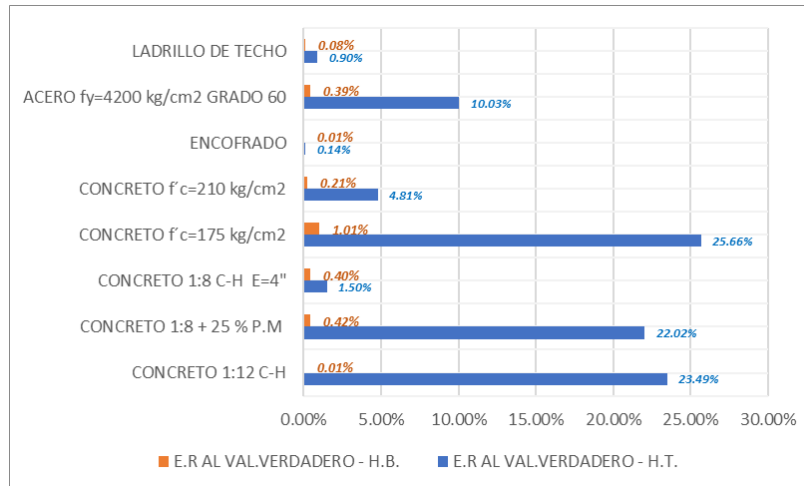


Gráfico 4.3.2 Comparativa del error relativo entre HT y HB en la cuantificación de materiales.

En el gráfico 4.3.2. se aprecia la medida de la exactitud a través del error relativo de la cuantificación con el uso de herramientas BIM y tradicionales por cada material evaluado en función al grupo de control (valor verdadero), evidenciando así mayor exactitud con el uso de las herramientas BIM (H.B).

Finalmente, se presenta los tiempos empleados en la elaboración de los metrados con ambas herramientas como se muestra en los siguientes cuadros:

Tabla 60. Tiempo empleado con el uso de las herramientas Tradicionales

HERRAMIENTAS TRADICIONALES					
ACTIVIDAD	MODULO A	MODULO B Y C	MODULO D	MODULO ESCALERA	TOTAL DE HORAS EMPLEADAS
Extracción de Metrados	5:40:03	5:25:54	05:37:56	4:54:08	21:38:01
TOTAL	5:40:03	5:25:54	5:37:56	4:54:08	

Nota: Tiempo total empleado en la elaboración de metrados es de 21:38:01h.

Tabla 61. Tiempo empleado con el uso de las herramientas Tradicionales

HERRAMIENTAS BIM					
ACTIVIDAD	MODULO A	MODULO B Y C	MODULO D	MODULO ESCALERAS	TOTAL DE HORAS EMPLEADAS
Configuración de tablas	2:32:03	0:00:00	0:00:00	0:30:50	4:40:39
Extracción de Metrados	0:25:32	0:23:21	00:25:08	0:23:45	
TOTAL	2:57:35	0:23:21	0:25:08	0:54:35	

Nota: Tiempo total empleado en la elaboración de metrados es de 4:40:39h

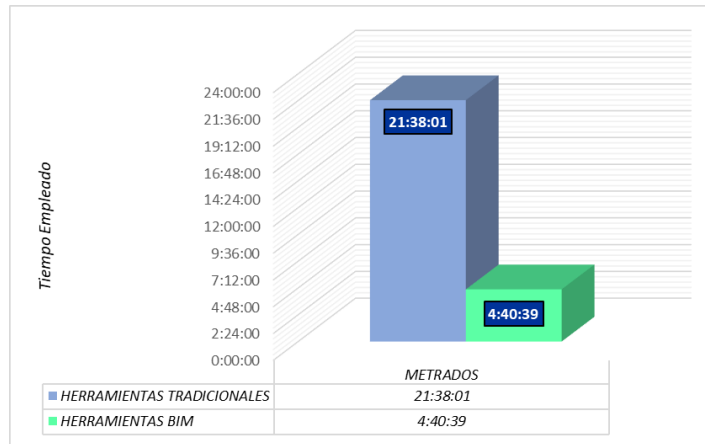


Gráfico 4.3.3 Comparación de Tiempos empleados para cada actividad con el uso de HT y HB.

El gráfico 4.3.3 muestra los tiempos empleados en la elaboración de metrados con ambas herramientas, siendo 21:38:01 horas totales empleados con las herramientas tradicionales, mientras que con las herramientas BIM fueron 4:40:39 horas totales. Esto quiere decir que, con el uso de estas herramientas optimizamos el tiempo en esta actividad, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 62. Optimización de tiempo respecto a HT.

OPTIMIZACIÓN DE TIEMPO RESPECTO A H.T.		
HT	HB	HT - HB
21:38:01	4:40:39	16:57:22
100.00%	21.62%	78.38%

Nota: HT: Herramientas Tradicionales. HB: Herramientas BIM

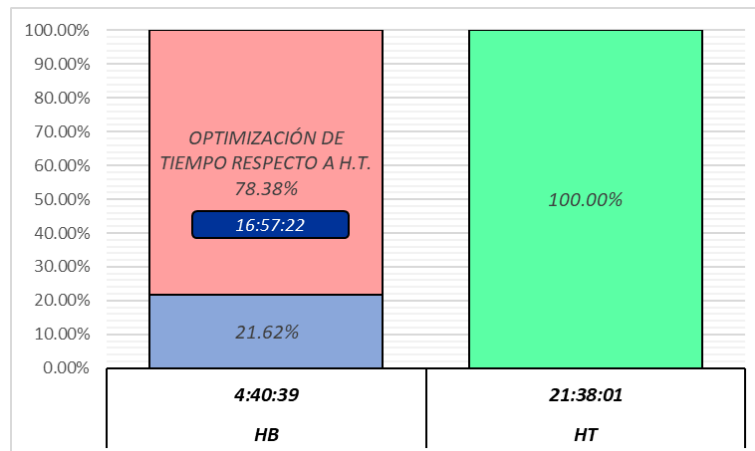


Gráfico 4.3.4 Optimización del tiempo de desarrollo respecto a HT.

En el gráfico 4.3.4 se visualiza el porcentaje de optimización de tiempo de desarrollo de los metrados (78.38%) respecto al tiempo total invertido con el uso de herramientas tradicionales.

4.4. Respecto al Objetivo Especifico 03: “Determinar la exactitud del presupuesto de la especialidad de estructuras de un proyecto de edificación usando herramientas BIM vs herramientas tradicionales.”

- Procedimiento con herramientas tradicionales:

Obtenido los metrados se procede realizar el análisis de precios unitarios para poder sacar el presupuesto, para ellos se utilizó el software S10. Para el análisis de precios unitarios se tomó en cuenta la experiencia y la base de datos que cuenta la empresa. Ver anexo para ver a detalle los presupuestos.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio	Parcial (S/.)
03	MEZCLA C-8				393,436.42
03 01	ESTRUCTURAS				380,405.42
03 01 04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				9,765.58
03 01 04 01	SOLADO				1,963.74
03 01 04 01 01	SOLADO PARA ZAPATAS E=4", 1:12 CEM I NOR	m ²	64.81	30.30	1,963.74
03 01 04 02	SOBRECIMIENTO				1,543.80
03 01 04 02 01	SOBRECIMIENTO CONCRETO 1:8 + 25 % FM Fc=100 kg/cm ²	m ³	3.22	331.65	1,068.96
03 01 04 02 02	ENCOPRADO Y DESENCOPRADO PARA SOBRECIMIENTO ARMADO	m ²	8.10	58.99	477.82
03 01 04 03	FALSO PISO				6,258.04
03 01 04 03 01	FALSO PISO MEZCLA 1:8 E=4"	m ²	182.93	34.21	6,258.04
03 01 05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				380,640.84
03 01 05 01	CIMENTO ARMADO				8,298.58
03 01 05 01 01	CIMENTO ARMADO Fc=175 kg/cm ²	m ³	8.50	338.58	2,860.25
03 01 05 01 02	CIMENTO ARMADO ENCOPRADO Y DESENCOPRADO	m ²	48.53	61.46	2,982.17
03 01 05 01 03	CIMENTO ARMADO - ACERO Ty=4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	481.40	4.56	2,447.17
RESUMEN					
03 01 05 01 01	CIMENTO ARMADO Fc=175 kg/cm ²	m ³	8.50	338.58	2,860.25
03 01 05 01 02	CIMENTO ARMADO ENCOPRADO Y DESENCOPRADO	m ²	48.53	61.46	2,982.17
03 01 05 01 03	CIMENTO ARMADO - ACERO Ty=4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	481.40	4.56	2,447.17
RESUMEN DE MATERIALES					
03 01 05 01 01	CIMENTO ARMADO Fc=175 kg/cm ²	m ³	8.50	338.58	2,860.25
03 01 05 01 02	CIMENTO ARMADO ENCOPRADO Y DESENCOPRADO	m ²	48.53	61.46	2,982.17
03 01 05 01 03	CIMENTO ARMADO - ACERO Ty=4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	481.40	4.56	2,447.17

Figura 4.4.1 Precios unitarios en software S10.

- Procedimiento con herramientas BIM

Para la elaboración del presupuesto se consideró el mismo análisis de precios unitario del proyecto elaborado de forma tradicional, con la finalidad de comparar los resultados de ambos presupuestos. Para ello se usó como herramienta software BIM Delphin Express.

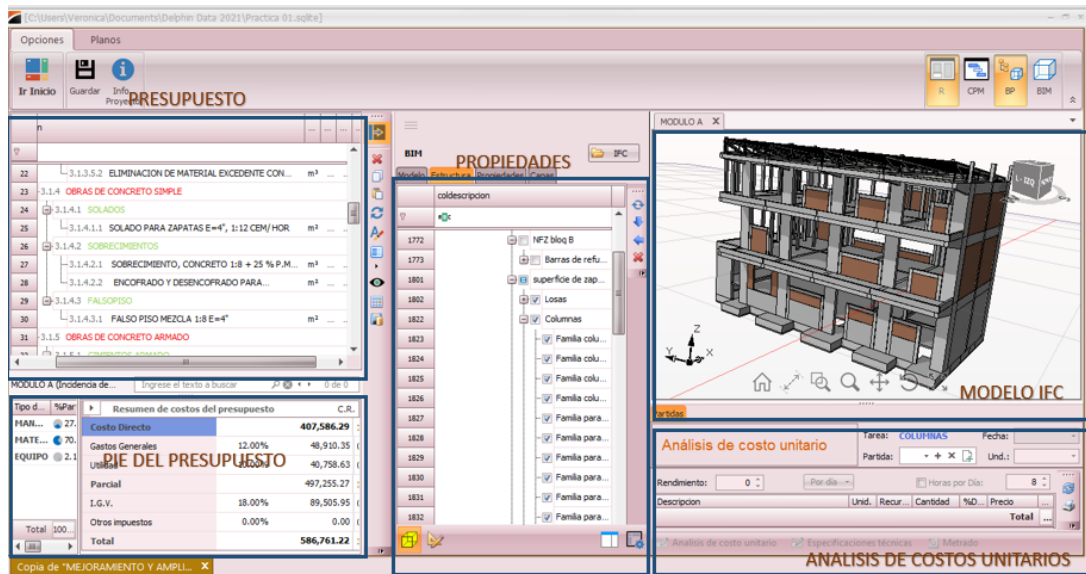


Figura 4.4.2 Presupuesto con Delphin Express

Para una adecuada medición de la “exactitud” de la herramientas tradicionales y herramientas BIM, se procedió a calcular el porcentaje de error relativo en función al valor verdadero (grupo de control), empleando la siguiente formula:

$$\%Er_{HT} = \frac{(C_{HT} - C_{GC})}{C_{GC}} \times 100$$

$$\%Er_{HB} = \frac{(C_{HB} - C_{GC})}{C_{GC}} \times 100$$

Si: % Error relativo es menor; se tiene MAYOR EXACTITUD

$\%Er_{HT}$:Porcentaje de error relativo de las herramientas Tradicionales

$\%Er_{HB}$: Porcentaje de error relativo de las herramientas BIM

C_{HT} : Costo con herramientas tradicionales

C_{HB} : Costo con herramientas BIM

C_{GC} : Costo grupo de control

A continuación, se presentan los resultados expresados mediante tablas y gráficos comparativos del presupuesto por elemento y componente estructural con el uso de Herramientas BIM (HB) y Herramientas tradicionales (HT):

- **Por elemento estructural – Modulo A:**

Tabla 63. Comparativa por elemento estructural entre HB y HT en función al GC – Módulo A

RESUMEN M-A								
PRESUPUESTO S/.								
ITEM	PARTIDA	HT		EXACTITUD		HB		G.C
		HERRAMIENTAS TRADICIONALES	DIFERENCIA ENTRE H.T. Y G.C.	ERROR RELATIVO AL VALOR VERDADERO - H.T.	HERRAMIENTAS BIM	DIFERENCIA ENTRE H.B. Y G.C.	ERROR RELATIVO AL VALOR VERDADERO - H.B.	
1.0	CIMENTACIÓN	63,313.41	-2,008.36	3,07%	65,192.78	-128.99	0,20%	65,321.77
2.0	MUROS C°A°	45,628.24	-2,047.40	4,29%	47,535.51	-140.13	0,29%	47,675.64
3.0	COLUMNAS	98,211.44	-3,661.31	3,59%	102,280.02	407.27	0,40%	101,872.75
4.0	VIGAS	97,726.58	9,069.41	10,23%	88,504.22	-152.95	0,17%	88,657.17
5.0	LOSAS	99,259.50	-4,863.95	4,67%	104,073.76	-49.69	0,05%	104,123.45
		404,139.17			407,586.29			407,650.78

Nota: GC: Grupo de Control. HT: Herramientas Tradicionales. HB: Herramientas BIM

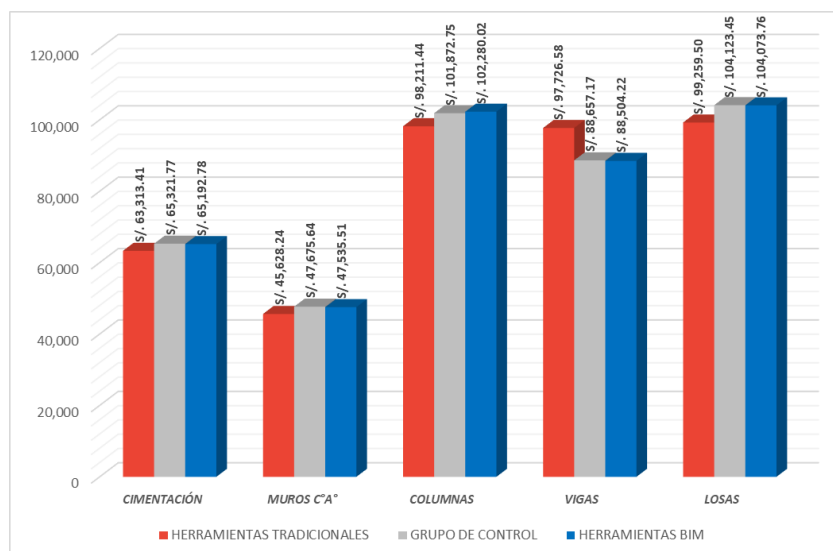


Gráfico 4.4.1 Comparación de presupuestos por elemento estructural Modulo A.

En el gráfico 4.4.1 Se visualiza que con el uso de herramientas BIM se tiene un mayor acercamiento al presupuesto del grupo de control por cada elemento estructural evaluado en el Módulo A; así mismo se observa que el elemento “Losas”

presenta mayor incidencia en costos por lo que debió tenerse mayor control y minuciosidad en la etapa de planificación.

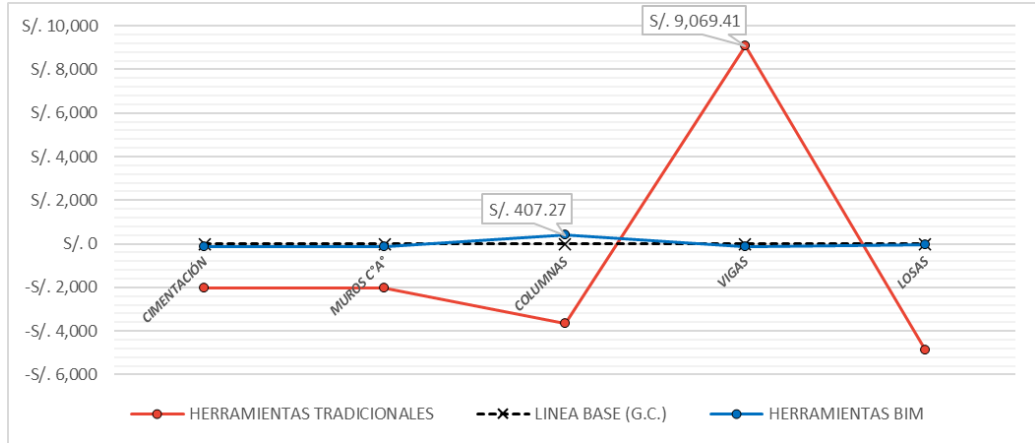


Gráfico 4.4.2 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por elemento estructural – Módulo A.

En el gráfico 4.4.2 se visualizan los montos excedentes y faltantes con el uso de herramientas BIM y Tradicionales por cada elemento estructural evaluado en el Módulo A en función al grupo de control (línea base), teniendo como mayor estimación con el uso de herramientas BIM un monto excedente de S/. 407.27 para el elemento “Columnas” y con herramientas tradicionales un monto excedente de S/. 9,069.41 para el elemento “Vigas”.

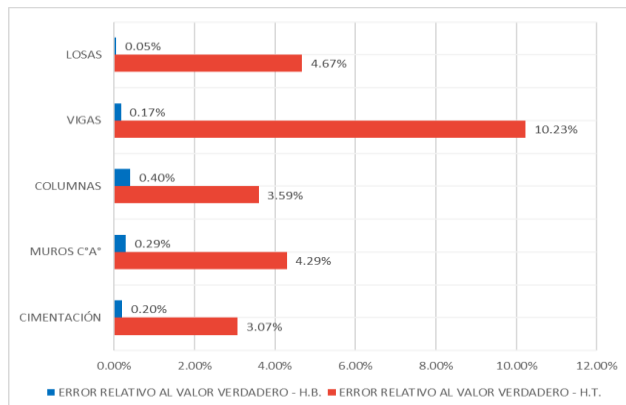


Gráfico 4.4.3 Comparativa del error relativo entre HT y HB en el módulo A

En el gráfico 4.4.3 se aprecia la medida de la exactitud a través del error relativo del presupuesto con el uso de herramientas BIM y tradicionales por cada elemento estructural evaluado en el Módulo A en función al grupo de control (valor verdadero), evidenciando así mayor exactitud con el uso de las herramientas BIM (H.B.)

