



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS
SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR
INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

**Tesistas : CARLOS ADRIÁN ORTIZ CHUJUTALLI
RUBÉN HOMERO HUAYNATE TITO**

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

Huánuco-Perú

2015

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS
ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO
2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

HUAYNATE TITO, Rubén Homero

ORTIZ CHUJUTALLI, Carlos Adrián

Todos los derechos son reservados por los autores

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE
LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’
PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS
ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO
2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

DEDICATORIA

A nuestros padres por su amor, paciencia y consejos que ayudaron a realizarnos profesionalmente y convertirnos en personas de bien que puedan servir a la sociedad.

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

AGRADECIMIENTO

A los profesionales: Arq. Ricardo Sánchez Murrugarra e Ing. Rodrigo Sánchez Palacios por apoyarnos y guiarnos durante el desarrollo de este trabajo.

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

RESUMEN

En la presente tesis se realiza la aplicación de la Metodología BIM (Building Information Modeling) en las especialidades de Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Eléctricas y Sanitarias del proyecto de "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN", para gestionar interferencias e incompatibilidades y describir los beneficios de emplear esta metodología en los proyectos de edificación. Su aplicación requiere softwares que permitan la interacción entre especialidades, nosotros empleamos los siguientes: Revit®2014, Navisworks Manage® 2014; además de otros softwares que pueden vincularse a los ya mencionados como: Microsoft Excel 2013, MS Project® 2013 y Adobe Dreamweaver®, así como también medios de almacenamiento en la nube (Dropbox®).

En el primer capítulo se describe la parte metodológica del trabajo de investigación, se describe los antecedentes de la investigación, formulación del problema, se establecen los objetivos generales y específicos que se pretende lograr con la investigación.

En el segundo capítulo se describen de manera detallada: términos frecuentemente empleados en la investigación, el significado de la

metodología BIM y su forma de trabajo, los softwares BIM utilizados para crear el modelo y el nivel de desarrollo de los elementos (LOD).

En el tercer capítulo se explica detalladamente cómo creó el modelo del proyecto y sobretodo la manera en la que se debe trabajar de manera coordinada para gestionar incompatibilidades durante el modelado.

En el cuarto capítulo se realiza un análisis de los resultados y cómo es que se gestionan las interferencias e incompatibilidades entre las distintas especialidades; asimismo se realiza una breve introducción del uso del modelo durante la ejecución del proyecto.

En el quinto y último capítulo se presentan las conclusiones del trabajo de investigación y algunas recomendaciones sobre el tema.

SUMMARY

This thesis makes the application of BIM (Building Information Modeling) methodology in the fields of Architecture, Structures, Electrical Installations and Plumbing to the Project "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN" to manage their interferences and incompatibilities, and describe the benefits of using this methodology in building projects. Its application requires software that allow interaction between specialties, we use the following: Revit®2014, Manage® Navisworks 2014; and other software that can be linked to those already mentioned as Microsoft Excel 2013, MS Project® 2013 and Adobe Dreamweaver®, as well as storage media in the cloud (Dropbox®).

In the first chapter the methodological part of the research work described, background research, formulation of the problem is described, the general and specific objectives to be achieved with the investigation are set.

In the second chapter describes in detail: terms frequently used in research, the meaning of the BIM methodology and work your way up,

the BIM software used to create the model and the level of development of elements (LOD).

In the third chapter explains in detail how to set up the project model and especially the way it should work in coordination to manage incompatibilities during modeling.

In the fourth chapter analyzes the results is made and how that interference and incompatibilities between different specialties are managed; also a brief introduction of the use of the model is done during project implementation.

In the fifth and final chapter, the findings of the research and recommendations on the subject are presented.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	14
ÍNDICE DE GRÁFICOS	22
ÍNDICE DE TABLAS	23
INTRODUCCIÓN	25
CAPÍTULO I	27
1. MARCO TEÓRICO	28
1.1. Planteamiento del problema	28
1.1.1. Antecedentes y fundamentación del problema.....	28
1.1.2. Formulación del problema	29
1.1.2.1. Formulación del problema general.....	29
1.1.2.2. Formulación de los problemas específicos	30
1.2. Objetivos	31
1.2.1. Objetivo general.....	31
1.2.2. Objetivos específicos	31
1.3. Justificación e importancia.....	32
1.3.1. Justificación.....	32
1.3.2. Importancia.....	32
1.3.3. Limitaciones.....	32
1.4. Hipótesis, variables, indicadores y definiciones operacionales	33
1.4.1. Hipótesis	33
1.4.1.1. Hipótesis general	33
1.4.1.2. Hipótesis específicas	33
1.4.2. Sistema de variables – dimensiones e indicadores	34
1.4.2.1. Variable independiente	34