- Por componente estructural – Módulo A:

Tabla 64. Comparativa por Componente estructural entre HB y HT en función al GC – Módulo A

RESUMEN M-A								
PRESUPUESTO S/.								
ITEM	DETALLE	H.T.			H.B.			G.C.
		H.T.	DIFERENCIA ENTRE H.T. Y G.C.	ERROR RELATIVO AL VALOR VERDADERO -	H.B.	DIFERENCIA ENTRE H.B. Y G.C.	ERROR RELATIVO AL VALOR VERDADERO -	
1.0	CONCRETO	112,280.47	-1,177.59	1.04%	113,166.26	-291.80	0.26%	113,458.06
2.0	ENCOFRADO	138,245.16	1,888.60	1.39%	136,703.08	346.52	0.25%	136,356.56
3.0	ACERO	124,512.55	-4,408.74	3.42%	128,807.65	-113.64	0.09%	128,921.29
4.0	LADRILLOS TECHO	29,100.99	186.12	0.64%	28,909.30	-5.57	0.02%	28,914.87
		404,139.17			407,586.29			407,650.78

Nota: GC: Grupo de Control. HT: Herramientas Tradicionales. HB: Herramientas BIM

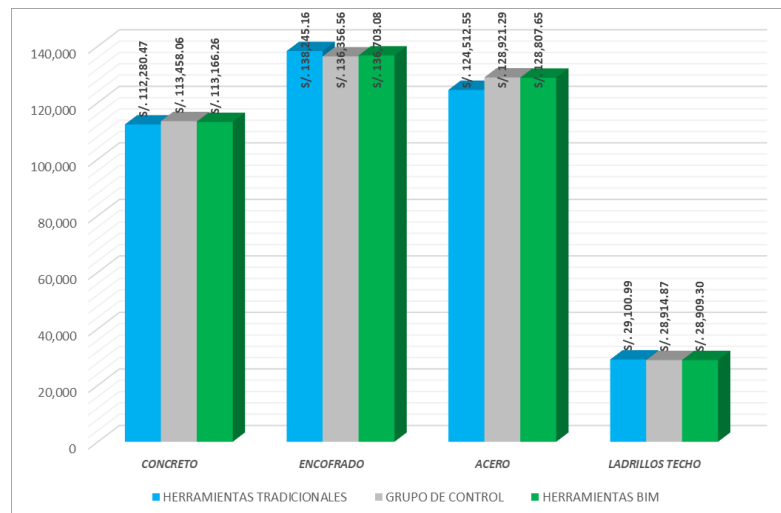


Gráfico 4.4.4 Comparación de presupuestos por componente estructural - Modulo A.

En el gráfico 4.4.4 Se visualiza que con el uso de herramientas BIM se tiene un mayor acercamiento al presupuesto del grupo de control por cada componente

estructural evaluado en el Módulo A; así mismo se observa que el componente “Encofrado” presenta mayor incidencia en costos por lo que debió tenerse mayor control y minuciosidad en la etapa de planificación.

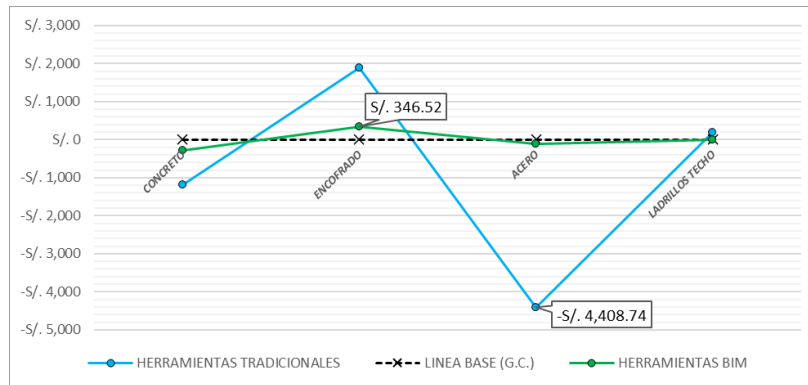


Gráfico 4.4.5 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por componente estructural – Módulo A.

En el gráfico 4.4.5 se visualizan los montos excedentes y faltantes con el uso de herramientas BIM y Tradicionales por cada componente estructural evaluado en el Módulo A en función al grupo de control (línea base), teniendo como mayor estimación con el uso de herramientas BIM un monto excedente de S/. 346.52 para el elemento “Encofrado” y con herramientas tradicionales un monto faltante de S/. 4,408.74 para el elemento “Acero”.

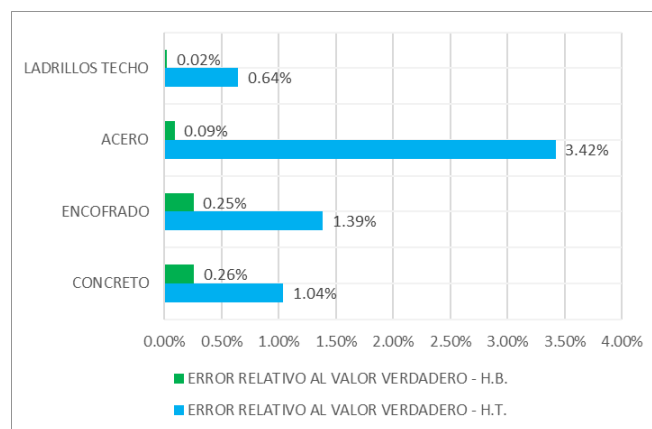


Gráfico 4.4.6 Comparativa del error relativo entre HT y HB – Módulo A.

En el gráfico 4.4.6 se aprecia la medida de la exactitud a través del error relativo del presupuesto con el uso de herramientas BIM y tradicionales por cada componente estructural evaluado en el Módulo A en función al grupo de control (valor verdadero), evidenciando así mayor exactitud con el uso de las herramientas BIM (H.B.)

- **Por elemento estructural – Modulo B y C (típico):**

Tabla 65. Comparativa por elemento estructural entre HB y HT en función al GC – Módulo B

RESUMEN M-B								
ITEM	PARTIDA	PRESUPUESTO S/.						
		HT		EXACTITUD		HB		G.C
		HERRAMIENTAS TRADICIONALES	DIFERENCIA ENTRE H.T. Y G.C.	ERROR RELATIVO AL VALOR	HERRAMIENTAS AS BIM	DIFERENCIA ENTRE H.B. Y G.C.	ERROR RELATIVO AL VALOR	
1.0	CIMENTACIÓN	61,749.00	3,037.89	5.17%	58,722.59	11.48	0.02%	58,711.11
2.0	MUROS C°A°	2,604.44	153.39	6.26%	2,458.40	7.35	0.30%	2,451.05
3.0	COLUMNAS	54,824.80	-17,498.11	24.19%	72,233.89	-89.02	0.12%	72,322.91
4.0	VIGAS	47,871.40	3,196.33	7.15%	44,586.32	-88.75	0.20%	44,675.07
5.0	LOSAS	72,025.04	90.76	0.13%	71,814.79	-119.49	0.17%	71,934.28
		239,074.68			249,815.99			250,094.42

Nota: GC: Grupo de Control. HT: Herramientas Tradicionales. HB: Herramientas BIM

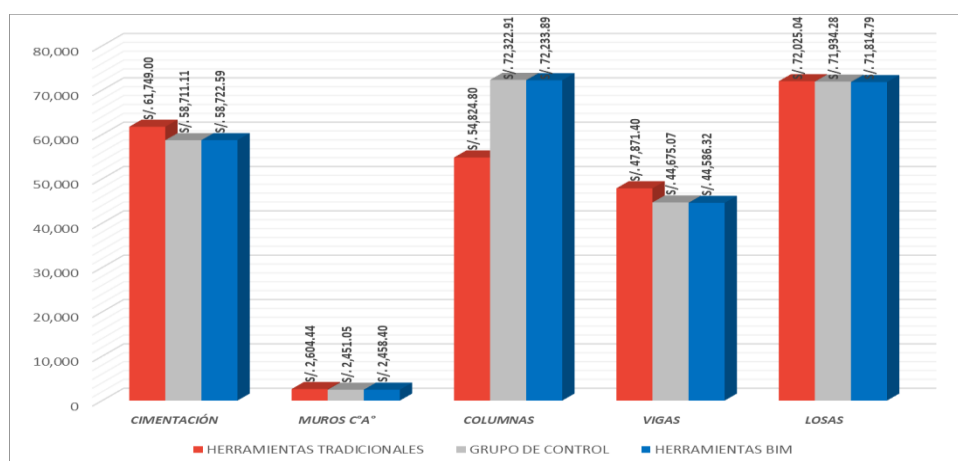


Gráfico 4.4.7 Comparación de presupuestos por elemento estructural – Módulo B.

En el gráfico 4.4.7 Se visualiza que con el uso de herramientas BIM se tiene un mayor acercamiento al presupuesto del grupo de control por cada elemento

estructural evaluado en el Módulo B; así mismo se observa que el elemento “Columnas” presenta mayor incidencia en costos por lo que debió tenerse mayor control y minuciosidad en la etapa de planificación.

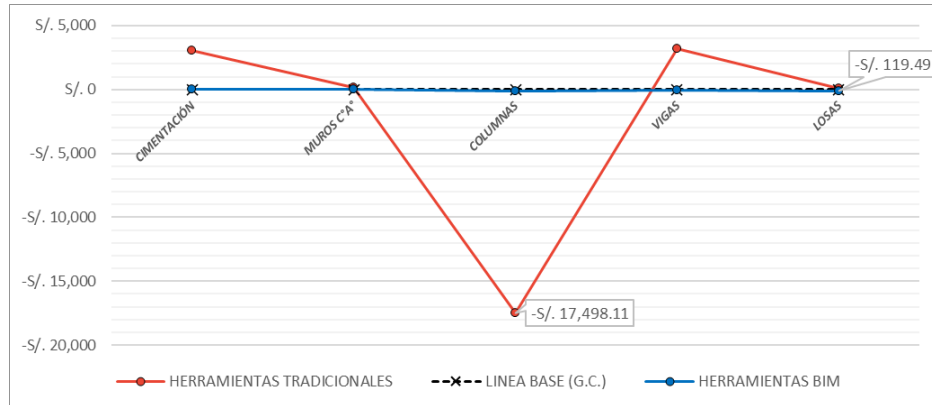


Gráfico 4.4.8 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por elemento estructural – Módulo B.

En el gráfico 4.4.8 se visualizan los montos excedentes y faltantes con el uso de herramientas BIM y Tradicionales por cada elemento estructural evaluado en el Módulo B en función al grupo de control (línea base), teniendo como mayor estimación con el uso de herramientas BIM un monto faltante de S/. 119.49 para el elemento “Losas” y con herramientas tradicionales un monto faltante de S/. 17,498.11 para el elemento “Columnas”.

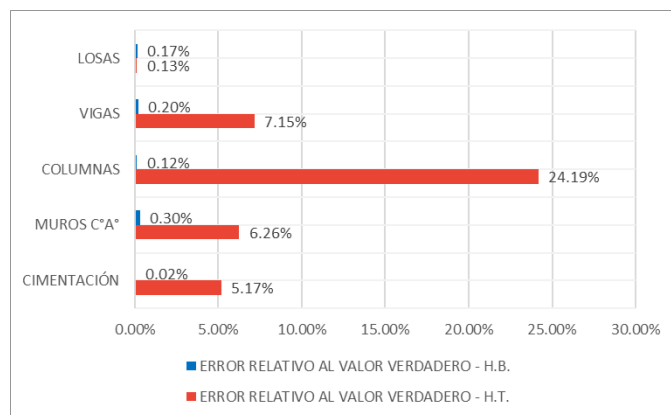


Gráfico 4.4.9 Comparativa del error relativo entre HT y HB – Módulo B.

En el gráfico 4.4.9 se aprecia la medida de la exactitud a través del error relativo del presupuesto con el uso de herramientas BIM y tradicionales por cada elemento estructural evaluado en el Módulo B en función al grupo de control (valor verdadero), evidenciando así mayor exactitud con el uso de las herramientas BIM (H.B.)

- **Por componente estructural – Módulo B:**

Tabla 66. Comparativa por Componente estructural entre HB y HT en función al GC – Módulo B

RESUMEN M-B								
ITEM	DETALLE	PRESUPUESTO S/.						
		H.T.	DIFERENCIA ENTRE H.T. Y G.C.	ERROR RELATIVO AL VALOR VERDADERO -	H.B.	DIFERENCIA ENTRE H.B. Y G.C.	ERROR RELATIVO AL VALOR VERDADERO -	G.C.
1.0	CONCRETO	78,332.77	5,408.43	7.42%	72,809.42	-114.92	0.16%	72,924.34
2.0	ENCOFRADO	76,913.53	440.75	0.58%	76,318.54	-154.24	0.20%	76,472.78
3.0	ACERO	63,048.27	-17,119.51	21.35%	80,201.01	33.23	0.04%	80,167.78
4.0	LADRILLOS TECHO	20,780.11	250.59	1.22%	20,487.02	-42.50	0.21%	20,529.52
		239,074.68			249,815.99			250,094.42

Nota: GC: Grupo de Control. HT: Herramientas Tradicionales. HB: Herramientas BIM

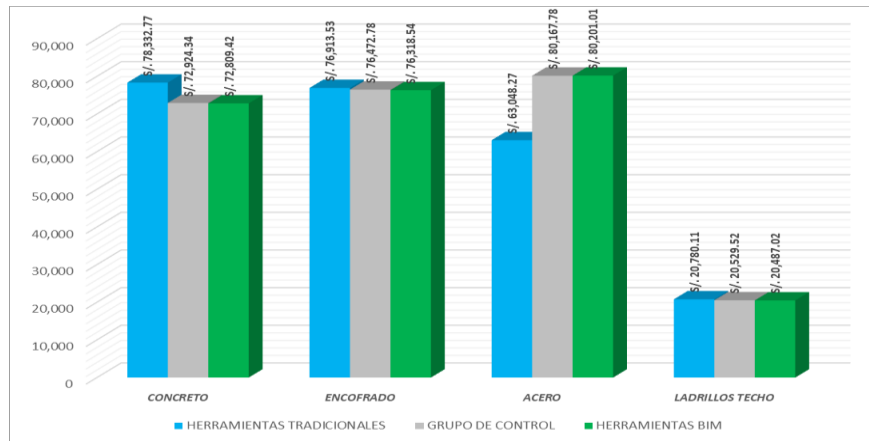


Gráfico 4.4.10 Comparación de presupuestos por componente estructural Módulo B.

En el gráfico 4.4.10 Se visualiza que con el uso de herramientas BIM se tiene un mayor acercamiento al presupuesto del grupo de control por cada componente estructural evaluado en el Módulo B; así mismo se observa que el

componente “Acero” presenta mayor incidencia en costos por lo que debió tenerse mayor control y minuciosidad en la etapa de planificación.

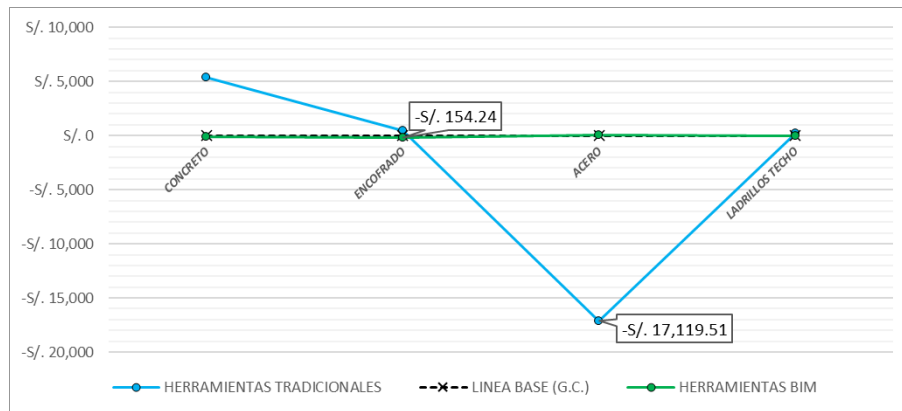


Gráfico 4.4.11 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por componente estructural – Módulo B.

En el gráfico 4.4.11 se visualizan los montos excedentes y faltantes con el uso de herramientas BIM y Tradicionales por cada componente estructural evaluado en el Módulo B en función al grupo de control (línea base), teniendo como mayor estimación con el uso de herramientas BIM un monto faltante de S/. 154.24 para el elemento “Encofrado” y con herramientas tradicionales un monto faltante de S/. 17,119.51 para el elemento “Acero”.

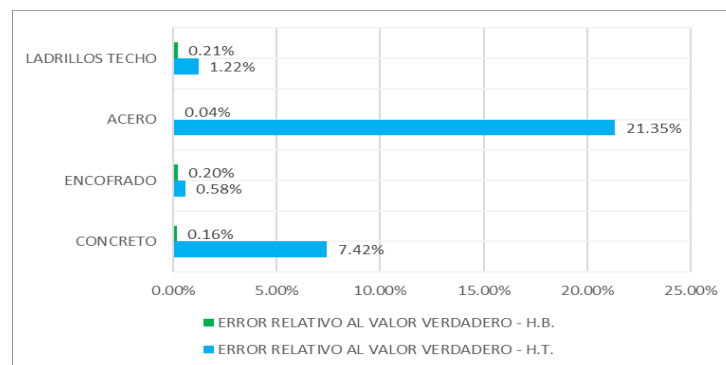


Gráfico 4.4.12 Comparativa del error relativo entre HT y HB – Módulo B.

En el gráfico 4.4.12 se aprecia la medida de la exactitud a través del error relativo del presupuesto con el uso de herramientas BIM y tradicionales por cada

componente estructural evaluado en el Módulo B en función al grupo de control (valor verdadero), evidenciando así mayor exactitud con el uso de las herramientas BIM (H.B.)

- **Por elemento estructural – Módulo D:**

Tabla 67. Comparativa por elemento estructural entre HB y HT en función al GC – Módulo D

RESUMEN M-D								
ITEM	PARTIDA	PRESUPUESTO S/.						GRUPO DE CONTROL
		HT		EXACTITUD	HB		EXACTITUD	
		HERRAMIENTAS TRADICIONALES	DIFERENCIA ENTRE H.T. Y G.C.	ERROR RELATIVO AL VALOR VERDADERO - H.T.	HERRAMIENTAS BIM	DIFERENCIA ENTRE H.B. Y G.C.	ERROR RELATIVO AL VALOR VERDADERO - H.B.	
1.0	CIMENTACIÓN	75,666.88	-788.64	1.03%	76,408.21	-47.31	0.06%	76,455.52
2.0	MUROS C°A°	6,696.51	1,214.01	22.14%	5,388.64	-93.86	1.71%	5,482.50
3.0	COLUMNAS	113,822.62	-11,537.00	9.20%	125,418.26	58.64	0.05%	125,359.62
4.0	VIGAS	91,568.73	4,531.94	5.21%	86,699.19	-337.60	0.39%	87,036.79
5.0	LOSAS	109,478.87	7.83	0.01%	109,591.92	120.88	0.11%	109,471.04
		397,233.61			403,506.22			403,805.47

Nota: GC: Grupo de Control. HT: Herramientas Tradicionales. HB: Herramientas BIM

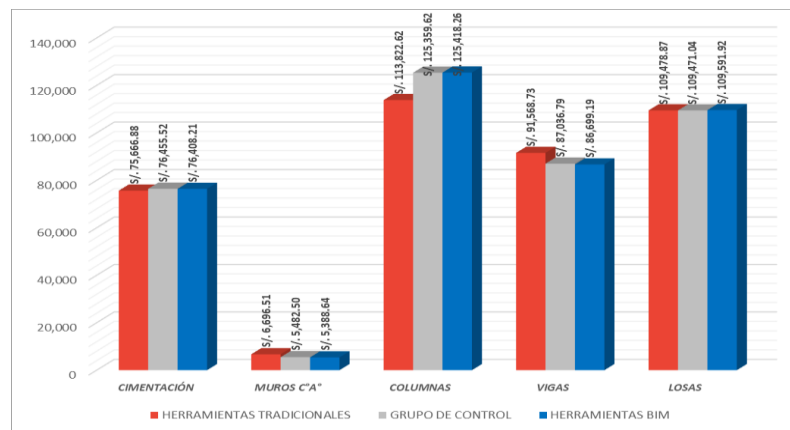


Gráfico 4.4.13 Comparación de presupuestos por elemento estructural – Módulo D

En el gráfico 4.4.13 Se visualiza que con el uso de herramientas BIM se tiene un mayor acercamiento al presupuesto del grupo de control por cada elemento estructural evaluado en el Módulo D; así mismo se observa que el elemento

“Columnas” presenta mayor incidencia en costos por lo que debió tenerse mayor control y minuciosidad en la etapa de planificación.