1.4.2.2. Variable dependiente	34
1.5. Universo, Población muestral.....	35
1.6. Definición de términos básicos.....	36
1.6.1. Definición de palabras frecuentes	37
1.6.2. Metodología BIM	38
1.6.2.1. BIM como proyectista.....	39
1.6.2.2. BIM como ejecutor.....	40
1.6.3. Softwares BIM utilizados en la investigación.....	41
1.6.3.1. Autodesk Revit®	41
1.6.3.2. Autodesk Navisworks Manage®	43
1.6.3.3. MS Project®	44
1.6.4. LOD (Level Of Development)	46
1.6.4.1. Nivel de desarrollo vs. Nivel de detalle	47
1.6.4.2. Niveles de desarrollo fundamentales	47
1.7. Matriz de Consistencia.....	50
CAPÍTULO II.....	51
2. MARCO METODOLÓGICO.....	52
2.1. Tipo y nivel de investigación.....	52
2.1.1. Tipo de investigación	52
2.1.2. Nivel de investigación.....	52
2.2. Técnicas de recolección y tratamiento de datos.....	52
2.2.1. Planificación y organización de la encuesta	52
2.2.2. Procesamiento y presentación de datos	54

CAPÍTULO III.....	64
3. CREACIÓN DE UN MODELO BIM Y MÉTODO DE COORDINACIÓN ENTRE ESPECIALIDADES.....	65
3.1. Descripción del Proyecto: "Mejoramiento de los servicios académicos de la facultad de ciencias económicas de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán".....	65
3.2. Nivel de desarrollo (LOD)	69
3.3. Colaboración entre especialidades	70
3.3.1. Creación de una plantilla multidisciplinaria en Autodesk Revit 2014®	71
3.3.1.1. Pasos para crear una plantilla multidisciplinaria	71
3.3.2. Servidor de almacenamiento	76
3.3.3. Creación de modelo central y de sub proyectos (modelos locales)	79
3.4. Modelado de la información en Autodesk Revit® 2014	82
3.4.1. Especialidad: Arquitectura	82
3.4.1.1. Materiales	83
3.4.1.2. Modelado de elementos	84
3.4.2. Especialidad: Estructuras.....	84
3.4.2.1. Materiales	85
3.4.2.2. Modelado de elementos	85
3.4.3. Especialidad: Instalaciones eléctricas	86
3.4.3.1. Materiales	86
3.4.3.2. Modelado de elementos	87

3.4.4. Especialidad: Instalaciones sanitarias	87
3.4.4.1. Materiales	88
3.4.4.2. Modelado de elementos	88
3.5. Visualización de la información previa a la etapa de construcción ...	88
3.5.1. Ventajas de los modelos 4D	89
3.5.1.1. ¿Qué es un modelo 4D?	89
3.5.1.2. Creación de un modelo 4D.....	90
CAPÍTULO IV	95
4. GESTIÓN DE INCOMPATIBILIDADES EMPLEANDO UN MODELO BIM E	
INTRODUCCIÓN AL CONTROL DE OBRA DURANTE LA EJECUCIÓN.....	96
4.1. Coordinación entre especialidades durante el modelado de la	
edificación.....	96
4.1.1. Influencia de la aplicación de la metodología BIM durante el	
modelado.....	97
4.2. Detección de interferencias.....	103
4.2.1. Gestión de interferencias no sustanciales	107
4.2.1.1. Estructuras.....	107
4.2.1.2. Arquitectura	110
4.2.1.3. Arquitectura vs. Estructura	115
4.2.1.4. Sanitarias vs. Estructuras	116
4.2.1.5. Sanitarias vs. Sanitarias	118
4.2.2. Gestión de interferencias sustanciales.....	120
4.2.2.1. Estructuras vs Arquitectura.....	121
4.2.2.2. Instalaciones sanitarias	135

4.2.2.3. Instalaciones sanitarias vs. Estructuras.....	138
4.2.2.4. Instalaciones eléctricas vs. Estructuras.....	140
4.3. Introducción al control de obra durante la ejecución	141
4.3.1. Modo de trabajo en el modelo BIM.....	142
4.3.2. Beneficios del control de calidad empleando un modelo BIM...	145
CAPÍTULO V	147
5. CONCLUSIONES	148
BIBLIOGRAFÍA.....	151
ANEXOS.....	153

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1. Procesos y etapas de la Metodología BIM. Fuente: Autodesk.....	39
Figura N° 1.2: Niveles de desarrollo y sus especificaciones. Fuente: BIM Forum	49
Figura N° 3.1: Captura de pantalla, página de inicio de Revit® 2014. Fuente: Propia.....	72
Figura N° 3.2: Captura de pantalla de Revit® 2014, creación de un nuevo proyecto multidisciplinario. Fuente: Propia	73
Figura N° 3.3: Captura de pantalla de Revit® 2014, transferencia de propiedades de especialidades en el software. Fuente: Propia.....	74
Figura N° 3.4: Captura de pantalla de Revit® 2014, creación de vistas para las especialidades. Fuente: Propia.....	74
Figura N° 3.5: Captura de Pantalla de Revit® 2014, asignación de especialidades a cada plantilla del proyecto. Fuente: Propia	75
Figura N° 3.6: Captura de pantalla de Revit® 2014, vista final de las plantillas multidisciplinarias creadas. Fuente: Propia	76