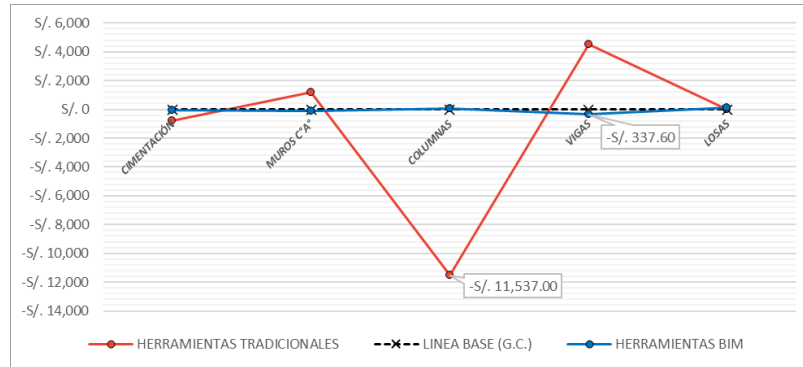


Gráfico 4.4.14 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por elemento estructural – Módulo D.

En el gráfico 4.4.14 se visualizan los montos excedentes y faltantes con el uso de herramientas BIM y Tradicionales por cada elemento estructural evaluado en el Módulo D en función al grupo de control (línea base), teniendo como mayor estimación con el uso de herramientas BIM un monto faltante de S/. 337.60 para el elemento “Vigas” y con herramientas tradicionales un monto faltante de S/. 11,537.00 para el elemento “Columnas”.

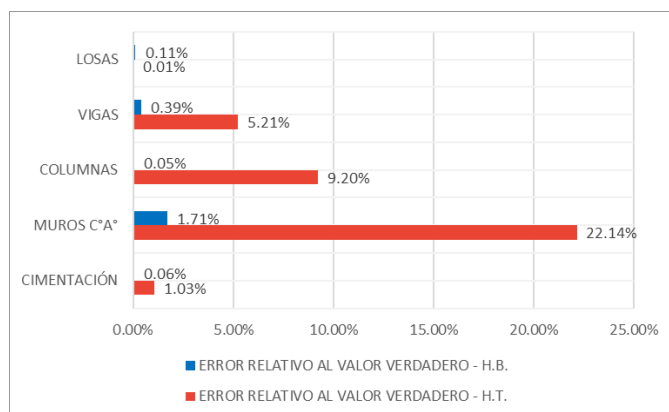


Gráfico 4.4.15 Comparativa de la exactitud a través del Error relativo entre herramientas de diseño Módulo D.

En el gráfico 4.4.15 se aprecia la medida de la exactitud a través del error relativo del presupuesto con el uso de herramientas BIM y tradicionales por cada

elemento estructural evaluado en el Módulo D en función al grupo de control (valor verdadero), evidenciando así mayor exactitud con el uso de las herramientas BIM (H.B.)

- Por componente estructural – Módulo D:

Tabla 68. Comparativa por Componente estructural entre HB y HT en función al GC – Módulo D

RESUMEN M-D								
ITEM	DETALLE	PRESUPUESTO S/.						
		H.T.	DIFERENCIA ENTRE H.T. Y G.C.	ERROR RELATIVO AL VALOR VERDADERO - H.T.	H.B.	DIFERENCIA ENTRE H.B. Y G.C.	ERROR RELATIVO AL VALOR VERDADERO - H.B.	G.C.
1.0	CONCRETO	115,719.13	7,579.22	7.01%	107,920.12	-219.79	0.20%	108,139.91
2.0	ENCOFRADO	133,650.42	-3,616.45	2.63%	137,512.15	245.28	0.18%	137,266.87
3.0	ACERO	115,794.14	-10,535.71	8.34%	126,002.15	-327.70	0.26%	126,329.85
4.0	LADRILLOS TECHO	32,069.92	1.08	0.00%	32,071.80	2.96	0.01%	32,068.84
		397,233.61			403,506.22			403,805.47

Nota: GC: Grupo de Control. HT: Herramientas Tradicionales. HB: Herramientas BIM

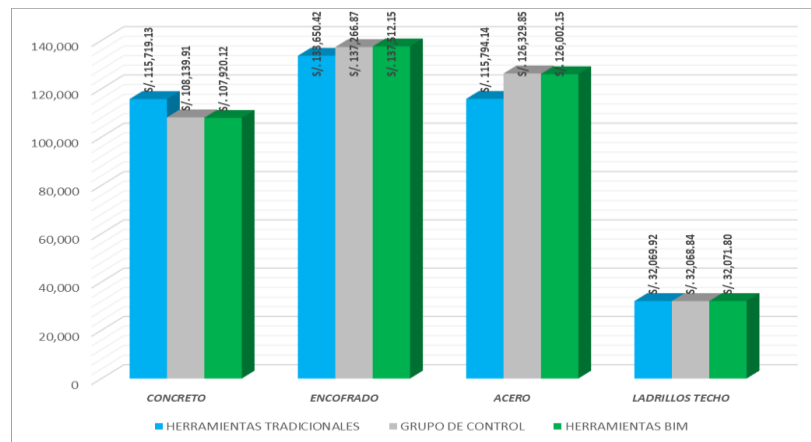


Gráfico 4.4.16 Comparación de presupuestos por componente estructural Modulo D.

En el gráfico 4.4.16 Se visualiza que con el uso de herramientas BIM se tiene un mayor acercamiento al presupuesto del grupo de control por cada componente estructural evaluado en el Módulo D; así mismo se observa que el componente “Encofrado” presenta mayor incidencia en costos por lo que debió tenerse mayor control y minuciosidad en la etapa de planificación.

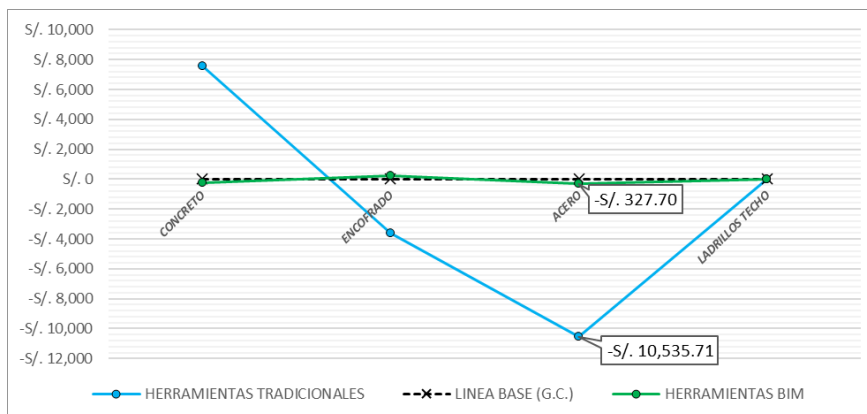


Gráfico 4.4.17 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por componente estructural – Módulo D.

En el gráfico 4.4.17 se visualizan los montos excedentes y faltantes con el uso de herramientas BIM y Tradicionales por cada componente estructural evaluado en el Módulo D en función al grupo de control (línea base), teniendo como mayor estimación con el uso de herramientas BIM un monto faltante de S/. 327.70 para el elemento “Acero” y con herramientas tradicionales un monto faltante de S/. 10,553.71 para el elemento “Acero”.

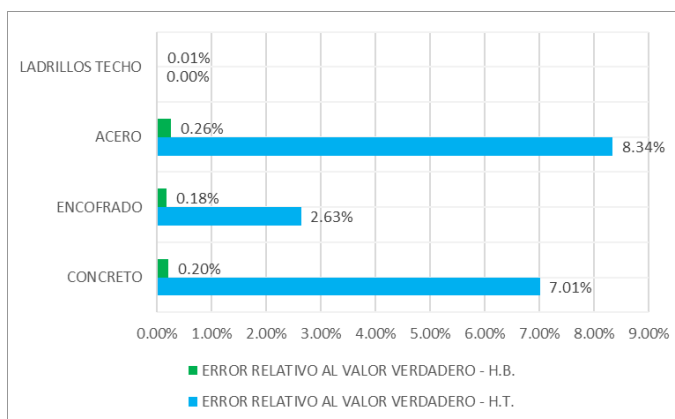


Gráfico 4.4.18 Comparativa del error relativo entre HT y HB – Módulo D.

En el gráfico 4.4.18 se aprecia la medida de la exactitud a través del error relativo del presupuesto con el uso de herramientas BIM y tradicionales por cada componente estructural evaluado en el Módulo D en función al grupo de control

(valor verdadero), evidenciando así mayor exactitud con el uso de las herramientas BIM (H.B.)

- **Por elemento estructural – Módulo Escaleras:**

Tabla 69. Comparativa por elemento estructural entre HB y HT en función al GC – Módulo Escaleras

RESUMEN M-ESCALERA								
ITEM	PARTIDA	PRESUPUESTO S/.						G.C
		HT		EXACTITUD	HB		EXACTITUD	
		HERRAMIENTAS TRADICIONALES	DIFERENCIA ENTRE H.T. Y G.C.	ERROR RELATIVO AL VALOR VERDADERO - H.T.	HERRAMIENTAS BIM	DIFERENCIA ENTRE H.B. Y G.C.	ERROR RELATIVO AL VALOR VERDADERO - H.B.	
1.0	CIMENTACIÓN	37,941.49	-781.18	2.02%	38,675.75	-46.92	0.12%	38,722.67
2.0	MUROS C°A°	38,971.50	-5,977.00	13.30%	44,919.91	-28.59	0.06%	44,948.50
3.0	COLUMNAS	52,914.36	4,036.36	8.26%	48,989.89	111.89	0.23%	48,878.00
4.0	VIGAS	42,347.56	5,753.25	15.72%	36,513.75	-80.56	0.22%	36,594.31
5.0	LOSAS	16,027.56	106.48	0.67%	15,799.14	-121.94	0.77%	15,921.08
6.0	ESCALERA	57,221.56	1,891.01	3.42%	54,925.11	-405.44	0.73%	55,330.55
		245,424.03			239,823.55			240,395.11

Nota: GC: Grupo de Control. HT: Herramientas Tradicionales. HB: Herramientas BIM

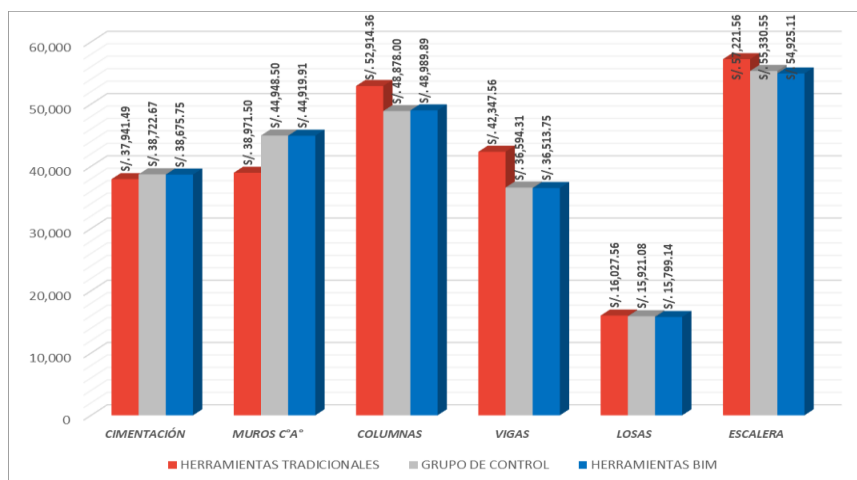


Gráfico 4.4.19 Comparación de presupuestos por elemento estructural – Módulo Escaleras

En el gráfico 4.4.19 Se visualiza que con el uso de herramientas BIM se tiene un mayor acercamiento al presupuesto del grupo de control por cada elemento estructural evaluado en el Módulo Escaleras; así mismo se observa que el elemento “Escaleras” presenta mayor incidencia en costos por lo que debió tenerse mayor control y minuciosidad en la etapa de planificación.

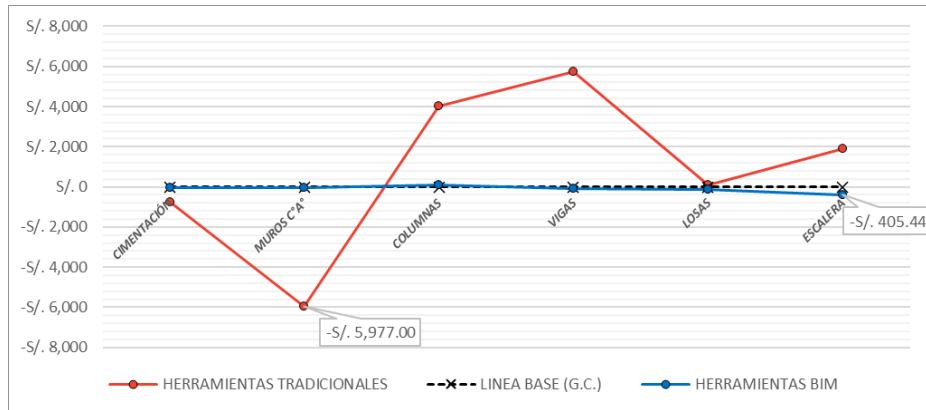


Gráfico 4.4.20 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por elemento estructural – Módulo Escaleras

En el gráfico 4.4.20 se visualizan los montos excedentes y faltantes con el uso de herramientas BIM y Tradicionales por cada elemento estructural evaluado en el Módulo Escaleras en función al grupo de control (línea base), teniendo como mayor estimación con el uso de herramientas BIM un monto faltante de S/. 405.44 para el elemento “Vigas” y con herramientas tradicionales un monto faltante de S/. 5,977.00 para el elemento “Muros de C°A”.

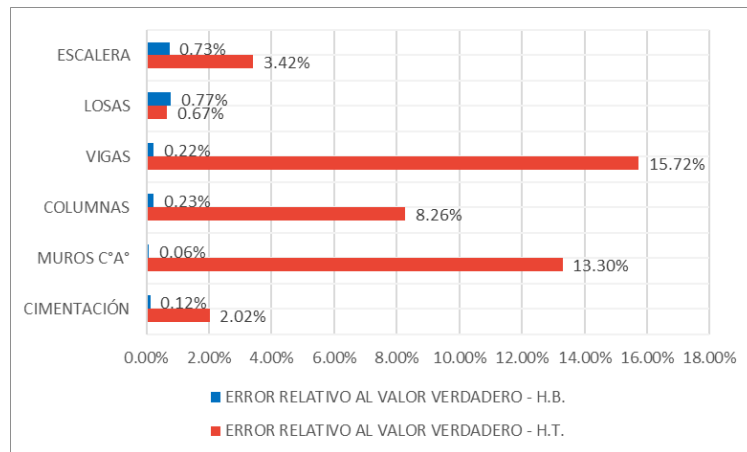


Gráfico 4.4.21 Comparativa de la exactitud a través del Error relativo entre herramientas de diseño Módulo Escaleras.

En el gráfico 4.4.21 se aprecia la medida de la exactitud a través del error relativo del presupuesto con el uso de herramientas BIM y tradicionales por cada elemento estructural evaluado en el Módulo Escaleras en función al grupo de

control (valor verdadero), evidenciando así mayor exactitud con el uso de las herramientas BIM (H.B.)

Tabla 70. Comparativa por componente estructural entre HB y HT en función al GC – Módulo Escaleras

RESUMEN M-ESCALERA								
PRESUPUESTO S/.								
ITEM	DETALLE	ERROR			ERROR			G.C.
		H.T.	DIFERENCIA ENTRE H.T. Y G.C.	RELATIVO AL VALOR VERDADERO - H.T.	H.B.	DIFERENCIA ENTRE H.B. Y G.C.	RELATIVO AL VALOR VERDADERO - H.B.	
1.0	CONCRETO	71,702.70	3,847.67	5.67%	67,408.47	-446.56	0.66%	67,855.03
2.0	ENCOFRADO	94,236.34	1,573.86	1.70%	92,716.78	54.30	0.06%	92,662.48
3.0	ACERO	74,658.45	-664.30	0.88%	75,141.41	-181.34	0.24%	75,322.75
4.0	LADRILLOS TECHO	4,826.54	271.69	5.96%	4,556.89	2.04	0.04%	4,554.85
		245,424.03			239,823.55			240,395.11

Nota: GC: Grupo de Control. HT: Herramientas Tradicionales. HB: Herramientas BIM

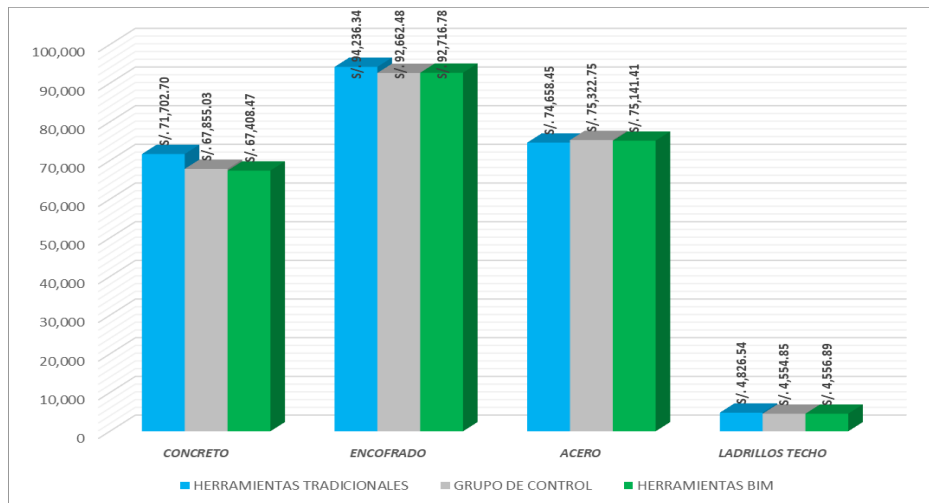


Gráfico 4.4.22 Comparación de presupuestos por componente estructural Módulo Escaleras.

En el gráfico 4.4.22 Se visualiza que con el uso de herramientas BIM se tiene un mayor acercamiento al presupuesto del grupo de control por cada componente estructural evaluado en el Módulo Escaleras; así mismo se observa que el componente “Encofrado” presenta mayor incidencia en costos por lo que debió tenerse mayor control y minuciosidad en la etapa de planificación.

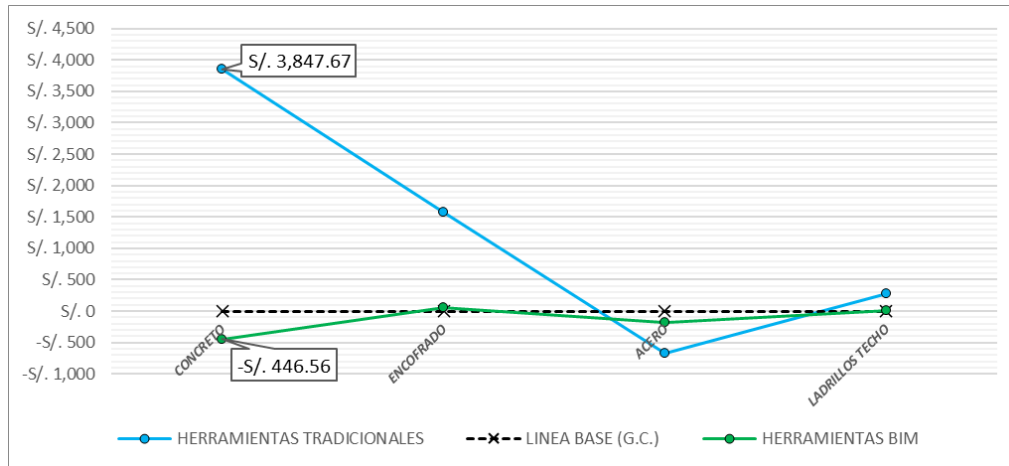


Gráfico 4.4.23 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por componente estructural – Módulo Escaleras

En el gráfico 4.4.23 se visualizan los montos excedentes y faltantes con el uso de herramientas BIM y Tradicionales por cada componente estructural evaluado en el Módulo Escaleras en función al grupo de control (línea base), teniendo como mayor estimación con el uso de herramientas BIM un monto faltante de S/. 446.56 para el elemento “Acero” y con herramientas tradicionales un monto Excedente de S/. 3,887.67 para el elemento “Concreto”.