Figura N° 3.7: Muestra de asignación de carpetas compartidas empleando el almacenamiento en la nube. Fuente: Propia, recuperada de www.dropbox.com	78
Figura N° 3.8: Captura de pantalla de Revit® 2014, creación de sub especialidades según el proyecto (Arquitectura, estructuras, eléctricas y sanitarias). Fuente: Propia.....	80
Figura N° 3.9: Captura de pantalla de Revit® 2014, creación de archivos locales a partir de un modelo central. Fuente: Propia.....	81
Figura N° 3.10: Captura de pantalla de Revit® 2014, asignación de modificación de las especialidades a cada colaborador. Fuente: Propia	81
Figura N° 3.11: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, agrupación de elementos para su posterior programación. Fuente: Propia	91
Figura N° 3.12: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, vista del diagrama de barras para la programación 4D de la obra. Fuente: Propia	92

Figura N° 3.13: Captura de pantalla de MS Project® 2013, conjuntos exportados desde Navisworks Manage® 2014 para su programación. Fuente: Propia.....	93
Figura N° 3.14: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, simulación de la programación de obra en el software una vez importados los datos. Fuente: Propia	94
Figura N° 4.1: Captura de pantalla, notificación en la plataforma de almacenamiento sobre modificación en el archivo central Fuente: Propia	98
Figura N° 4.2: Captura de pantalla, solicitud de modificación de un sub proyecto. Fuente: Propia.....	99
Figura N° 4.3: Captura de pantalla de Revit® 2014, especialidad de estructuras con detalles en 3D. Fuente: Propia	100
Figura N° 4.4: Captura de pantalla de Revit® 2014, vista de detalles en el software. Fuente: Propia.....	101
Figura N° 4.5: Captura de pantalla de Revit® 2014, detección de interferencia durante el modelado. Fuente: Propia.....	102

Figura N° 4.6: Captura de pantalla de Revit® 2014, entorno de trabajo para cada especialidad. Fuente: Propia	102
Figura N° 4.7: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, detección de interferencias a partir del modelo central. Fuente: Propia.	105
Figura N° 4.8: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, selección de elementos por especialidad. Fuente: Propia	106
Figura N° 4.9: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, detección de resultado y análisis de los elementos implicados. Fuentr: Propia	107
Figura N° 4.10: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, elementos de la especialidad. Fuente: Propia	108
Figura N° 4.11: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, otro ejemplo de interferencias en estructuras	109
Figura N° 4.12: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, interferencias debido a elementos del muro cortina. Fuente: Propia.	112

Figura N° 4.13: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, Interferencias de barandas con parapeto en niveles 2° al 6°. Fuente: Propia	113
Figura N° 4.14: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, Interferencias no sustancial por modelamiento. Fuente: Propia	114
Figura N° 4.15: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, interferencia por modelamiento despreciable. Fuente: Propia	116
Figura N° 4.16: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, interferencia de instalaciones sanitarias con estructuras. Fuente: Propia.	118
Figura N° 4.17: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, interferencias de tuberías y accesorios. Fuente: Propia.....	120
Figura N° 4.18: Desnivel en el terreno del proyecto, imagen renderizada en Revit® 2014. Fuente: Propia	121
Figura N° 4.19: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, interferencia debido a la topografía no considerada. Fuente: Propia.	123

Figura N° 4.20: Captura de pantalla de Revit® 2014, cálculo del volumen de corte mediante el software. Fuente: Propia	124
Figura N° 4.21: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, interferencia de los elementos con la vía peatonal de la UNHEVAL. Fuente: Propia.....	125
Figura N° 4.22: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, ventanas ubicadas inadecuadamente. Fuente: Propia	127
Figura N° 4.23: Detalle de estructuras del plano E-20, se aprecia el nivel de piso terminado coincidente con el de arquitectura. Fuente: Expediente técnico del proyecto “Mejoramiento de los servicios académicos de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNHEVAL”	128
Figura N° 4.24: Vista en corte del plano A-13 donde se puede ver el mismo NPT. Fuente: Expediente técnico del proyecto “Mejoramiento de los servicios académicos de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNHEVAL”	129
Figura N° 4.25: Vista en corte del plano A-13, se puede ver que el peralte de la losa nervada es distinto al del plano de estructuras. Fuente: Expediente técnico del proyecto “Mejoramiento de los	

servicios académicos de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNHEVAL” 129

Figura N° 4.26: Vista en corte del plano E-15, se aprecia el peralte real de los nervios de la losa. Fuente: Expediente técnico del proyecto “Mejoramiento de los servicios académicos de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNHEVAL” 130

Figura N° 4.27: Vista del plano A-13, los ambientes del cuarto y quinto nivel ubicados entre los ejes A-B presentan mamparas. Fuente: Expediente técnico del proyecto “Mejoramiento de los servicios académicos de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNHEVAL” 131