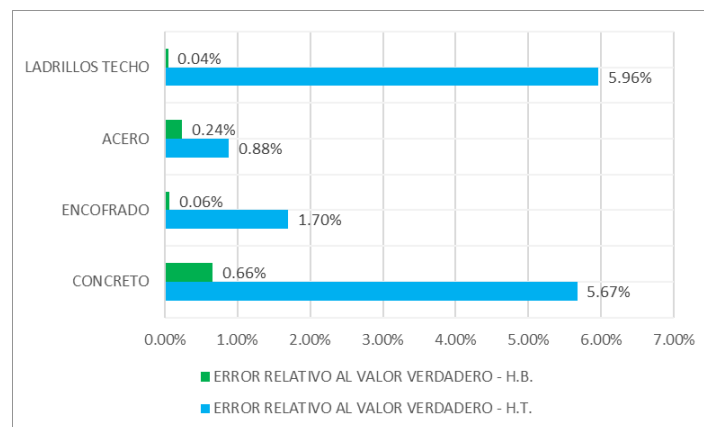


Gráfico 4.4.24 Comparativa del error relativo entre HT y HB – Módulo Escaleras.

En el gráfico 4.4.24 se aprecia la medida de la exactitud a través del error relativo del presupuesto con el uso de herramientas BIM y tradicionales por cada componente estructural evaluado en el Módulo Escaleras en función al grupo de

control (valor verdadero), evidenciando así mayor exactitud con el uso de las herramientas BIM (H.B.)

- Resultados por Módulos

A continuación, se presenta el resumen por módulos:

Tabla 71. Resumen de presupuesto por módulos

PRESUPUESTO FINAL							
MODULOS	HERRAMIENTAS TRADICIONALES	DIFERENCIA ENTRE H.T. Y GC.	ERROR RELATIVO AL VALOR VERDADERO - H.T.	HERRAMIENTAS BIM	DIFERENCIA ENTRE H.B. Y GC.	ERROR RELATIVO AL VALOR VERDADERO - H.B.	GRUPO DE CONTROL
MODULO A	404,139.17	-3,511.61	0.86%	407,586.29	-64.49	0.02%	407,650.78
MODULO B	239,074.68	-11,019.74	4.41%	249,815.99	-278.43	0.11%	250,094.42
MODULO C	239,074.68	-11,019.74	4.41%	249,815.99	-278.43	0.11%	250,094.42
MODULO D	397,233.61	-6,571.86	1.63%	403,506.22	-299.25	0.07%	403,805.47
MODULO ESC.	245,424.03	5,028.92	2.09%	239,823.55	-571.56	0.24%	240,395.11
TOTALES	1,524,946.17	-27,094.03	1.75%	1,550,548.04	-1,492.16	0.10%	1,552,040.20

Nota: GC: Grupo de Control. HT: Herramientas Tradicionales. HB: Herramientas BIM

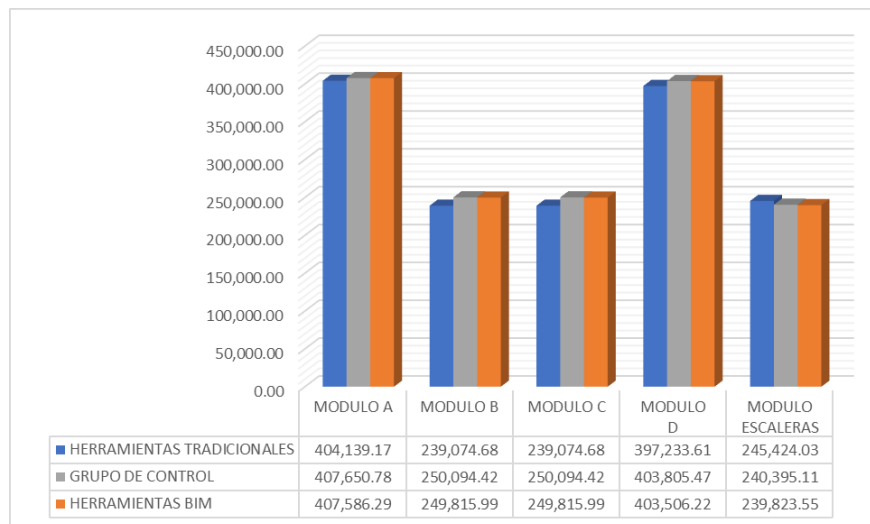


Gráfico 4.4.25 Comparación de presupuestos por módulo con el uso de HB y HT en función al GC

En el gráfico 4.4.25. Se visualiza que con el uso de herramientas BIM se tiene un mayor acercamiento al presupuesto del grupo de control por cada Módulo, así mismo se observa que los módulos A y D son los más representativos en términos de presupuesto.

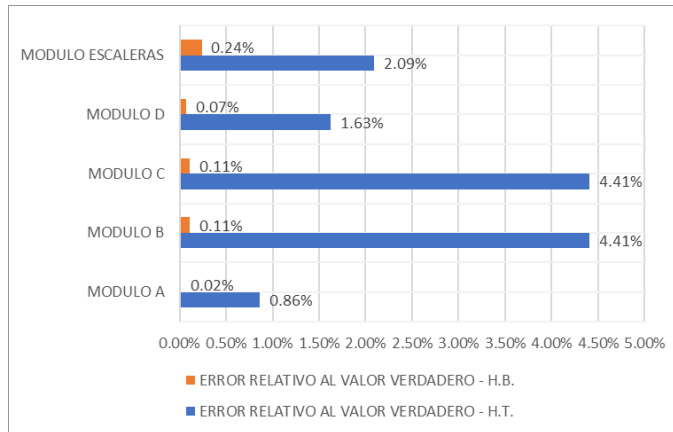


Gráfico 4.4.26 Comparativa del error relativo entre HT y HB – Módulos.

En el gráfico 4.4.26 se aprecia la medida de la exactitud a través del error relativo del presupuesto con el uso de herramientas BIM y tradicionales por cada módulo en el Módulo en función al grupo de control (valor verdadero), evidenciando así mayor exactitud con el uso de las herramientas BIM (H.B.)

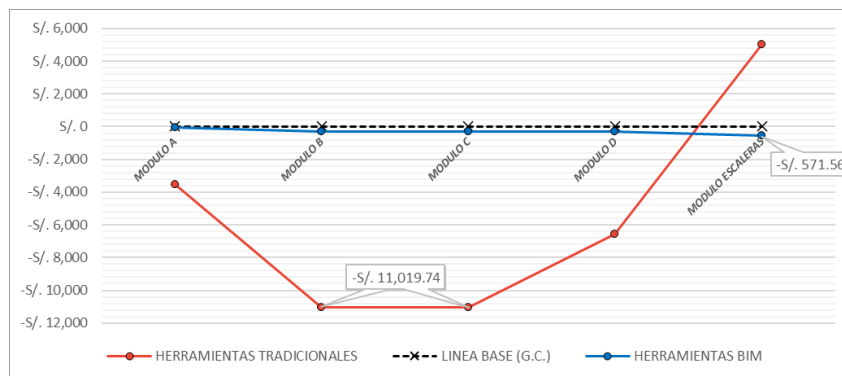


Gráfico 4.4.27 Comparativa de montos excedentes y faltantes con HB y HT en función a la línea base (GC) por componente estructural – Módulo

En el gráfico 4.4.27. se visualizan los montos excedentes y faltantes con el uso de herramientas BIM y Tradicionales por cada módulo en función al grupo de control (línea base), teniendo como mayor estimación con el uso de herramientas BIM un monto faltante de S/. 571.56 para el módulo de escaleras y con herramientas tradicionales un monto faltante de S/. 11,019.74 para los módulos B Y C.

Con estos datos podemos obtener la optimización del presupuesto respecto a las herramientas tradicionales como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 72. Optimización de costos respecto a herramientas tradicionales.

OPTIMIZACIÓN DE COSTOS RESPECTO A H.T.					
HT	HB	GC	HT-GC (a)	HB-GC (b)	(a)-(b)
1,524,946.17	1,550,548.04	1,552,040.20	-27,094.03	-1,492.16	-25,601.87
			100.00%	5.51%	94.49%

Nota: GC: Grupo de Control. HT: Herramientas Tradicionales. HB: Herramientas BIM

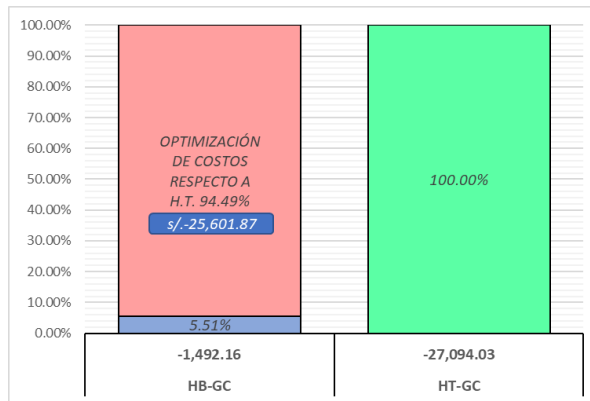


Gráfico 4.4.28 Optimización de costos respecto a HT

En el gráfico 4.4.28 se visualiza el porcentaje de optimización de costos (94.49%) respecto al monto total faltante con el uso de herramientas tradicionales en función a la línea base (grupo de control).

Así mismo, se presenta los tiempos empleados en la elaboración de los metrados con ambas herramientas como se muestra en los siguientes cuadros:

Tabla 73. Tiempo empleado con el uso de las herramientas Tradicionales

ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS TRADICIONALES				TOTAL DE HORAS EMPLEADAS
	MODULO A	MODULO B Y C	MODULO D	MODULO ESCALERAS	
Coloación de precios unitarios	1:24:11	0:00:00	0:00:00	0:00:00	
Colocacion de Metrados	0:13:22	0:12:03	0:13:05	0:13:17	2:15:58
TOTAL	1:37:33	0:12:03	0:13:05	0:13:17	

Nota: Tiempo total empleado en la elaboración de presupuesto es de 2:15:58h.

Tabla 74. Tiempo empleado con el uso de las herramientas Tradicionales

ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS BIM				TOTAL DE HORAS EMPLEADAS
	MODULO A	MODULO B Y C	MODULO D	MODULO ESCALERAS	
Colocación de análisis de precios unitarios	0:45:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	
Vinculación de las cuantificaciones mediante el modelo IFC	00:32:54	0:30:37	0:30:45	0:35:36	2:54:52
TOTAL	1:17:54	0:30:37	0:30:45	0:35:36	

Nota: Tiempo total empleado en la elaboración de presupuesto es de 2:54:52h.

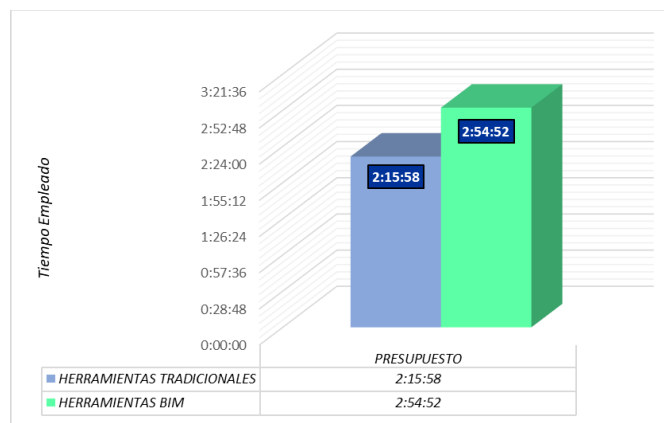


Gráfico 4.4.29 Comparación de Tiempos empleados para cada actividad con el uso de HT y HB.

El gráfico 4.4.29 muestra los tiempos empleados en la elaboración del presupuesto con ambas herramientas, siendo 2:15:58 horas totales empleados con las herramientas tradicionales, mientras que con las herramientas BIM fueron 2:54:52 horas totales. Como se puede observar el tiempo empleado con las herramientas BIM son mayores que las herramientas tradicionales con una diferencia de 00:38:54 min. Por lo que no existe optimización al elaborar el presupuesto debido a que la herramienta usada debe primero vincular las partidas individualmente con el modelo IFC, haciendo que exista una mayor demora con herramientas BIM.

Finalmente, sumando todos los tiempos empleados en todas las actividades (planos, metrados y presupuestos) obtenemos la siguiente tabla donde se observa la optimización respecto a las herramientas tradicionales:

Tabla 75. Tiempo empleado con el uso de las herramientas Tradicionales

OPTIMIZACIÓN DE TIEMPO RESPECTO A H.T.		
HT	HB	HT - HB
90:55:35	51:44:58	39:10:37
100.00%	56.91%	43.09%

Nota: HT: Herramientas Tradicionales. HB: Herramientas BIM

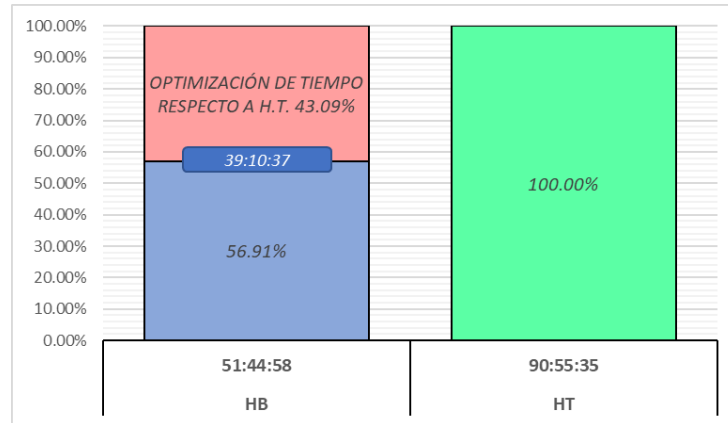


Gráfico 4.4.30 Optimización del tiempo de desarrollo respecto a HT.

En el gráfico 4.4.30 se visualiza el porcentaje de optimización de tiempo de desarrollo (43.09%) respecto al tiempo total invertido con el uso de herramientas tradicionales.

CAPITULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Esta investigación tiene el propósito de comparar el desarrollo de proyectos estructurales con herramientas tradicionales y herramientas BIM para determinar sus diferencias en cuanto a optimización de tiempo y costos; y la exactitud en cuanto a los resultados dependiente del profesional que los procese e influencia en el tiempo de desarrollo.

A partir de los resultados obtenidos, basados en las partidas estructurales de los cinco módulos del Proyecto “Mejoramiento y ampliación del servicio educativo de nivel primaria de la I. E. N°39010/m-p Corazón de Jesús en la localidad de Cangallo del distrito de Cangallo - departamento de Ayacucho.”, se puede afirmar que con el uso de herramientas BIM tales como: Autodesk Revit y Delphin Express para el desarrollo y documentación de proyectos en la etapa de planificación se puede reducir sustancialmente el tiempo invertido en el desarrollo de la documentación del proyecto, empleando en esta investigación un total 51:44:58 Hrs para el desarrollo de planos, metrados y presupuestos; a diferencia del flujo empleado con herramientas tradicionales para los mismos entregables con un tiempo invertido de 90:55:35 Hrs en las mismas condiciones de trabajo; es así que se obtuvo una optimización del 43.09 % en el tiempo de desarrollo respecto al tiempo total empleado con herramientas tradicionales (gráfico 4.4.30). Es importante resaltar que entre las muchas ventajas que se identificaron en la presente investigación, resalta el valioso aporte del modelo BIM al mayor entendimiento y gestión visual del proyecto; así mismo, debe considerarse como una ventaja trascendental que, ante cambios o modificaciones al proyecto, bastará con editar el

modelo BIM para que todo se actualice automáticamente debido a la parametrización y vinculación existente entre componentes del modelo BIM e interoperabilidad con el software de presupuestación.

Se puede afirmar también, que con el uso de las herramientas BIM se puede mejorar la exactitud en la obtención de cálculos métricos y presupuestos, disminuyendo considerablemente el error relativo al valor verdadero (grupo de control) como se muestra en el gráfico 4.4.26 teniendo valores muy cercanos a cero y menores a 0.24%, de este modo se reduce de manera trascendental la incertidumbre y variabilidad propias de los proyectos desarrollados con herramientas tradicionales que para esta investigación tuvieron errores cercanos al 5.00%; es así que con el uso de herramientas BIM tendremos resultados muy cercanos a la realidad.

Del mismo modo, se puede aseverar que con el uso de herramientas BIM se optimizan los costos respecto al uso de herramientas tradicionales tales como: AutoCAD y S10; esto se aprecia en el gráfico 4.4.28 teniendo como resultado una optimización del 94.49% (s/. 25,601.87) en costos respecto al monto total faltante con el uso de herramientas tradicionales respecto a la línea base (Grupo de Control).

De esta manera, podemos contrastar y coincidir con los resultados obtenidos por Atahualpa (2021) donde confirma que el rendimiento en la elaboración de documentos técnicos con la metodología BIM muestra una mejoría en un 58%, es decir, los rendimientos disminuyen, con una diferencia numérica en la media de 0.0032, lo que significa que en promedio se requiere menos horas hombre aplicando la metodología BIM.

De igual forma, Rojas (2017) demuestra que con el análisis de sus resultados de los rendimientos en la elaboración de planos y metrados haciendo el uso de los métodos tradicionales siempre tienden a requerir más hh/m² respecto a la metodología de trabajo de BIM.

Para la optimización de los costos esta investigación coincide con los resultados de Espinoza y Pacheco (2014) donde realizó un comparativo económico, confrontando el proyecto ejecutado de manera tradicional versus el proyecto ejecutado utilizando herramientas BIM y constructibilidad, obteniendo una diferencia de \$ 29,255.72 a favor del proyecto ejecutado mediante aplicación de BIM, es decir que el proyecto se puede reducir en dicho monto.

Y finalmente coincide con la investigación de Julcamoro (2019), donde realizó la comparación del presupuesto actualizado vs presupuesto de Revit de las especialidades de arquitectura y estructuras del proyecto “Mejoramiento de los servicios de atención integral de niñas, niños y adolescentes de la aldea infantil San Antonio, Cajamarca, Cajamarca” obteniendo una diferencia de S/ 296,582.67 siendo esta 10.56% del monto actualizado.

Contrastando toda esta investigación se demuestra que las herramientas BIM tienen un impacto positivo en la etapa de diseño, reduciendo así, los tiempos de la elaboración del proyecto así mismo da mayor exactitud en los resultados, lo que permite que podamos optimizar los costos y minimizar las incongruencias, incompatibilidades, errores y omisiones en obra.

CONCLUSIONES

1. El uso de las herramientas BIM presentan mayores beneficios, logrando una mayor optimización de los procesos de documentación, maximizando la exactitud de las estimaciones y minimizando el tiempo empleado en el desarrollo del proyecto (optimización del 43.09%) a diferencia de los procesos de documentación con el uso de las herramientas tradicionales, que tuvieron estimaciones con exactitud limitada y un mayor tiempo de desarrollo.
2. El uso de las herramientas tradicionales presenta mayor tiempo en la elaboración de planos de la especialidad de estructuras con 67:01:36h, mientras que las herramientas BIM presenta 44:09:27h, obteniéndose una optimización del 34.12% (22:52:09 Hrs).
3. El uso de las herramientas BIM logra una mayor exactitud en los metrados basándose en el error relativo al verdadero, no excediendo el 1.01%, a diferencia del error estimado con el uso de herramientas tradicionales, con un valor máximo de 25.66%. En el caso del tiempo empleado en la elaboración de metrados se obtiene una optimización de 78.38% (16:57:22 Hrs) respecto al tiempo invertido con las herramientas tradicionales.
4. El uso de las herramientas BIM logra una mayor exactitud en el presupuesto de la especialidad de estructuras, basándose en el error relativo al verdadero, no excediendo el 0.24%, a diferencia del error estimado con el uso de herramientas tradicionales, con un valor máximo de 4.41%. Así mismo, El uso de las

herramientas BIM optimiza en un 94.49% (S/. 25,601.87) en costos respecto al monto total faltante con el uso de herramientas tradicionales en función a la línea base (grupo de control).