Figura N° 4.28: Vista en corte de las plantas 4° y 5° del plano A-05 se puede ver el detalle de divisiones en los ejes A-B. Fuente: Expediente técnico del proyecto “Mejoramiento de los servicios académicos de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNHEVAL” 132

Figura N° 4.29: Captura de pantalla de Revit® 2014, vista en 3D del modelo BIM, donde se aprecia la ubicación de la cisterna cortando la cimentación de las placas PL-05. Fuente: Propia 133

Figura N° 4.30: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, interferencia en instalaciones sanitarias. Fuente: Propia	137
Figura N° 4.31: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, interferencia de instalaciones sanitarias con estructuras. Fuente: Propia	138
Figura N° 4.32: Plano de Instalaciones Eléctricas vs Estructuras, se hace referencia al Tablero de distribución 1 (TD1) Fuente: Expediente Técnico: 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN'	140
Figura N° 4.33: Captura de pantalla de Revit® 2014, programación de condicionales para el control de obra. Fuente: Propia	143
Figura N° 4.34: Captura de pantalla de Microsoft Excel® 2013, tabla de planificación de control de calidad. Fuente: Propia.	144
Figura N° 4.35: Captura de pantalla de Revit® 2014, se resaltan los resultados de las condiciones: rojo, resistencia menor a la del diseño en 7 días y naranja, resistencia menor a la del diseño en 28 días.	144

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 2.1: Gráfico de resultados con respecto al conocimiento de la Metodología BIM. Fuente: Propia	54
Gráfico N° 2.2: Gráfico de resultados con respecto a grado de coordinación entre especialidades. Fuente: Propia	55
Gráfico N° 2.3: Gráfico de resultados con respecto al grado de relación entre planos del proyecto. Fuente: Propia	57
Gráfico N° 2.4: Gráfico de Tabulación de resultados con respecto al nivel de aceptación a proyectos con planos coherentes. Fuente: Propia	58
Gráfico N° 2.5: Gráfico de resultados con respecto al grado de aceptación al uso de un modelo 4D. Fuente: Propia	60
Gráfico N° 2.6: Gráfico de resultados con respecto al grado de aceptación con el control de obra en tiempo real. Fuente: Propia ...	61
Gráfico N° 2.7: Gráfico de resultados con respecto al grado de aceptación a usar un modelo 3D. Fuente: Propia.....	63
Gráfico N° 4.1: Interferencias cuantificadas en la especialidad de Arquitectura. Fuente: Propia	111

Gráfico N° 4.2: Interferencias cuantificadas en las especialidades de Arquitectura y Estructuras. Fuente: Propia	115
Gráfico N° 4.3: Interferencias cuantificadas entre las especialidades de instalaciones sanitarias y estructuras. Fuente: Propia	117
Gráfico N° 4.4: Interferencias cuantificadas de la especialidad de instalaciones sanitarias. Fuente: Propia.....	119
Gráfico N° 4.5: Interferencias cuantificadas en la especialidad de instalaciones sanitarias. Fuente: Propia.....	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 2.1: Tabulación de resultados con respecto al conocimiento de la Metodología BIM. Fuente: Propia	54
Tabla N° 2.2: Tabulación de resultados con respecto a grado de coordinación entre especialidades. Fuente: Propia	55
Tabla N° 2.3: Tabulación de resultados con respecto al grado de relación entre planos del proyecto. Fuente: Propia	56
Tabla N° 2.4: Tabulación de resultados con respecto al nivel de aceptación a proyectos con planos coherentes. Fuente: Propia	58

Tabla N° 2.5: Tabulación de resultados con respecto al grado de aceptación al uso de un modelo 4D. Fuente: Propia	59
Tabla N° 2.6: Tabulación de resultados con respecto al grado de aceptación con el control de obra en tiempo real. Fuente: Propia ...	61
Tabla N° 2.7: Tabulación de resultados con respecto al grado de aceptación a emplear un modelo 3D. Fuente: Propia	62
Tabla N° 4.1: Análisis de costos unitarios por partida nueva de corte superficial con maquinaria.....	124
Tabla N° 4.2: Análisis de costos por variación y solución de interferencia en instalaciones sanitarias.....	137
Tabla N° 4.3 Análisis de costos debido a corrección de interferencias entre instalaciones sanitarias y estructuras.....	139
Tabla N° 4.4: Análisis de costos por corrección de interferencias entre instalaciones eléctricas y estructuras.....	141

INTRODUCCIÓN

Actualmente nos encontramos en un mundo en constante avance tecnológico que nos facilita el desarrollo de actividades en distintos aspectos.

El mundo de la construcción y elaboración de proyectos no es ajeno a éste mundo globalizado, pero al vivir en un país alejado de tecnologías que actualmente están siendo pioneras en el desarrollo del mundo globalizado. Así es como percibimos que necesitamos adecuarnos a las ventajas que la tecnología nos ofrece, ese es el sustento de éste proyecto de investigación que busca relacionar el mundo de la construcción con las nuevas tecnologías que faciliten y promuevan su mejor desenvolvimiento.