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los proyectistas el uso de herramientas de programación que permitan automatizar los procesos BIM de documentación y así optimizarlos aún más, de este modo minimizaremos también el error humano; de igual modo se recomienda que al realizar modelos con el software Revit, éstos no deberán exceder los 150MB y así trabajar de manera fluida, en el caso de que se requiera un modelo de mayor complejidad, éste deberá particionarse para posteriormente vincularse en un modelo federado que no excederá el tamaño límite antes mencionado.
2. A los modeladores se recomienda desarrollar plantillas con filtros, parámetros y familias que permitan minimizar los tiempos de desarrollo, así mismo, se recomiendan usar detalles integrados al modelo y así evitar trabajos de adecuación de las láminas ante una modificación de dicho modelo.
3. De igual forma se les recomienda elaborar plantillas correctamente parametrizadas y alineadas a la norma técnica de metrados, para que puedan emplearse y facilitar el trabajo en proyectos con la misma tipología.
4. Es recomendable para todo profesional inmerso en el mundo del BIM el uso de softwares alternativos de presupuestación que tengan vinculación directa entre las partidas, metrados y el modelo IFC, para evitar extender el trabajo con tareas repetitivas cuando existan actualizaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abós, P., & et.al. (2018). Guía para la elaboración del Plan de Ejecución BIM. *BIM Implementación en España*, 1-57.
- Accasoftware. (2020). *Biblus*. Obtenido de <https://biblus.accasoftware.com/es/?s=BIM+EN+LATINOAMERICA>
- Alarcón, I., & et.al. (2020). *BIM para la arquitectura técnica guía técnica BIMAT*. España: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.
- Alcántara, P. (2013). *Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando Tecnologías BIM*. Lima- Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Almeida, A. (s.f.). Beneficios del BIM en la ingeniería. *Revista el Ingeniero de Lima*, 40.
- Almonacid, K. (2015). *Propuesta de metodología para la implementación de la tecnología BIM en la empresa "IJ Proyecta"*. Lima - Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Alonso, J. (s.f.). Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España. *Lobe construcción*, 40-55.
- Atahualpa, L. (2021). *Metodología BIM en la mejora del diseño de proyectos de Lima - Perú*. Universidad Cesar Vallejo.
- Atencio, C. (2019). *"Análisis de la implementación de la metodología BIM para la optimización del proyecto de construcción de centro cívico en el barrio Huanuquillo - Tarma"*. Tarma – Perú : Universidad Católica Sede Sapientiae.

- Autodesk.* (s.f.). Obtenido de <https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/bim/benefits-of-bim>
- Autodesk. (2007). La transición a BIM. *Modelado de Información de Edificios Revit*, 1-9.
- Autodesk.* (2020). Obtenido de <https://www.autodesk.mx/solutions/3d-modeling-software>
- Autodesk. (s.f.). *Autodesk.* Obtenido de <https://latinoamerica.autodesk.com/products/revit/features?plc=RVT&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
- Bentley.* (2018). Obtenido de <https://www.bentley.com/es/about-us/news/2018/june/20/synchro-acquisition>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales(3era ed.)*. Colombia: Pearson Educación.
- BIMFORUM. (2019). LEVEL OF DEVELOPMENT (LOD) COMMENTARY For Building Information Models and Data.
- CAMACOL - Cámara colombiana de la construcción.* (2020). Obtenido de <https://camacol.co/actualidad/publicaciones/revista-urbana/91/conexion-bim/bim-estrategia-para-apalancar-el>
- Chaves, L. (2018). Obtenido de <https://hashtagbim.wordpress.com/2018/01/05/lod-o-que-e-isso/>
- Choclán, F., Soler, M., & González, R. (2014). Introducción a la Metodología BIM. *ResearchGate*, 4(9).
- Cluster.* (s.f.). Obtenido de <https://mvpcluster.com/project-para-ingenierias-y-constructoras/>

- Coloma, E. (2008). *Introducción a la tecnología BIM*. Universidad Politécnica de Catalunya.
- construaprende* . (s.f.). Obtenido de (construaprende <http://www.construaprende.pe/ce-s10.html>)
- Construsoft*. (s.f.). Obtenido de <https://www.construsoft.es/software-bim/vico-office/>)
- CYPE*. (s.f.). Obtenido de <http://revit.arquimedes.cype.es/>
- Diccionario BIM*. (31 de Julio de 2019). Obtenido de <https://bimdictionary.com/en/building-information-modelling/1/>
- El Oficial*. (2015). Obtenido de <https://eloficial.ec/modulo-3-elaboracion-de-presupuesto-de-obra/>
- es.BIM* . (s.f.). Obtenido de <https://www.espaciobim.com/madurez-bim-level-0-1-2-3#>
- Espinoza, J., & Pacheco, R. (2014). *Mejoramiento de la constructabilidad mediante Herramienta BIM*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima - Perú.
- Flores, L., & Medina, P. (2018). “*Evaluación De La Filosofía Lean Design Y La Tecnología Bim Como Herramienta En La Elaboración Del Expediente Técnico: Creación Del Complejo Sociocultural Parroquial Niño Salvador Del Mundo–Alto Puno, Distrito, Provincia Y Departamento De Puno, 2018*” . Puno - Perú: Universidad Nacional Del Altiplano.
- Garnica, A. (2017). *Diseño de metodología integral orientada a la gestión de proyectos de construcción civil empleando la herramienta Building*

- Information Modeling (BIM). Caso: vivienda unifamiliar.* Caracas - Venezuela: Universidad Metropolitana.
- Gobierno del Perú. (2019). *Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030*, 1-80.
- Gómez, J. (2016). *Análisis Comparativo Entre Metodologías De Presupuestación Tradicional Racional Y Con Herramientas Tecnológicas Revit (BIM)*. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Gosalves, J., & et.al. (2016). *BIM EN 8 PUNTOS: Todo lo que necesitas conocer sobre BIM*. España: ES.BIM.
- Guillermo. (s.f.). Obtenido de <https://escuelaonlineparaarquitectos.com/bim/que-es-y-por-que-aprender-bim/>
- INFORMATICAAPLICADASCN. (2016). Obtenido de <https://informaticaaplicadascn.wordpress.com/2016/12/06/que-es-autocad-y-para-que-nos-sirve/>
- Ingram, J. (2020). *Understanding BIM THE PAST, PRESENT AND FUTURE*. New York: ROUTLEDGE.
- Julcamoro, P. (2019). *Implementación de la Metodología BIM con Revit en la fase de diseño de Expediente Técnico de edificaciones del gobierno Regional de Cajamarca – 2018*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca - Perú.
- Kreider, R., & Messner, J. (2013). *“The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses”*. Version 0.9. The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA.

- La Contraloría General de la República. (27 de octubre de 2021). *gob.pe*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/contraloria/noticias/549648-contraloria-advierde-que-solo-se-reactivaron-efectivamente-66-obras-paralizadas>
- Liébana, O., & Gómez, M. (2014). Normalización del nivel de desarrollo de modelos S-BIM. *ResearchGate*, 1-10.
- López, J. (s.f.). *Manage BIM*. Obtenido de <https://managebim.wixsite.com/2016/single-post/2017/08/18/Identificando-los-Usos-y-Objetivos-BIM-para-el-proyecto>
- Martínez, S. (2019). “*Propuesta de una Metodología para Implementar las Tecnologías Vdc/Bim en la Etapa de Diseño de los Proyectos de Edificación*”. Piura - Perú : Universidad Nacional de Piura.
- Maya, E. (2014). *Métodos y técnicas de Investigación*. Mexico.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2020). Plan De Implementación Y Hoja de Ruta del Plan Bim Perú al 2030. *Invierte.pe*, 1-28.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2011). *Norma Técnica Metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas*. Lima - Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). RESOLUCION MINISTERIAL N°242-2019-VIVIENDA.
- Mosquera, A., Hernández, D., Donato, D., & Cuchimba, K. (2019). *Implementacion De La Metodologia Bim Para La Empresa W&D Obras Y Servicios S.A.S, En La Postulacion De Proyecto De Infraestructura Educativa*. Colombia: Universidad Cooperativa De Colombia.

- Pacheco, R. (2017). *Comparación Del Sistema Tradicional Vs La Implementación Del Bim (Building Information Management) En La Etapa De Diseño Y Seguimiento En Ejecución. Análisis De Un Caso De Estudio*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Católica De Santiago De Guayaquil.
- Palella, S., & Martins, F. (2006). *Metodología de la Investigación Cuantitativa (2da ed.)*. Caracas: FEDUPEL.
- Presto. (s.f.). Obtenido de <https://www.rib-software.es/pages/Presto-en-la-Etapa-del-Presupuesto.htm>
- Rojas, J. (2017). *Análisis comparativo del rendimiento en la producción de planos y metrados, especialidad estructuras usando métodos tradicionales y la metodología de trabajo BIM en la empresa IMTEK*. Cusco - Perú: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUZCO.
- Ruiz, P. (2015). *“Propuesta de técnicas y herramientas para optimizar la gestión visual y de las comunicaciones durante la etapa de diseño de un proyecto de construcción”*. Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- S10 Perú. (2019). Obtenido de <https://www.s10peru.com/>
- Taboada, J., Alcántara, V., Lovera, D., Santos, R., & Diego, J. (2011). Detección de interferencias e incompatibilidades en el diseño de proyectos de edificaciones usando tecnologías BIM. *Revista Del Instituto De Investigación De La Facultad De Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica Y Geográfica*, 14(28).
- Taquire, I. (2019). *Ejecución de expedientes técnicos con deficiencias en la construcción de obras*. Lima - Perú.

- Toledo, E. (2019). *Archicad en línea*. Obtenido de <https://www.archicadenlinea.com/2019/03/31/acciones-gubernamentales-para-la-adopci%C3%B3n-de-bim-en-pa%C3%ADses-de-am%C3%A9rica-latina>
- Ulloa, K., & Salinas, J. (2013). “*Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa marcan*”. Lima - Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Zigurat. (2018). *The BIM Management Handbook The Inside Story Of Worldwide*. Global Institute of Technology.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

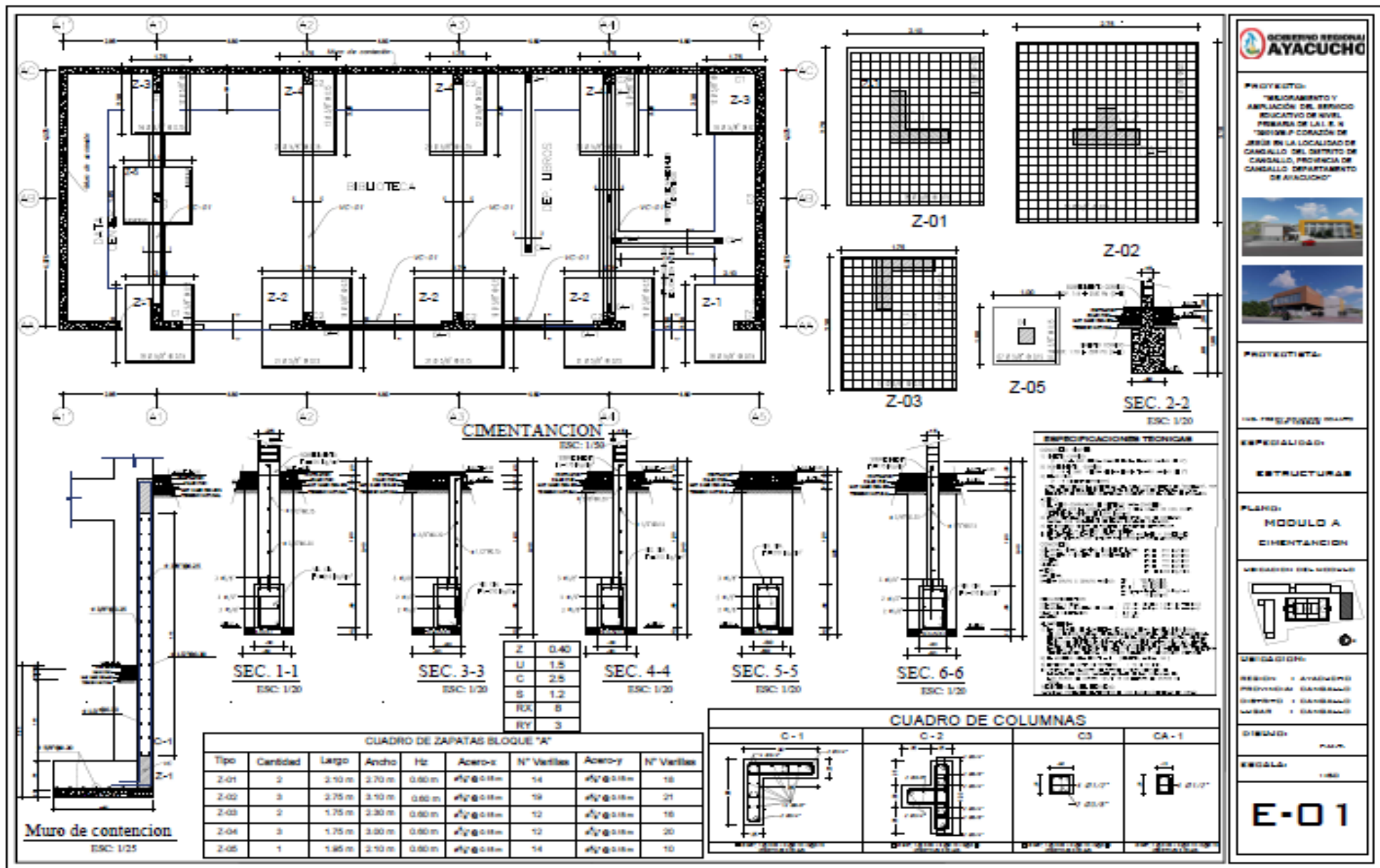
TÍTULO DE LA TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE HERRAMIENTAS BIM VS HERRAMIENTAS TRADICIONALES AL CUANTIFICAR Y PRESUPUESTAR LA PARTIDA ESTRUCTURAL DE UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables, dimensiones e indicadores	Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	General	- Método de investigación Método Científico Tipo de Investigación Aplicada - Nivel de Investigación Descriptivo, comparativo - Diseño de la Investigación No experimental - Transversal -Ámbito de Estudio Población: Proyecto “Mejoramiento y ampliación del servicio educativo de nivel primaria de la I. E. N°39010/m-p Corazón de Jesús en la localidad de cangallo del distrito de cangallo, provincia de cangallo - departamento de Ayacucho.” - Muestra: No probabilística o internacional. Partidas de la Especialidad de Estructuras - Técnicas e instrumentos de Recolección de datos Técnicas: -Observación directa del proyecto - Revisión bibliográficas -Capacitaciones - Instrumentos: -Software AutoCAD -Software Revit 2020 -Software Delphin Express -Software Microsoft Excel -Software S10 -Norma Técnica de Metrados
¿Cuál es la diferencia entre las herramientas BIM vs tradicionales al documentar la partida estructural de un proyecto de edificación?	Comparar las herramientas BIM vs herramientas tradicionales al documentar la partida estructural de un proyecto de edificación.	Las herramientas BIM presentan mayores beneficios que las herramientas tradicionales al documentar la partida estructural de un proyecto de edificación.	Variable 1 (X) X1 Herramientas BIM Dimensiones: D1: Planos D2: Cuantificación D3: Presupuesto Indicadores: Optimización en tiempo Exactitud (margen de error) Optimización en costo	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
¿Qué diferencia existe en el tiempo empleado con el uso de las herramientas BIM vs herramientas tradicionales al elaborar los planos de un proyecto de edificación?	Establecer las diferencias en el tiempo de elaboración de los planos de un proyecto de edificación con las herramientas BIM vs herramientas tradicionales.	Las herramientas Tradicionales presentan mayor tiempo que las herramientas BIM al elaborar los planos de un proyecto de edificación.	Variable 2 (Y) Y1 Herramientas tradicionales Dimensiones: D1: Planos D2: Cuantificación D3: Presupuesto Indicadores: Tiempo Exactitud (margen de error) Costo	
¿Cuán exactos son los metrados de la especialidad de estructuras de un proyecto de edificación usando herramientas BIM vs herramientas tradicionales?	Determinar la exactitud de los metrados de la especialidad de estructuras de un proyecto de edificación usando herramientas BIM vs herramientas tradicionales.	La exactitud que presentan los metrados de la especialidad de estructuras de un proyecto de edificación usando herramientas BIM es mayor que la exactitud que presentan las herramientas tradicionales.		
¿Cuán exacto es el presupuesto de la especialidad de estructuras de un proyecto de edificación usando herramientas BIM vs herramientas tradicionales?	Determinar la exactitud del presupuesto de la especialidad de estructuras de un proyecto de edificación usando herramientas BIM vs herramientas tradicionales.	La exactitud que presenta el presupuesto de la especialidad de estructuras de un proyecto de edificación usando herramientas BIM es mayor que la exactitud que presentan las herramientas tradicionales.		