Actualmente existe una metodología de trabajo denominada BIM, que es usada en varios países que son líderes en el mundo, por su parte en el Perú algunas de las empresas más grandes como COSAPI y ODEBRECHT se encuentran innovando con ésta metodología de trabajo, ésta metodología de trabajo nos resulta muy interesante poder aplicar a un proyecto real, para observar de primera mano las ventajas que nos ofrece.

La elaboración de esta tesis tiene como objetivo brindar la información necesaria para realizar un modelo de proyecto aplicando la metodología BIM lo que conlleva al uso de Software especializados en esta rama. Para una mejor organización de esta tesis, el estudio está dividido en 05 capítulos.

CAPÍTULO I

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Antecedentes y fundamentación del problema

La Metodología BIM, en teoría nos dice que su aplicación ayudaría a evitar y corregir temas como la incompatibilidad de planos, facilitaría su evaluación y optimizaría la ejecución de las obras de edificación a través de una adecuada coordinación entre especialidades. El concepto de la Metodología BIM no es algo nuevo para países desarrollados y tampoco es algo desconocido en nuestro país (en empresas grandes), pero aquellos que aun mantenemos teorías y tecnologías del siglo pasado nos damos de lujo de desperdiciar dinero en problemas que podrían evitarse antes de la ejecución de un proyecto.

Al aplicarse la Metodología BIM al proyecto "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN", se introducirán una serie de conocimientos y métodos de trabajo para que de esa manera se puedan detectar y solucionar los problemas de incompatibilidad e inconsistencia entre sus especialidades.

"METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN' PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015"

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

BERDILLANA F.(2008). El arquitecto brinda una concepción global de lo que significa el modelado en 3D y su integración en la construcción; asimismo comparte la idea de implementar la metodología BIM en el desarrollo de proyectos de edificación y muestra ejemplos prácticos del por qué es necesario empezar a utilizar esta nueva metodología.

ALCÁNTARA V.(2013). Tesis que trata sobre la aplicación de la metodología BIM, sus limitaciones y lo que espera en el futuro de la construcción con ella; además, posee en su contenido las implicancias y sus beneficios en un término que también es nuevo y se está aplicando sobre todo en empresas privadas, el Lean Construcción (Construcción sin pérdidas)

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Formulación del problema general

¿Cómo aplicar la metodología BIM al proyecto de "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN" para gestionar sus incompatibilidades?

1.1.2.2. Formulación de los problemas específicos

- ¿Cómo aplicar la metodología BIM en la programación de obra del proyecto de "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN" para gestionar sus incompatibilidades?
- ¿Cómo aplicar la metodología BIM en la detección interferencias y coordinación entre especialidades al proyecto de "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN" para gestionar sus incompatibilidades?
- ¿Cómo aplicar la metodología BIM en el control de la obra al proyecto de "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN" para gestionar sus incompatibilidades?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Aplicar la Metodología BIM al proyecto de "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN" para gestionar incompatibilidades.

1.2.2. Objetivos específicos

- Aplicar la Metodología BIM en la programación de obra del proyecto de "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN" para gestionar incompatibilidades.
- Aplicar la Metodología BIM en la detección de interferencias y coordinación entre especialidades del proyecto de "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN" para gestionar incompatibilidades.

- Aplicar la Metodología BIM en el control de obra del proyecto de "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN" para gestionar incompatibilidades.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación

- Desde el punto de vista teórico, este trabajo de investigación permitirá ampliar y profundizar la información teórica al profesional acerca de desarrollado en esta tesis.
- Desde la perspectiva metodológica, servirá como guía para el desarrollo de proyectos con la misma forma de trabajo.

1.3.2. Importancia

Realizar un proyecto basado en un modelo BIM, permitirá una optimización del tiempo al momento de elaborar, evaluar y controlar un proyecto de edificación.

1.3.3. Limitaciones

- Limitación de textos relacionados al tema.

- Softwares con poco material instructivo
- Cursos de capacitación costosos y con información básica para el desarrollo de la tesis.
- Pocos antecedentes nacionales

1.4. Hipótesis, variables, indicadores y definiciones operacionales

1.4.1. Hipótesis

1.4.1.1. Hipótesis general

Aplicando la Metodología BIM al proyecto de "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN" gestionaremos sus incompatibilidades.

1.4.1.2. Hipótesis específicas

- Aplicando la Metodología BIM en la programación de obra del proyecto de "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN" gestionaremos sus incompatibilidades.

- Aplicando la Metodología BIM en la detección de interferencias y coordinación entre especialidades del proyecto de "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN" gestionaremos sus incompatibilidades.
- Aplicando la Metodología BIM al control de obra del proyecto de "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN" gestionaremos sus incompatibilidades.

1.4.2. Sistema de variables – dimensiones e indicadores

1.4.2.1. Variable independiente

Metodología BIM aplicada al proyecto de "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN"

1.4.2.2. Variable dependiente

Gestión de Incompatibilidades

1.5. Universo, Población muestral

El Universidad Nacional Hermilio Valdizán cuenta con 03 edificaciones Tipo A que se encuentran en ejecución durante el desarrollo de la tesis:

- CONSTRUCCIÓN DE LABORATORIO Y TALLER: COMPLEJO RECREACIONAL TURÍSTICO KOTOSH DE LA E.A.P. DE TURISMO Y HOTELERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN – HUÁNUCO. Con un monto de ejecución de S/.11'117,728.10
- MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE EXPERIMENTACIÓN E INVESTIGACIÓN DE LAS CARRERAS DE ENFERMERÍA, OBSTETRICIA, PSICOLOGÍA Y ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN. Con un monto de ejecución de S/. 28'395,899.82
- MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN. Con un monto de ejecución de S/. 9,151,564.33.

Hemos visto conveniente tomar las especialidades de Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Eléctricas e Instalaciones Sanitarias de la tercera alternativa por ser un proyecto completo con respecto a sus especialidades y de complejidad moderada; asimismo es ideal para

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN' PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

ser utilizado como modelo de trabajo; ya que la forma de trabajo para los demás será la misma.

1.6. Definición de términos básicos

BIM: En inglés Building Information Modelling (Modelado de la información en la Construcción)

Modelo: Representación de procesos, modelos o sistemas que conforman un conglomerado mayor o supra-sistema, que pretende el análisis de interacción de ellos, a fin de mantener una relación flexible que les permita cumplir su función particular y coadyuvar para cumplir la función del supra-sistema. (WIKIPEDIA, WIKIPEDIA, 2015)

Proyecto: En el campo de la arquitectura y la ingeniería civil, el proyecto es el conjunto de documentos mediante los cuales se define el diseño de una construcción antes de ser realizada. Es el documento base sobre el que se desarrolla el trabajo de los arquitectos, ingenieros y proyectistas de distintas especialidades. (WIKIPEDIA, WIKIPEDIA, 2015)

Gestionar: Manejar o conducir una situación problemática. (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2014)

Software: Conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas

1.6.1. Definición de palabras frecuentes

Colaboración: En la tesis se define colaboración como trabajar conjuntamente con otras personas en una tarea común en este caso sobre un modelo central.

Sincronización: Hacer que dos o más hechos para nuestro caso las modificaciones sobre el modelo central sean sincrónicos, estén en perfecta correspondencia temporal.

Archivo Central: Modelo base que coordina y controla el funcionamiento del modelo del proyecto y reúne la información de todos los archivos locales.

Archivo Local: Modelo personal sobre el cual cada especialista realiza sus modificaciones para que posteriormente sea sincronizado con el archivo central.

Solicitud de Modificación: Término utilizado en el marco metodológico para referirse a modificaciones hechas por un especialista que desea realizar cambios en una especialidad que no es la suya.

Dropbox: Es un servicio gratuito que brinda almacenamiento de archivos en la nube, los mantiene sincronizados y permite compartirlos fácilmente.

1.6.2. Metodología BIM

El BIM (Building Information Modeling) es una metodología de trabajo que se ha venido desarrollando desde los años 90 y que integra básicamente, no sólo software, sino también modelos tridimensionales y bases de datos. El BIM parte de un modelo virtual único que simula el edificio construido con todos sus componentes y toda la información relativa al mismo (arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, insumos, etc.).

El BIM permite construir un prototipo completo del edificio antes de ejecutar su construcción, permitiendo así detectar problemas e incoherencias y subsanarlos antes de que se produzcan realmente en la fase de ejecución, con el consiguiente ahorro de los recursos de tiempo y medios. El BIM permite concebir y desarrollar proyectos de edificación de forma global e integrada, posibilitando el trabajo colaborativo y coordinado de todos los agentes intervinientes en el ciclo de vida del edificio. El BIM no sólo facilita el aumento de la productividad y la reducción de los costes, sino que también permite

obtener una documentación de proyecto sin incoherencias y, por lo tanto, con un alto grado de fiabilidad y calidad.