Operacionalización de la Variable

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
------------------	------------------------------	-------------------------------	--------------------	--------------------

<p>Variable 1 (X) X1 HERRAMIENTAS BIM</p>	<p>Son aquellas aplicaciones interoperables, que nos permite trabajar a través de un modelo digital con parámetros con la finalidad de extraer información gráfica y no gráfica, de todas las disciplinas. (Coloma, 2008)</p>	<p>Estimar la exactitud y el tiempo empleado que presenta las herramientas BIM durante el desarrollo de un proyecto.</p>	<p>D1: Planos</p> <hr/>	<p>- Optimización en Tiempo</p>
			<p>D2: Metrados</p> <hr/>	<p>- Exactitud (margen de error)</p>
			<p>D3: Presupuesto</p>	<p>-- Optimización en Costo</p>
<p>Variable 2 (Y) Y1 HERRAMIENTAS TRADICIONALES</p>	<p>Conjunto de softwares usadas comúnmente, estas son trabajadas individualmente sin conexión alguna en el desarrollo de la documentación</p>	<p>Estimar la exactitud y el tiempo empleado que presenta las herramientas tradicionales durante el desarrollo de un proyecto.</p>	<p>D1: Planos</p> <hr/>	<p>- Tiempo</p>
			<p>D2: Metrados</p> <hr/>	<p>- Exactitud (margen de error)</p>
			<p>D3: Presupuesto</p>	<p>- Costo</p>



GOBIERNO REGIONAL AYACUCHO

PROYECTO:
MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIA DE LA I. E. N. "BOSQUE" P. COMUNA DE JESUS EN LA LOCALIDAD DE CANGALLO DEL DISTRITO DE CANGALLO, PROVINCIA DE CANGALLO, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

PROYECTISTA:

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PLANO:
MODULO A
CIMENTACION

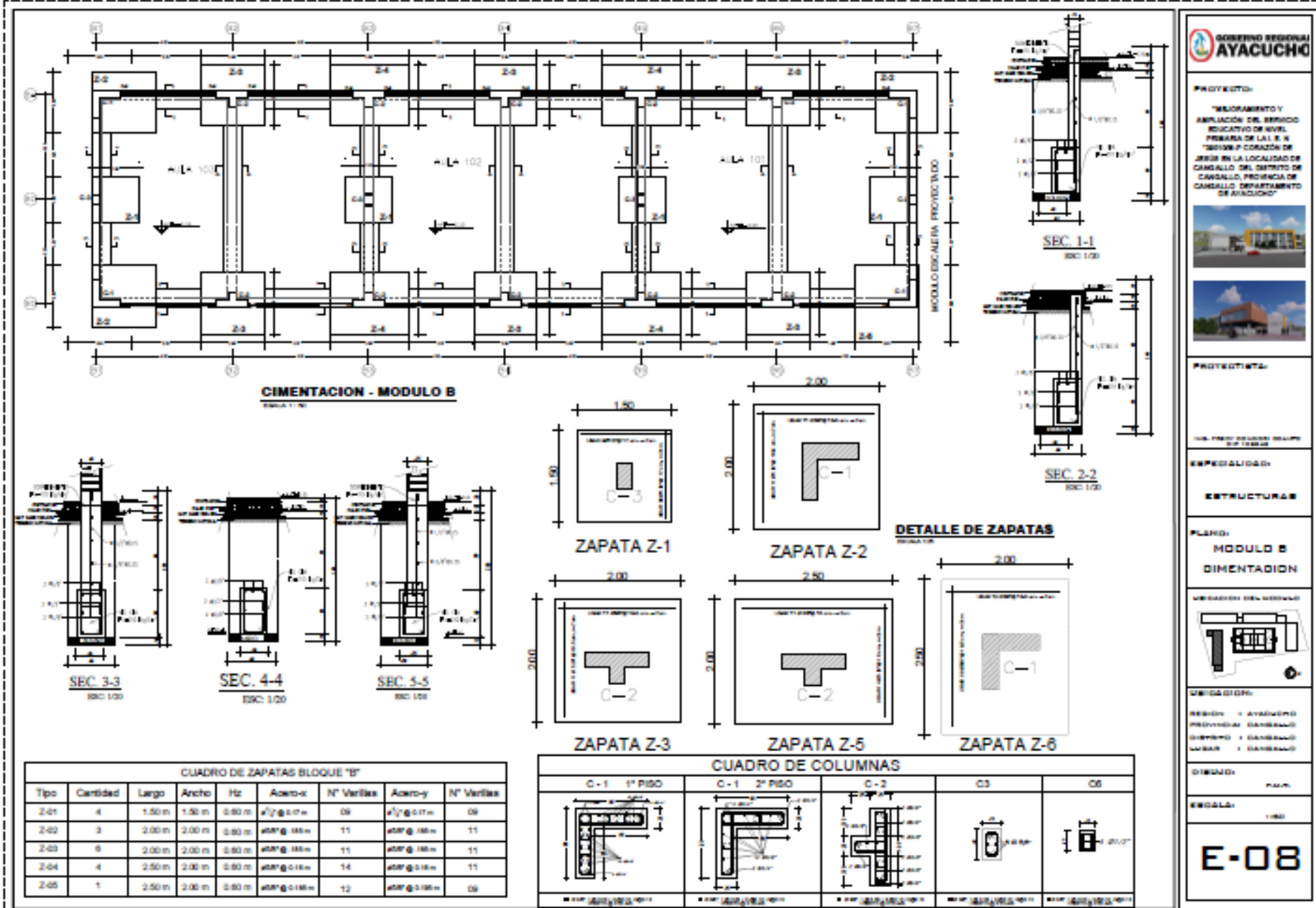
VERSION DEL DISEÑO:

FECHA DE DISEÑO:

DISEÑADO: PAUL

ESCALA: 1:50

E-01



CIMENTACION - MODULO B

ESCALA 1:100

DETALLE DE ZAPATAS

ESCALA 1:10

CUADRO DE ZAPATAS BLOQUE "E"

Tipo	Cantidad	Largo	Ancho	H _z	Acero-x	N° Varillas	Acero-y	N° Varillas
Z-01	4	1.50 m	1.50 m	0.80 m	∅12 @ 0.10 m	09	∅12 @ 0.10 m	09
Z-02	3	2.00 m	2.00 m	0.80 m	∅12 @ 0.10 m	11	∅12 @ 0.10 m	11
Z-03	8	2.00 m	2.00 m	0.80 m	∅12 @ 0.10 m	11	∅12 @ 0.10 m	11
Z-04	4	2.50 m	2.00 m	0.80 m	∅12 @ 0.10 m	14	∅12 @ 0.10 m	11
Z-05	1	2.50 m	2.00 m	0.80 m	∅12 @ 0.10 m	12	∅12 @ 0.10 m	09

CUADRO DE COLUMNAS

C-1	C-1	C-2	C3	C6
1° PISO	2° PISO			

GOBIERNO REGIONAL AYACUCHO

PROYECTO:
MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIA DE LA I. E. N° 20038 P. COCAZON DE JIRIS EN LA LOCALIDAD DE CANGALLO DEL DISTRITO DE CANGALLO, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

PROYECTISTA:

DEL PROYECTO:

ESPECIALIDAD:

ESTRUCTURAS

PLANO:
MODULO B
DIMENTACION

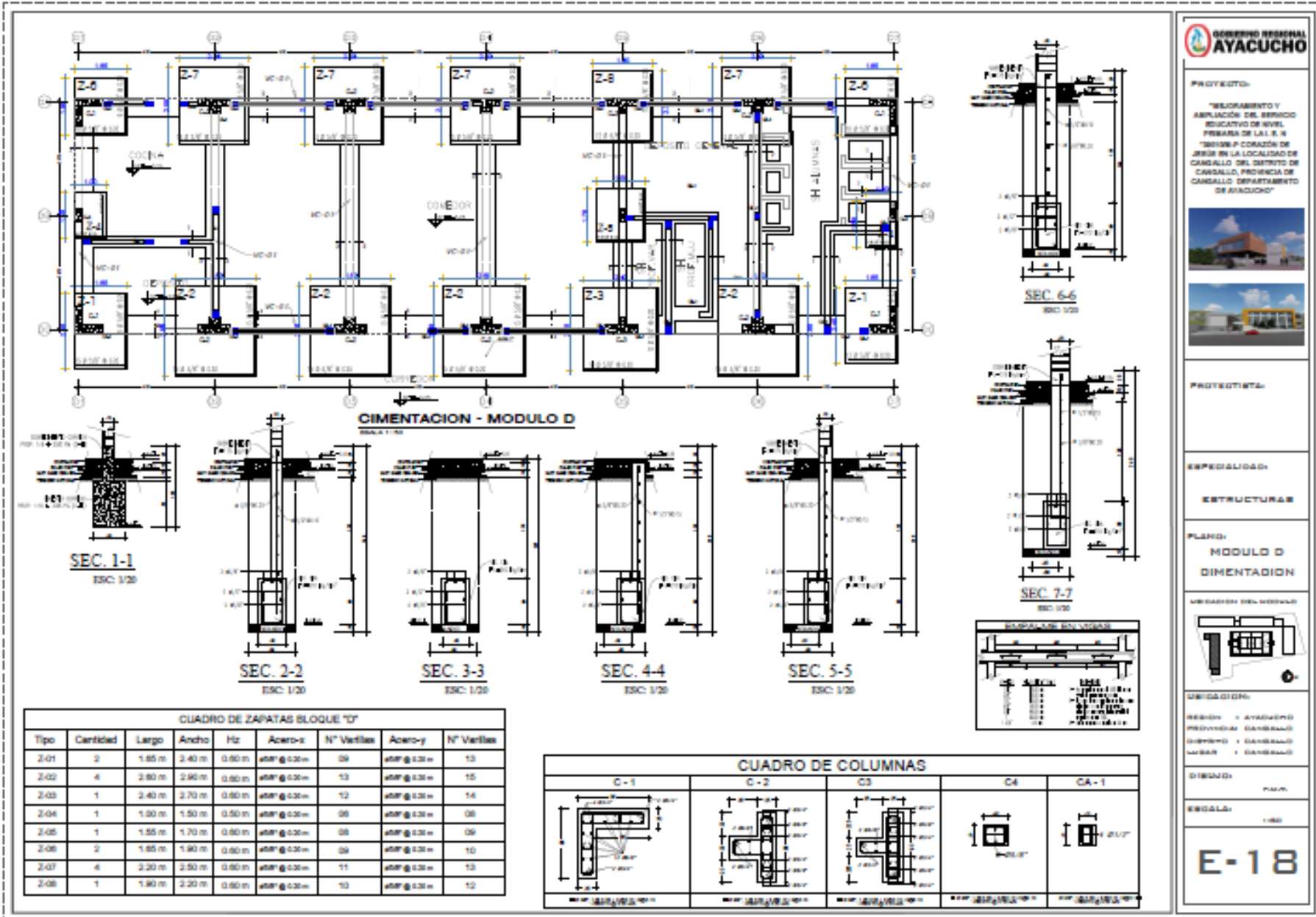
UBICACION:

REGION: AYACUCHO
PROVINCIA: CANGALLO
DISTRITO: CANGALLO
CALLE: CANGALLO

DISEÑO: P.M.P.

ESCALA: 1:50

E-08



PROYECTO:
 "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIO DE LA E. B. "MARIANO F. COLOZAN DE JESU EN LA LOCALIDAD DE CANGALLO DEL DISTRITO DE CANGALLO, PROVINCIA DE CANGALLO DEPARTAMENTO DE AYACUCHO"

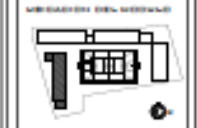


PROYECTISTA:

ESPECIALIDAD:

ESTRUCTURAS

PLANO:
 MODULO D
 CIMENTACION

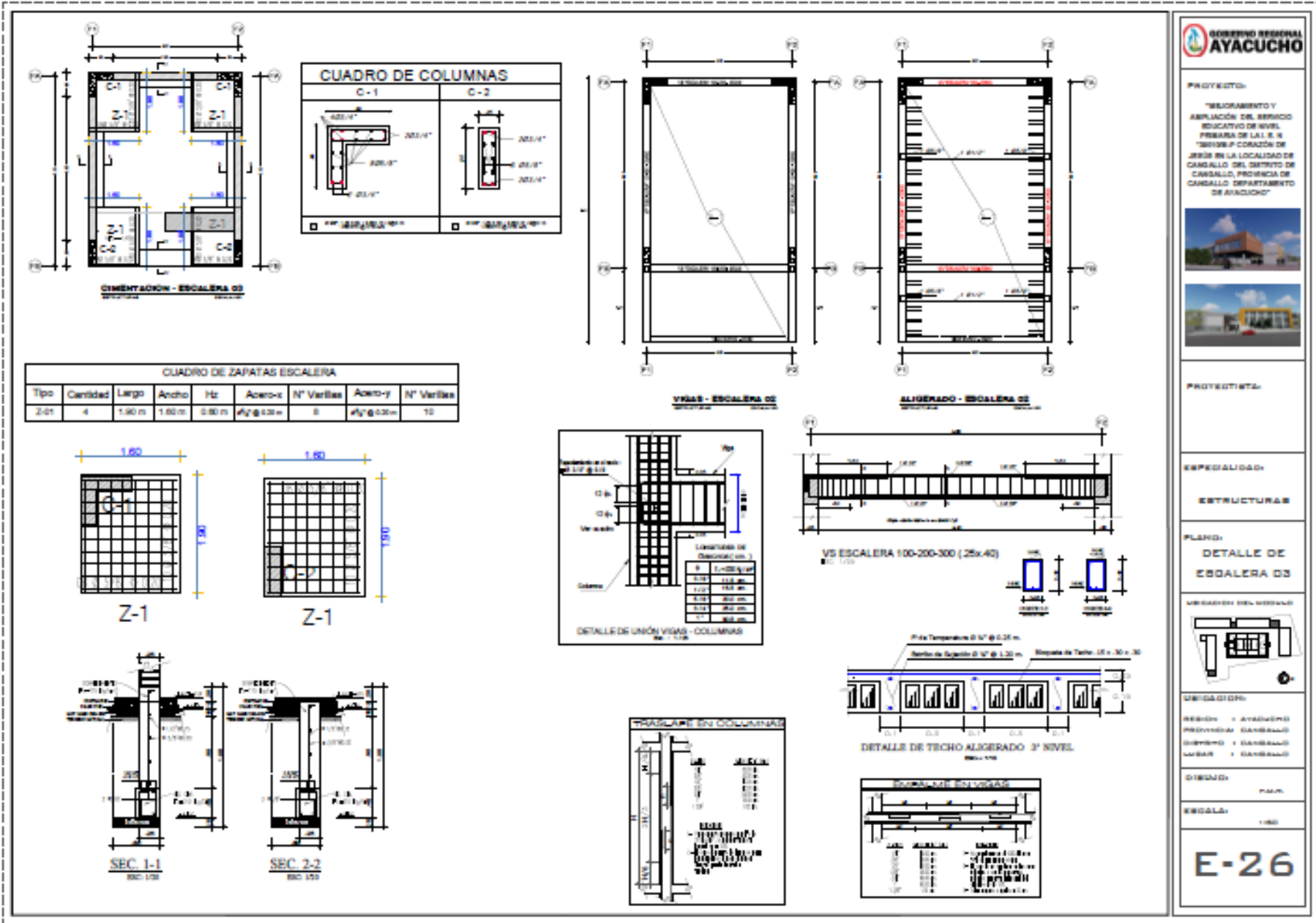


UNIDAD DE OBRA:
 REGION : AYACUCHO
 PROVINCIA : CANGALLO
 DISTRITO : CANGALLO
 LOCALIDAD : CANGALLO

DISEÑADO: P.M.M.

ESCALA: 1:80

E-18



METRADOS ESTRUCTURAS - MODULOS AULAS - ESCALERAS

PROYECTO : "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIA DE LA I. E. N°39010/M-P CORAZÓN DE JESÚS EN LA LOCALIDAD DE CANGALLO DEL DISTRITO DE CANGALLO, PROVINCIA DE CANGALLO - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO"

FECHA : JUNIO 2020

PROVINCIA

FORMULA : MODULOS AULAS - ESCALERA

DISTRITO

ESPECIALIDAD : ESTRUCTURAS

ITEM	DESCRIPCION	UND.	TOTAL MOD A	TOTAL MOD B	TOTAL MOD C	TOTAL MOD D	TOTAL MOD ESC
3.00	MODULOS AULAS - ESCALERAS						
3.01	ESTRUCTURAS						
03.01.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE						
03.01.04.01	SOLADO PARA ZAPATAS E=4", 1:12 CEM/ HOR	m2	64.81	70.00	70.00	82.65	43.25
03.01.04.02	SOBRECIMENTOS						
03.01.04.02.01	SOBRECIMIENTO, CONCRETO 1:8 + 25 % P.M f'c=100 kg/cm2	m3	3.22			7.50	
03.01.04.02.02	SOBRECIMIENTO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	8.10			20.78	
03.01.04.03	FALSO PISO						
03.01.04.03.01	FALSO PISO MEZCLA 1:8 E=4"	m2	182.93	168.00	168.00	178.50	57.26
03.01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO						
03.01.05.01	CIMIENTO ARMADO						
03.01.05.01.01	CIMIENTOS ARMADO f'c=175 kg/cm2	m3	8.50	12.95	12.95	15.84	13.12
03.01.05.01.02	CIMIENTO ARAMADO- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	48.53	78.83	78.83	111.64	51.08
03.01.05.01.03	CIMETACIÓN ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 6	Kg	491.40	615.03	615.03	910.92	464.39
03.01.05.02	ZAPATAS						
03.01.05.02.01	ZAPATAS - CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	56.18	42.00	42.00	49.59	27.86
03.01.05.02.02	ZAPATAS - ACERO Fy=4200 kg/cm2	kg	1,988.23	1,109.00	1,109.00	1,231.84	591.33
03.01.05.03	VIGAS DE CIMENTACION						
03.01.05.03.01	VIGAS DE CIMETACIÓN - CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	9.84	18.24	18.24	19.00	9.58
03.01.05.03.02	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	54.39	93.50	93.50	126.65	57.90
03.01.05.03.03	VIGAS DE CIMETACIÓN ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 6	kg	1,435.37	1,537.81	1,537.81	1,379.31	843.61
03.01.05.04	MURO DE CONTENCIÓN						
03.01.05.04.01	MURO DE CONTENCIÓN - CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	36.05				3.42
03.01.05.04.02	MURO DE CONTENCIÓN - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	288.43				27.34
03.01.05.04.03	MURO DE CONTENCIÓN ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 6	kg	1,813.43				173.05
03.01.05.05	COLUMNAS						
03.01.05.05.01	COLUMNAS - CONCRETO f'c=210 kg/cm2 - 1° PISO	m3	46.67	37.81	37.81	58.50	33.30
03.01.05.05.02	COLUMNAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	401.80	340.48	340.48	519.75	283.68
03.01.05.05.03	COLUMNAS - ACERO Fy=4200 kg/cm2	kg	6,999.29	2,617.74	2,617.74	7,995.61	4,056.56
03.01.05.06	COLUMNETAS DE CONFINAMIENTO						
03.01.05.06.01	COLUMNETAS - CONCRETO 175 kg/cm2 - 1° PISO	m3	9.25	3.70	3.70	9.55	0.65
03.01.05.06.02	COLUMNETAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	201.27	49.32	49.32	127.35	8.64
03.01.05.06.03	COLUMNETAS - ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	725.09	73.62	73.62	1,201.54	65.46
03.01.05.07	VIGAS DE CONFINAMIENTO						
03.01.05.07.01	VIGAS DE CONFINAMIENTO - CONCRETO 210 kg/cm2	m3	1.83	2.16	2.16	2.25	
03.01.05.07.02	VIGAS DE CONFINAMIENTO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	23.05	32.18	32.18	36.00	
03.01.05.07.03	VIGAS DE CONFINAMIENTO - ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	127.13	227.26	227.26	246.02	
03.01.05.07.04	MUROS PORTANTE CONFINADO - ACERO Fy=4200 kg/cm2	kg	82.15	279.55	279.55	260.90	
03.01.05.08	VIGAS						
03.01.05.08.01	VIGAS - CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	57.39	28.77	28.77	51.33	25.33
03.01.05.08.02	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	429.67	130.29	130.29	372.84	202.60
03.01.05.08.03	VIGAS - ACERO Fy=4200 kg/cm2	kg	7,110.71	3,613.10	3,613.10	6,622.42	3,063.54
03.01.05.09	VIGA MANDIL						
03.01.05.09.01	VIGAS MANDIL - CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	6.22	2.72	2.72	8.79	2.48
03.01.05.09.02	VIGAS MANDIL - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	53.67	31.40	31.40	47.11	25.56
03.01.05.09.03	VIGAS MANDIL - ACERO Fy=4200 kg/cm2	kg	604.95	354.15	354.15	454.15	302.01
03.01.05.10	PARAPETO DE CONCRETO						
03.01.05.10.01	PARAPETO DE - CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	2.30	1.57	1.57	4.71	1.56
03.01.05.10.02	PARAPETO DE CONCRETO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	44.04	21.94	21.94	52.81	24.08
03.01.05.10.03	PARAPETO DE CONCRETO - ACERO Fy=4200 kg/cm2	kg	128.32	64.45	64.45	164.45	70.81
03.01.05.11	LOSA ALIGERADA E=0.20						
03.01.05.11.01	LOSA - CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	38.89	37.76	37.76	58.34	7.49
03.01.05.11.02	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	628.38	438.42	438.42	691.62	98.85
03.01.05.11.04	LOSA ALIGERADA - LADRILLO HUECO H=0.15	und	5,114.41	3,652.04	3,652.04	5,636.19	848.25
03.01.05.11.05	LOSA ACERO Fy=4200 kg/cm2	kg	3,906.67	2,371.05	2,371.05	3,133.87	541.77
03.01.05.12	ESCALERAS						
03.01.05.12.01	ESCALERAS - CONCRETO F'c=210 KG/CM2	m3					36.19
03.01.05.12.02	ESCALERAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2					270.56
03.01.05.12.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 ESCALERAS	kg					2,892.54
03.01.05.13	CAJA ASCENSOR						
03.01.05.13.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 PARA CAJA ASCENSOR	m3					21.28
03.01.05.13.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CAJA ASCENSOR	m2					211.28
03.01.05.13.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA CAJA ASCENSOR	kg					2,005.30

Presupuesto

Presupuesto **0301023** "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIA DE LA I. E. N°39010/M-P CORAZÓN DE JESÚS EN LA LOCALIDAD DE CANGALLO DEL DISTRITO DE CANGALLO, PROVINCIA DE CANGALLO DEPARTAMENTO DE AYACUCHO"