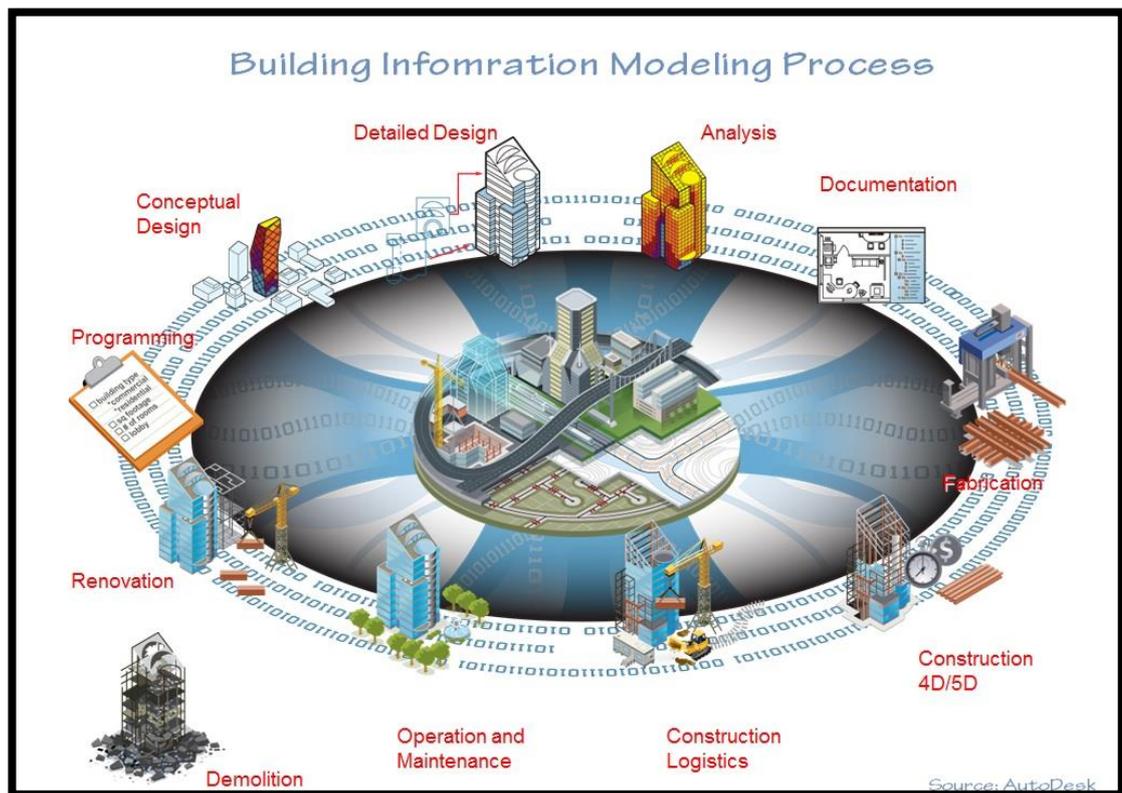


Figura N° 1.1. Procesos y etapas de la Metodología BIM. Fuente: Autodesk

1.6.2.1. BIM como proyectista

Es necesario conocer la metodología BIM, ya que cada vez son más requeridos los profesionales con este conocimiento; asimismo, se prevé que por las grandes ventajas de esta metodología, nos atrevemos a proyectar que en Perú todos los proyectos deberán presentarse con un

"METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN' PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015"

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

modelo BIM como ya se está haciendo en países como Reino Unido y España.

El desarrollar un modelo BIM dará al proyectista las siguientes ventajas:

- El dibujo en BIM supone menos de tiempo comparado al tan usado Autocad ya que los cambios en un modelo se realizan automáticamente en cortes, elevaciones, plantas, 3D y detalles.
- La documentación presentada también se modifica junto con las variaciones en el modelo BIM.
- Permite integrar los cambios y modificaciones del proyecto evitando los fallos de comunicación
- Ayuda a detectar interferencias entre las diversas especialidades.
- El valor monetario de este conocimiento es mucho mayor.

1.6.2.2. BIM como ejecutor

Al ejecutor le permitirá llevar un adecuado control durante la ejecución de la obra, además con los softwares adecuados y el conocimiento suficiente se puede mejorar poco a poco el modelo BIM y utilizarlo como forma de control (de calidad, de tiempo, de dinero, etc.).

Emplear la metodología BIM cómo forma de control y material de documentación permitirá al ejecutor:

- Certeza en los presupuestos
- Controlar el estado de la edificación de manera previa a la construcción
- Evita duplicidad de tareas, sobrecostos y pérdidas de horas de trabajo.
- Disminuirá la incertidumbre.

1.6.3. Softwares BIM utilizados en la investigación

1.6.3.1. Autodesk Revit®

Descripción

El software de diseño de edificios Revit® ha sido concebido específicamente para aprovechar la tecnología BIM (Building Information Modeling) e incluye funciones de diseño arquitectónico, de construcción, de ingeniería estructural y MEP (Mecánica, eléctrica y plomería). (AUTODESK, 2016)

Guía De Plataforma De Trabajo

Existen tres diferentes versiones de la plataforma Revit®, cada una orientada específicamente a una disciplina:

- Revit Architecture → Diseño Arquitectónico.
- Revit Structure → Modelado y Documentación Estructural.
- Revit MEP → Modelado y Documentación de instalaciones eléctricas, sanitarias y electromecánicas.