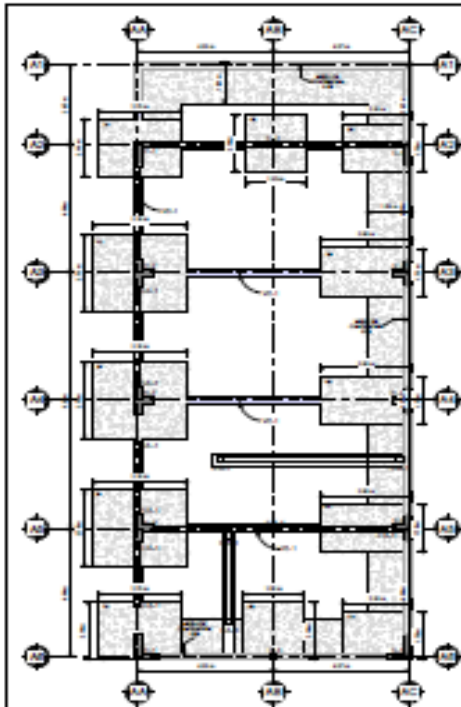
Subpresupuesto **003** **MODULO A**

Cliente **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANGALLO** Costo al **13/07/2020**

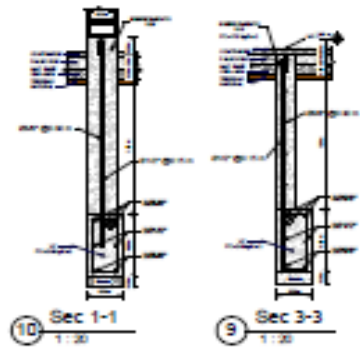
Lugar **AYACUCHO - CANGALLO - CANGALLO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
03	MODULO - A				404,139.17
03.01	ESTRUCTURAS				404,139.17
03.01.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				9,765.58
03.01.04.01	SOLADO				1,963.74
03.01.04.01.01	SOLADO PARA ZAPATAS E=4", 1:12 CEM/ HOR	m2	64.81	30.30	1,963.74
03.01.04.02	SOBRECIMIENTO				1,543.80
03.01.04.02.01	SOBRECIMIENTO, CONCRETO 1:8 + 25 % P.M f'c=100 kg/cm2	m3	3.22	331.05	1,065.98
03.01.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SOBRECIMIENTO ARMADO	m2	8.10	58.99	477.82
03.01.04.03	FALSO PISO				6,258.04
03.01.04.03.01	FALSO PISO MEZCLA 1:8 E=4"	m2	182.93	34.21	6,258.04
03.01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				394,373.59
03.01.05.01	CIMIENTO ARMADO				8,289.59
03.01.05.01.01	CIMIENTO ARMADO f'c=175 kg/cm2	m3	8.50	336.50	2,860.25
03.01.05.01.02	CIMIENTO ARMADO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	48.53	61.45	2,982.17
03.01.05.01.03	CIMIENTO ARMADO - ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	491.40	4.98	2,447.17
03.01.05.02	ZAPATAS				31,061.59
03.01.05.02.01	ZAPATAS - CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	56.18	376.65	21,160.20
03.01.05.02.02	ZAPATAS - ACERO Fy=4200 kg/cm2	kg	1,988.23	4.98	9,901.39
03.01.05.03	VIGAS DE CIMENTACIÓN				14,196.65
03.01.05.03.01	VIGAS DE CIMENTACIÓN - CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	9.84	376.65	3,706.24
03.01.05.03.02	VIGAS DE CIMENTACION - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	54.39	61.45	3,342.27
03.01.05.03.03	VIGAS DE CIMENTACIÓN ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 PARA	kg	1,435.37	4.98	7,148.14
03.01.05.04	MURO DE CONTENCION				40,754.21
03.01.05.04.01	MURO DE CONTENCION - CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	36.05	376.65	13,578.23
03.01.05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA MURO DE CONTENCION	m2	288.43	63.35	18,272.04
03.01.05.04.03	MURO DE CONTENCION- ACERO Fy=4200 kg/cm2	kg	1,813.43	4.91	8,903.94
03.01.05.05	COLUMNAS				79,483.90
03.01.05.05.01	COLUMNAS - CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	46.67	376.65	17,578.26
03.01.05.05.02	COLUMNAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	401.80	67.32	27,049.18
03.01.05.05.03	COLUMNAS - ACERO Fy=4200 kg/cm2	kg	6,999.29	4.98	34,856.46
03.01.05.06	COLUMNETAS DE CONFINAMIENTO				18,727.54
03.01.05.06.01	COLUMNETAS - CONCRETO 175 kg/cm2	m3	9.25	387.44	3,583.82
03.01.05.06.02	COLUMNETAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	201.27	57.30	11,532.77
03.01.05.06.03	COLUMNETAS - ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	725.09	4.98	3,610.95
03.01.05.07	VIGAS DE CONFINAMIENTO				3,456.48
03.01.05.07.01	VIGAS CONFINAMIENTO - CONCRETO 175 kg/cm2	m3	1.83	387.44	709.02
03.01.05.07.02	VIGAS CONFINAMIENTO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	23.05	73.98	1,705.24
03.01.05.07.03	VIGAS CONFINAMIENTO - ACERO fy=4200 kg/cm2	kg	127.13	4.98	633.11
03.01.05.07.04	MUROS PORTANTE - ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	82.15	4.98	409.11
03.01.05.08	VIGAS				84,884.70
03.01.05.08.01	VIGAS - CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	57.39	379.31	21,768.60
03.01.05.08.02	VIGAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	429.67	68.12	29,269.12
03.01.05.08.03	VIGAS - ACERO Fy=4200 kg/cm2	kg	7,110.71	4.76	33,846.98
03.01.05.09	VIGAS MANDIL				9,385.40
03.01.05.09.01	VIGAS MANDIL - CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	6.22	379.31	2,359.31
03.01.05.09.02	VIGAS MANDIL - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	53.67	74.78	4,013.44
03.01.05.09.03	VIGAS MANDIL - ACERO Fy=4200 kg/cm2	kg	604.95	4.98	3,012.65
03.01.05.10	PARAPETO DE CONCRETO				4,874.03
03.01.05.10.01	PARAPETO DE - CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	2.30	409.43	941.69
03.01.05.10.02	PARAPETO DE CONCRETO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	44.04	74.78	3,293.31
03.01.05.10.03	PARAPETO DE CONCRETO - ACERO Fy=4200 kg/cm2	kg	128.32	4.98	639.03
03.01.05.11	LOSA ALIGERADA				99,259.50
03.01.05.11.01	LOSA - CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	38.89	379.20	14,747.09
03.01.05.11.02	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	628.38	57.78	36,307.80
03.01.05.11.03	LOSA ALIGERADA - LADRILLO HUECO H=0.15	u	5,114.41	5.69	29,100.99
03.01.05.11.05	LOSA - ACERO Fy=4200 kg/cm2	kg	3,906.67	4.89	19,103.62
	COSTO DIRECTO				404,139.17

SON : CUATROCIENTOS CUATRO MIL CIENTO TRENTINUEVE Y 17/100 NUEVOS SOLES

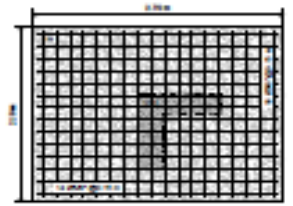


01 PL-CIMENTACIÓN
1:25

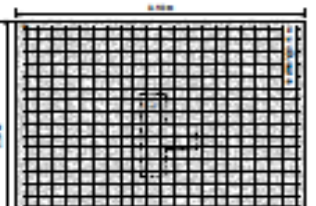


10 Sec 1-1
1:25

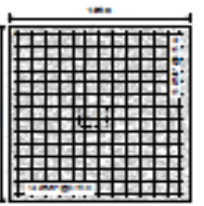
9 Sec 3-3
1:25



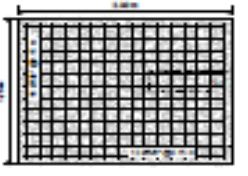
3 Z-1
1:25



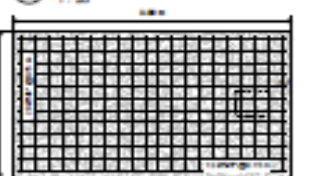
4 Z-2
1:25



6 Z-5
1:25



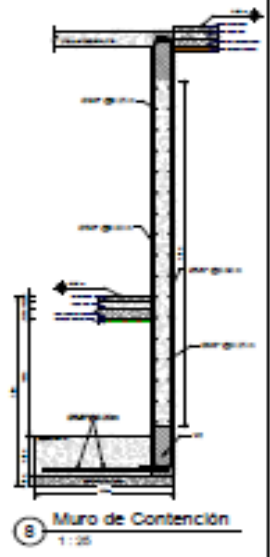
2 Z-3
1:25



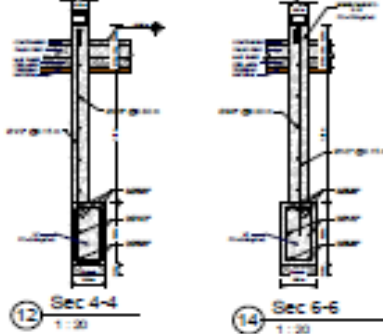
5 Z-4
1:25



11 Sec 2-2
1:25



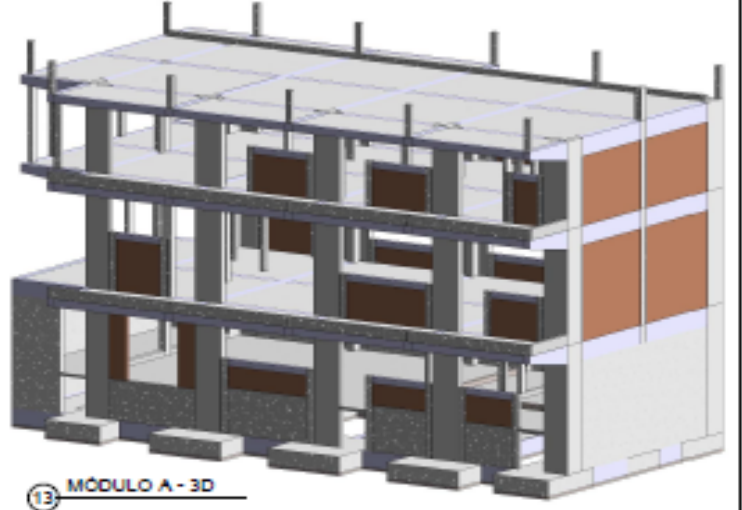
8 Muro de Contención
1:25



12 Sec 4-4
1:25

14 Sec 6-6
1:25

CUADRO DE COLUMNAS			
C 1	C 2	C 3	CA-1



13 MÓDULO A - 3D
1:25



PROYECTO:
"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIA DE LA I. E. N°39010M-P CORAZÓN DE JESÚS EN LA LOCALIDAD DE CANGALLO DEL DISTRITO DE CANGALLO - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO."




PROYECTISTA:

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PLANO:
MÓDULO A
CIMENTACIÓN

UBICACIÓN DEL MÓDULO:



UBICACIÓN:
REGION - AYACUCHO
PROVINCIA - CANGALLO
DISTRITO - CANGALLO
LUGAR - CANGALLO

DISEÑO: F.M.T.

ESCALA: 1:25

E - 01



PROYECTO:
 "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIA DE LA I. E. N°39010M-P CORAZÓN DE JESÚS EN LA LOCALIDAD DE CANGALLO DEL DISTRITO DE CANGALLO - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO"



PROYECTISTA:

ESPECIALIDAD:
 ESTRUCTURAS

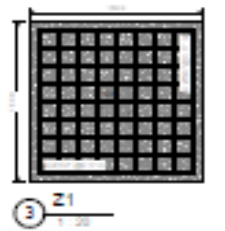
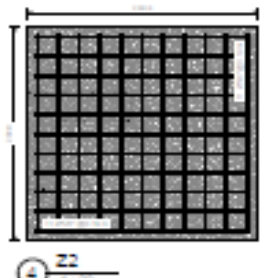
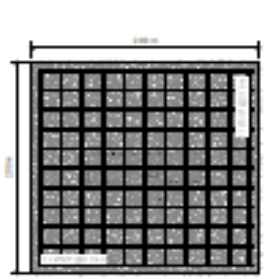
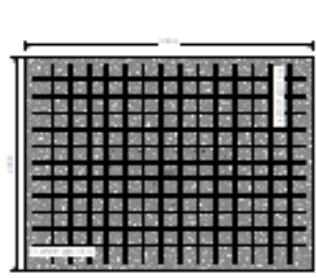
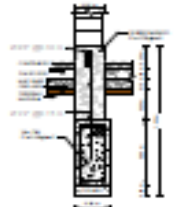
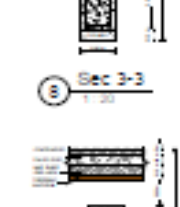
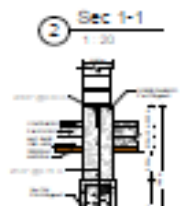
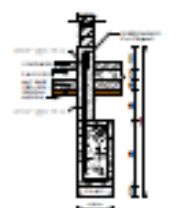
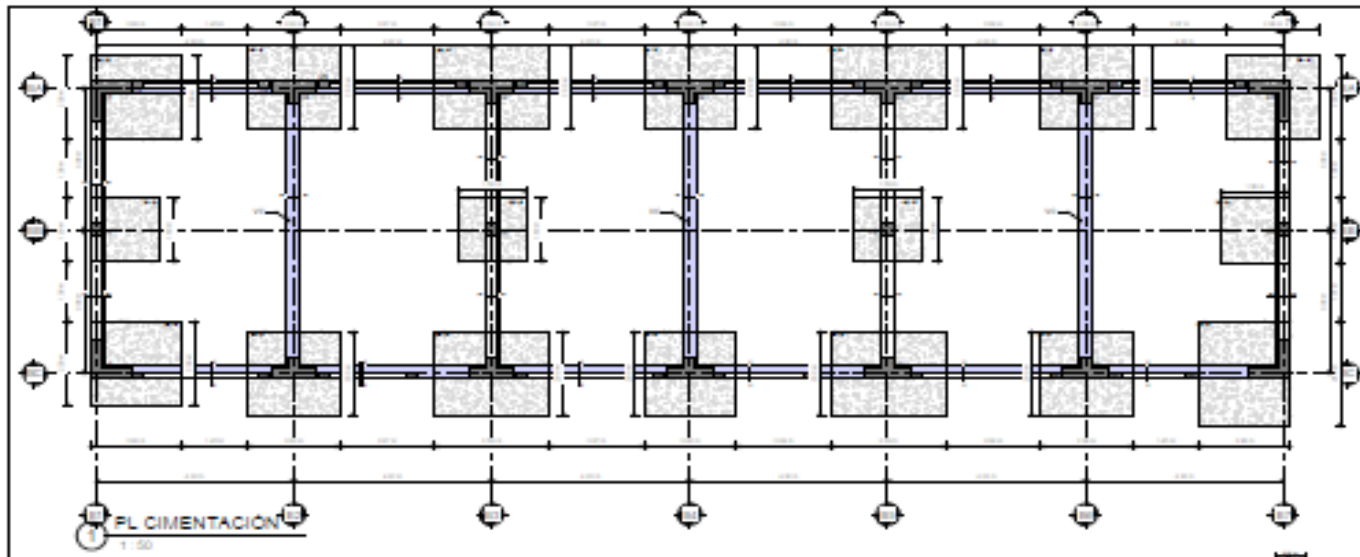
PLANO:
MODULO B
 CIMENTACIONES



REGION: AYACUCHO
 PROVINCIA: CANGALLO
 DISTRITO: CANGALLO
 LOCALIDAD: CANGALLO

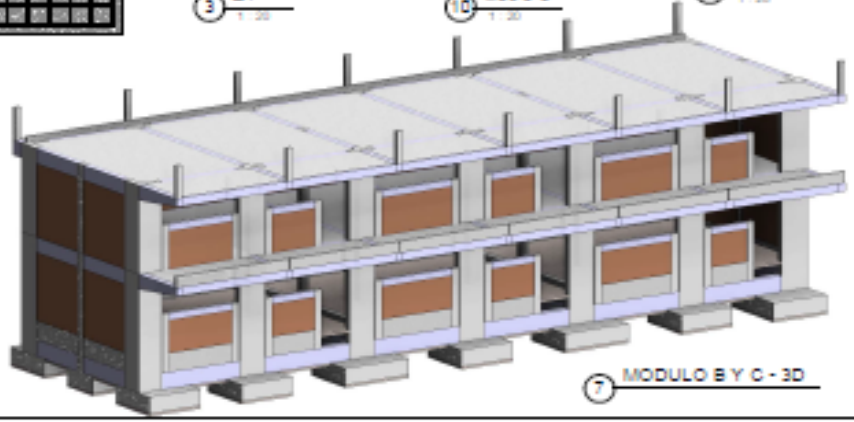
DISEÑO: F.M.T.
 ESCALA: 1:50

E - 01



CUADRO DE COLUMNAS

C1	C1 2º Piso	C2	C3	C6

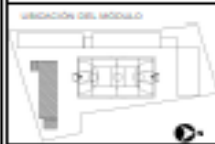




PROYECTISTA:

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

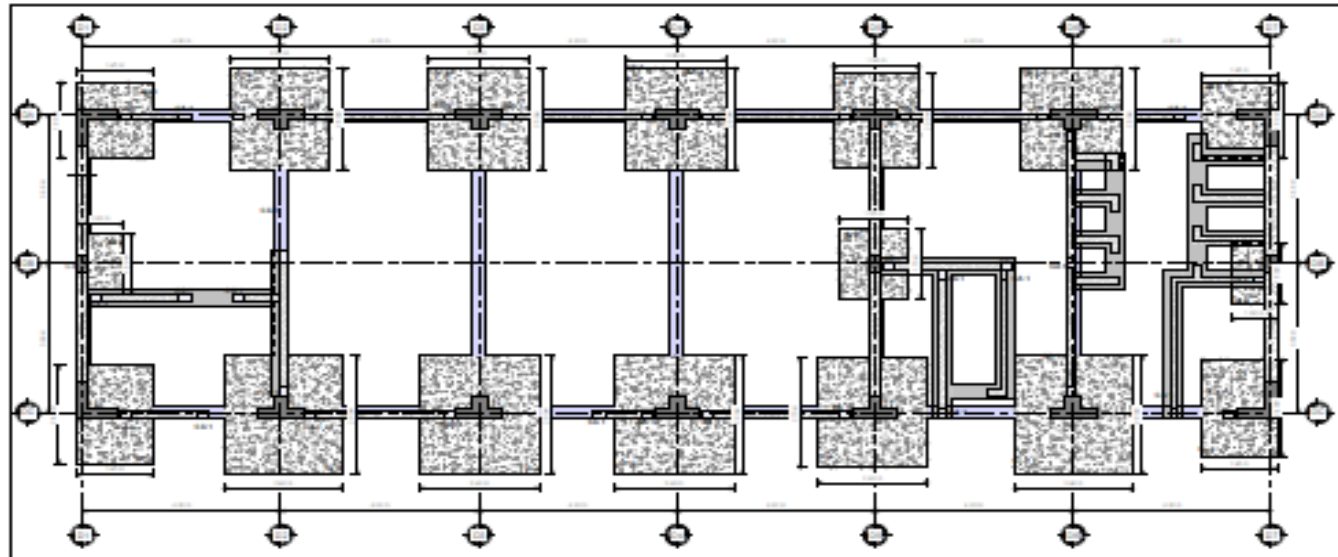
PLANO:
**MODULO D
CIMENTACIÓN**



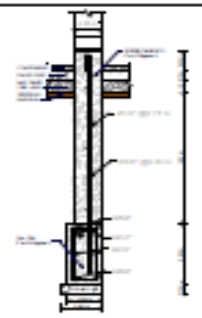
UBICACIÓN:
MUNICIPIO: AYACUCHO
PROVINCIA: CANGALLO
DISTRITO: CANGALLO
CANTÓN: CANGALLO

DESBLOQUEO: P&T
ESCALA: 1:50

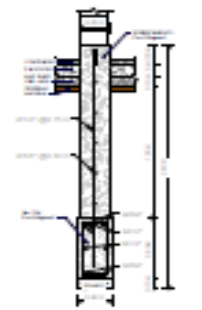
E - 01



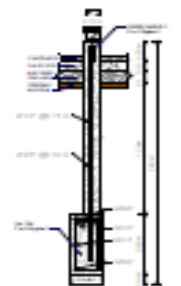
1 PL CIMENTACIONES
1:20



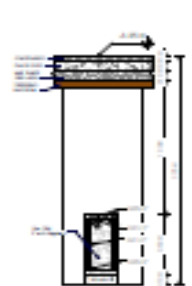
2 Sec 7-7
1:20



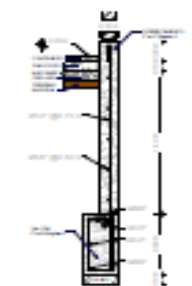
7 Sec 6-6
1:20



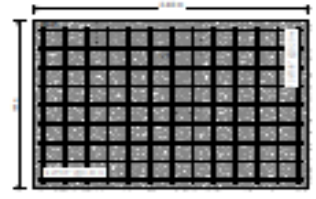
4 Sec 2-2
1:20



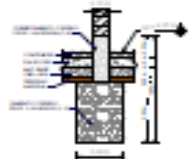
5 Sec 3-3
1:20



6 Sec 4-4
1:20



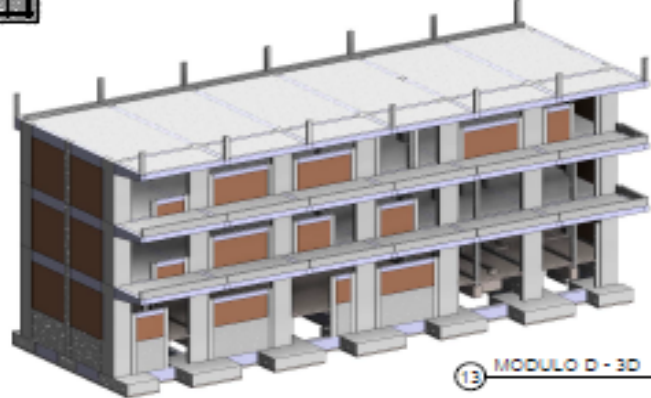
14 Z-01
1:20



3 Sec 1-1
1:20

CUADRO DE COLUMNAS

C-1	C-2	C-3	C-4	C-A



13 MODULO D - 3D



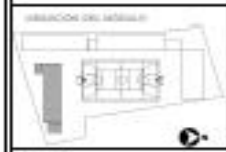
PROYECTO:
 "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIA DE LA I. E. N°3901084-P CORAZON DE JESUS EN LA LOCALIDAD DE CANGALLO DEL DISTRITO DE CANGALLO - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO"



PROYECTISTA:

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

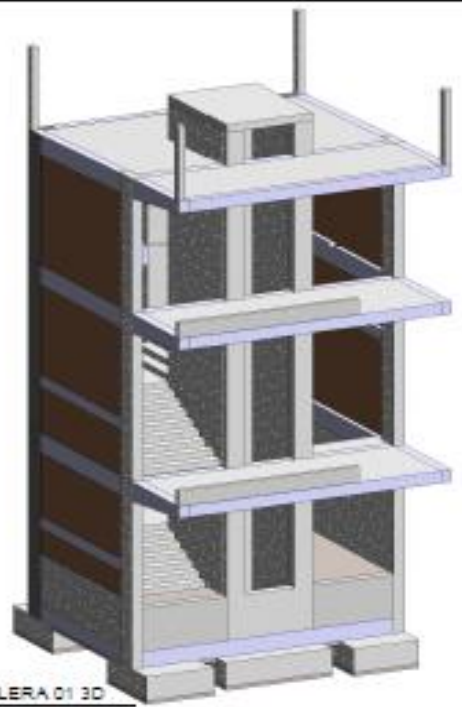
PLANO:
MODULO ESCALERAS



UBICACION:
 REGION: AYACUCHO
 PROVINCIA: CANGALLO
 DISTRITO: CANGALLO

DESENHO: F.M.T.
 ESCALA: 1:50

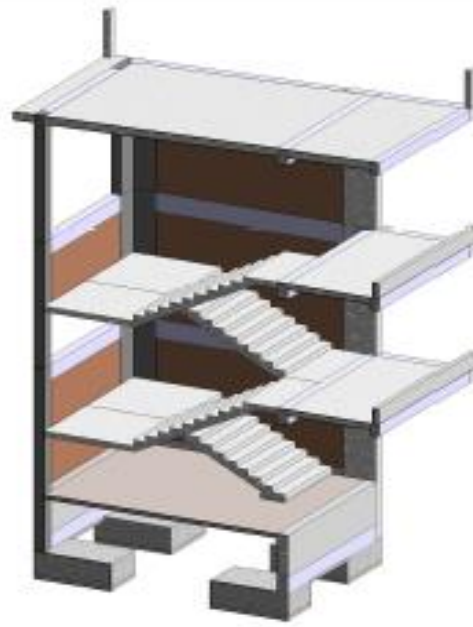
E - 01



1 ESCALERA 01 3D



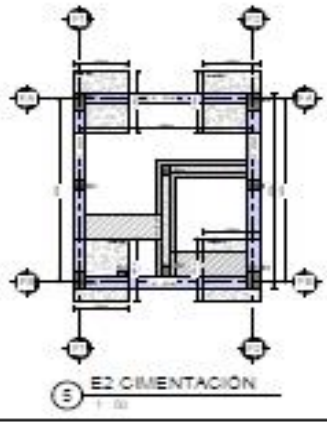
2 ESCALERA 02 3D



3 ESCALERA 03 3D



4 E1 CIMENTACION
1:50



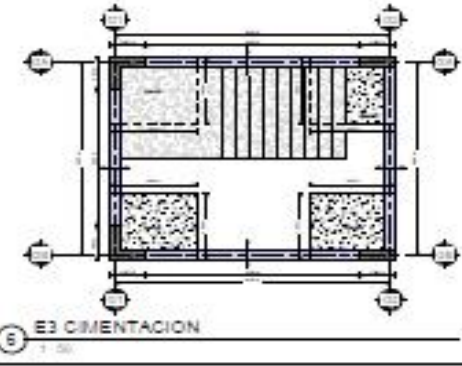
5 E2 CIMENTACION
1:50



6 E2 Z1
1:20



7 E2 ESCALERA DEPOSITO
1:25



8 E3 CIMENTACION
1:50

PRESUPUESTO DE OBRA

PROYECTO : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO EDUCATIVO DE NIVEL PRIMARIA DE LA I. E. "DORTCHAMP" COMUNA DE JESÚS EN LA LOCALIDAD DE CANGALLO DEL DISTRITO DE CANGALLO, PROVINCIA DE CANGALLO DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

PRESUPUESTO 00 : MODULO A
 PROPIETARIO : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANGALLO
 UBICACION : DPTO AYACUCHO PROV CANGALLO DIST CANGALLO
 FECHA PROYECTO : 202008

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Presu.	Parcial	Sub Total
0	RESUMEN					407081.26
01	CONSTRUCCIONES					407081.26
01.4	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					388711.26
01.4.1	soluciones					388711.26
01.4.1.1	SOLADO PARA DAPTRAS 1.10 CM HORIZ.	m ²	111.70	30.3	3380.00	
01.4.1.2	CONCRETO ARMADO					384831.26
01.4.1.2.1	SOBRECIMENTO, CONCRETO F-200 Kg/m ³ F-200 Igland	m ²	3.10	221.05	1022.88	
01.4.1.2.2	ENCORCADO Y DESENCORCADO PARA SOBRECIMIENTO ARMADO	m ²	7.08	50.88	89.70	
01.4.1.3	ALACERIOS					380911.26
01.4.1.3.1	FALDO POR M ² COLA 1.00 H ²	m ²	175.08	34.21	5889.00	
01.4.2	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					380721.26
01.4.2.1	CONCRETO ARMADO					87001.26
01.4.2.1.1	OSERA FORMADO F-170 Igland	m ²	7.22	228.5	1680.21	
01.4.2.1.2	OSERA DE ARMADO ENCORCADO Y DESENCORCADO	m ²	10.81	81.40	2079.38	
01.4.2.1.3	OSERA DE ARMADO - ACERO F-400 Igland GRADO 80	kg	400.00	4.88	2189.28	
01.4.2.2	soluciones					372021.26
01.4.2.2.1	DAPTAS - CONCRETO F-200 Igland	m ²	58.00	170.85	17888.00	
01.4.2.2.2	DAPTAS - ACERO F-400 Igland	kg	1888.71	4.88	8825.85	
01.4.2.3	soluciones de construcción					346131.26
01.4.2.3.1	VERAS DE CONSTRUCCION - CONCRETO F-170 Igland	m ²	8.11	170.85	3084.80	
01.4.2.3.2	VERAS DE CONSTRUCCION - ENCORCADO Y DESENCORCADO	m ²	55.48	81.40	1488.78	
01.4.2.3.3	VERAS DE CONSTRUCCION ACERO F-400 Igland GRADO 80	kg	1028.58	4.88	1970.20	
01.4.3	soluciones de construcción					341441.26
01.4.3.1	MURO DE CONCRECCION - CONCRETO F-170 Igland	m ²	25.78	170.85	13880.5	
01.4.3.2	ENCORCADO Y DESENCORCADO PARA MURO DE CONCRECCION	m ²	288.25	83.25	18740.27	
01.4.3.3	MURO DE CONCRECCION - ACERO F-400 Igland	kg	3400.88	4.88	11848.34	
01.4.4	Columnas					337991.26
01.4.4.1	COLUMNAS - CONCRETO F-170 Igland	m ²	48.00	170.85	17912.40	
01.4.4.2	COLUMNAS - ENCORCADO Y DESENCORCADO	m ²	400.11	81.40	28480.71	
01.4.4.3	COLUMNAS - ACERO F-400 Igland	kg	1388.84	4.88	28840.70	
01.4.5	Columnas para sobrecimientos					303001.26
01.4.5.1	COLUMNAS - CONCRETO F-170 Igland	m ²	8.00	287.48	2307.20	
01.4.5.2	COLUMNAS - ENCORCADO Y DESENCORCADO	m ²	218.8	81.40	12225.78	
01.4.5.3	COLUMNAS - ACERO F-400 Igland	kg	720.84	4.88	2880.25	
01.4.6	soluciones de construcción					280731.26
01.4.6.1	VERAS CONFINAMIENTO - CONCRETO F-170 Igland	m ²	1.05	287.48	302.84	
01.4.6.2	VERAS CONFINAMIENTO - ENCORCADO Y DESENCORCADO	m ²	78.88	81.40	1470.70	
01.4.6.3	VERAS CONFINAMIENTO - ACERO F-400 Igland	kg	128.00	4.88	1880.5	
01.4.6.4	MURO PERFORADO - ACERO F-400 Igland	kg	80.88	4.88	1170.2	
01.4.7	soluciones					278841.26
01.4.7.1	VERAS - CONCRETO F-170 Igland	m ²	48.00	170.85	17925.5	
01.4.7.2	VERAS - ENCORCADO Y DESENCORCADO	m ²	287.78	88.10	25881.81	
01.4.7.3	VERAS - ACERO F-400 Igland	kg	887.81	4.78	2880.20	
01.4.8	soluciones					269131.26
01.4.8.1	VERAS BANCAL - CONCRETO F-170 Igland	m ²	5.58	170.85	2188.88	
01.4.8.2	VERAS BANCAL - ENCORCADO Y DESENCORCADO	m ²	17.00	81.40	4888.2	
01.4.8.3	VERAS BANCAL - ACERO F-400 Igland	kg	710.84	4.88	2888.84	
01.4.9	soluciones de construcción					268111.26
01.4.9.1	PARRILLOS DE CONCRETO - CONCRETO F-170 Igland	m ²	2.10	488.40	880.27	
01.4.9.2	PARRILLOS DE CONCRETO - ENCORCADO Y DESENCORCADO	m ²	34.08	74.78	2548.5	
01.4.9.3	PARRILLOS DE CONCRETO - ACERO F-400 Igland	kg	108.8	4.88	548.80	
01.4.10	soluciones					262621.26
01.4.10.1	LOSAS - CONCRETO F-170 Igland	m ²	54.88	378.2	2874.28	
01.4.10.2	LOSAS ALICATADA - ENCORCADO Y DESENCORCADO	m ²	888.40	81.78	2247.78	
01.4.10.3	LOSAS ALICATADA - LAJOLLO HERCO H4010	ml	5888.70	2.88	28888.5	
01.4.10.4	LOSAS - ACERO F-400 Igland	kg	3487.85	4.88	18788.41	

Costo Obra	407081.26
Costo Adm. Obra	10000
TOTAL	417081.26

(Por autorización expresa del comité selecto y sujeción a los datos de este informe)

CUADRO DE RESUMEN - METRADOS EJECUTADOS

ITEM	Tipo	UNID.	Total	Total	Total	Total	Total
			MODULO A	MODULO B	MODULO C	MODULO D	MODULO EOC
1.01	ESTRUCTURAS						
01.01.01	VRAS DE CONCRETO SIMPLE						
01.01.01.01	SOLADO PARA DAPNTAS 60x7, 1.10 CEM/ HOR	m ²	111.70	81.00	81.00	81.41	11.89
01.01.01.02	SOBRICIMIENTO, CONCRETO 1.8 + 20 N.FM f'c=100 kg/cm ²	m ²	8.19			10.80	
01.01.01.03	SOBRICIMIENTO - ENCOFRADO Y DESMCOFRADO	m ²	7.87			10.18	
01.01.01.04	FALSO PISO						
01.01.01.05	FALSO PISO MEZCLA 1.8 60x7	m ²	177.28	187.70	187.70	177.88	10.88
01.01.02	VRAS DE CONCRETO ARMADO						
01.01.02.01	CIMENTO ARMADO f'c=100 kg/cm ²	m ²	7.50	8.80	8.80	14.58	11.54
01.01.02.02	CIMENTO ARMADO - ENCOFRADO Y DESMCOFRADO	m ²	81.89	71.88	71.88	188.80	88.87
01.01.02.03	COMBACI3N ACERO fy=4200 kg/cm ² GRADO B	kg	488.88	588.70	588.70	888.70	108.88
01.01.03	DAPNTAS						
01.01.03.01	DAPNTAS - CONCRETO f'c=100 kg/cm ²	m ²	88.88	81.87	81.87	88.72	11.88
01.01.03.02	DAPNTAS - ACERO fy=4200 kg/cm ²	kg	1088.88	1088.80	1088.80	1188.84	88.88
01.01.03.03	VRAS DE COMBACI3N - CONCRETO f'c=100 kg/cm ²	m ²	8.18	14.51	14.51	8.18	8.88
01.01.03.04	VRAS DE COMBACI3N - ENCOFRADO Y DESMCOFRADO	m ²	10.5	188.82	188.82	188.80	88.88
01.01.03.05	VRAS DE COMBACI3N ACERO fy=4200 kg/cm ² GRADO B		1888.88	1871.12	1871.12	1712.88	88.88
01.01.04.01	MURO DE CONTENCI3N - CONCRETO f'c=100 kg/cm ²	m ²	88.88				8.72
01.01.04.02	MURO DE CONTENCI3N - ENCOFRADO Y DESMCOFRADO	m ²	188.87				11.87
01.01.04.03	MURO DE CONTENCI3N - ACERO fy=4200 kg/cm ² GRADO B	kg	1888.88				11.12
01.01.05.01	COLUMNAS - CONCRETO f'c=100 kg/cm ²	m ²	88.88	87.88	87.88	11.88	18.12
01.01.05.02	COLUMNAS - ENCOFRADO Y DESMCOFRADO	m ²	88.88	88.88	88.88	11.88	18.12
01.01.05.03	COLUMNAS - ACERO fy=4200 kg/cm ²	kg	1888.88	888.72	888.72	888.82	88.88
01.01.06.01	COLUMNITAS - CONCRETO 175 kg/cm ²	m ²	8.88	8.88	8.88	8.88	8.88
01.01.06.02	COLUMNITAS - ENCOFRADO Y DESMCOFRADO	m ²	188.88	88.88	88.88	188.88	11.88
01.01.06.03	COLUMNITAS - ACERO fy=4200 kg/cm ²	kg	188.88	11.88	11.88	1188.88	11.88
01.01.07.01	VRAS DE CONFINAMIENTO - CONCRETO 175 kg/cm ²	m ²	1.87	1.17	1.17	1.88	
01.01.07.02	VRAS DE CONFINAMIENTO - ENCOFRADO Y DESMCOFRADO	m ²	18.88	18.88	18.88	18.72	
01.01.07.03	VRAS DE CONFINAMIENTO - ACERO fy=4200 kg/cm ²	kg	188.87	128.78	128.78	188.88	
01.01.07.04	MURO PORTANTE CONCRETO - ACERO fy=4200 kg/cm ²	kg	11.12	188.88	188.88	188.88	
01.01.08.01	VRAS - CONCRETO f'c=100 kg/cm ²	m ²	88.88	11.88	11.88	88.12	11.12
01.01.08.02	VRAS - VRAS - ENCOFRADO Y DESMCOFRADO	m ²	888.88	128.88	128.88	871.88	188.87
01.01.08.03	VRAS - ACERO fy=4200 kg/cm ²	kg	888.88	888.12	888.12	8878.88	888.12
01.01.09	VRAS MANDEL						
01.01.09.01	VRAS MANDEL - CONCRETO f'c=100 kg/cm ²	m ²	1.88	1.12	1.12	8.88	1.88
01.01.09.02	VRAS MANDEL - ENCOFRADO Y DESMCOFRADO	m ²	11.88	11.88	11.88	88.12	11.12
01.01.09.03	VRAS MANDEL - ACERO fy=4200 kg/cm ²	kg	111.88	888.71	888.71	111.88	888.88
01.01.10.01	PASAPISO DE - CONCRETO f'c=175 kg/cm ²	m ²	1.18	1.12	1.12	8.88	1.48
01.01.10.02	PASAPISO DE CONCRETO - ENCOFRADO Y DESMCOFRADO	m ²	88.88	18.88	18.88	88.88	11.12
01.01.10.03	PASAPISO DE CONCRETO - ACERO fy=4200 kg/cm ²	kg	107.8	188.7	188.7	188.88	11.12
01.01.11	LOSA ALIGERADA FALSO						
01.01.11.01	LOSA - CONCRETO f'c=100 kg/cm ²	m ²	88.88	88.88	88.88	81.88	8.78
01.01.11.02	LOSA ALIGERADA - ENCOFRADO Y DESMCOFRADO	m ²	888.88	888.88	888.88	871.88	87.12
01.01.11.03	LOSA ALIGERADA - LADRILLO MURO H=15	Und	888.7	888.88	888.88	888.88	888.88
01.01.11.04	LOSA ACERO fy=4200 kg/cm ²	kg	888.88	188.88	188.88	81.88	888.88
01.01.12.01	ESCALERAS - CONCRETO f'c=100 kg/cm ²	m ²					88.12
01.01.12.02	ESCALERAS - ENCOFRADO Y DESMCOFRADO	m ²					11.88
01.01.12.03	ACERO fy=4200 kg/cm ² GRADO B ESCALERAS	kg					188.12
01.01.13.01	CONCRETO f'c=100 kg/cm ² PARA CAVA ASCENSOR	m ²					18.12
01.01.13.02	ENCOFRADO Y DESMCOFRADO PARA CAVA ASCENSOR	m ²					11.88
01.01.13.03	ACERO fy=4200 kg/cm ² GRADO B PARA CAVA ASCENSOR	kg					188.75