El corazón de la plataforma de Revit® es el motor de cambios paramétricos, que coordina automáticamente las modificaciones realizadas en cualquier punto de vistas del modelo o planos, planificaciones, secciones, plantas, etc, es decir donde resulte más cómodo

Desde los estudios conceptuales hasta los planos y planificaciones más detallados las aplicaciones basadas en Revit® ayudan a conseguir ventajas competitivas inmediatas, aportan mejor coordinación y calidad, y contribuyen a rentabilizar la labor de los arquitectos y del resto del equipo de proyecto y construcción.

1.6.3.2. Autodesk Navisworks Manage®

Descripción

Las soluciones del software Autodesk® Navisworks® permiten que los profesionales del diseño, ingeniería, y construcción de proyectos unan sus contribuciones en un solo modelo de plantas de procesamiento o edificios. Los miembros del equipo combinan y comparten modelos detallados del diseño 3D de cualquier tamaño o formato para revisarlos de manera segura.

Los productos de revisión de proyectos Autodesk Navisworks® están en el centro de los flujos de trabajo del diseño de plantas y el modelado de información de edificios (BIM) AEC. Facilitan la visualización coordinada en tiempo real para validación, simulación, y análisis del desempeño del proyecto de diseño 3D. (AUTODESK, 2016)

Características principales:

- Agregación de datos y archivos 3D
- Navegación en tiempo real
- Herramientas de revisión
- Publicación en NWD y DWF 3D
- Planificación en 4D

- Visualización fotorrealista
- Animación de objetos
- Detección de conflictos y gestión de interferencias
- Potente combinación de todas las funciones

1.6.3.3. MS Project®

Descripción

Es un software de administración de proyectos diseñado, desarrollado y comercializado por Microsoft® para asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo.

El software Microsoft Office Project® en todas sus versiones (la versión 2013 es la más reciente a febrero de 2013) es útil para la gestión de proyectos, aplicando procedimientos descritos en el PMBoK del Project Management Institute. (OFFICE, 2016)

Características

- Organización

- ✓ El software permite planificar y administrar los proyectos con facilidad utilizando las plantillas de Project de Office.com.
- ✓ Se sabe siempre cómo interaccionan las tareas y cuáles son las que más influyen en el éxito del proyecto, con el nuevo resaltado de la ruta de acceso a la tarea en el diagrama de Gantt.
- ✓ Crea un sitio de proyecto en Office 365 o SharePoint con para compartir los detalles con el equipo y mantener a otros usuarios conectados y organizados.
- Eficiencia y Coordinación en BIM
 - ✓ Permite vincular la programación de un proyecto al enlazarse directamente con el software Autodesk Navisworks Manage® creando a partir de una diagrama Gant una programación en 4D.
 - ✓ Con el resaltado de la ruta de acceso a la tarea en el diagrama de Gantt, se sabe cómo interaccionan las tareas y cuáles son las que más influyen en el éxito del proyecto.

- ✓ Permite por medio de su almacenamiento en la nube que varios usuarios trabajen en el mismo proyecto colaborando en tiempo real.

1.6.4. LOD (Level Of Development)

El nivel de desarrollo es una referencia que permite a los profesionales de la industria de la construcción especificar o articular, con un alto nivel de claridad, el contenido y fiabilidad de modelos BIM en varias etapas en el diseño y proceso de construcción. El LOD utiliza las decisiones básicas desarrolladas por la AIA (American Institute of Architects) define e ilustra las características del modelo en los distintos sistemas de construcción en diferentes niveles de desarrollo lo cual permite a los creadores del modelo controlar el grado de fiabilidad y consistencia y a los usuarios entender claramente la utilidad y las limitaciones de los modelos que reciben.

El nivel de desarrollo (LOD) aborda varias cuestiones que surgen cuando un modelo BIM es utilizado como forma de comunicación o herramienta de colaboración, es decir cuando alguien que no sea del creador del modelo extrae información de él. Durante el proceso de diseño, sistemas de construcción y los componentes progresan de una idea conceptual vaga a una descripción precisa.

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

1.6.4.1. Nivel de desarrollo vs. Nivel de detalle

El nivel de desarrollo a veces se confunde con el nivel de detalle; el nivel de detalle es esencialmente la cantidad de detalles que se han incluido en un elemento modelo, mientras que el nivel de desarrollo es el grado en el que la geometría de los elementos y la información adjunta se han ideado – el grado en el que los miembros de un equipo de proyecto pueden confiar en la información cuando emplean el modelo. En esencia, el nivel de detalle puede ser interpretado como modo de entrada de un elemento, y el nivel de desarrollo es la forma confiable de salida. (BIM FORUM, BUILDING INFORMATION MODELLING FOR MASONRY, & NATIONAL INSTITUTE OF STEEL DETAILING, 2015)

1.6.4.2. Niveles de desarrollo fundamentales

- **LOD 100:** El modelo es un diseño conceptual que contiene todos los elementos del edificio, sus volúmenes y materiales. Permite analizar su mejor implantación y orientación.
- **LOD 200:** El modelo contiene el diseño desarrollado de los sistemas constructivos e instalaciones del edificio y sus elementos anejos, como la urbanización y el entorno, todos ellos con su tamaño, forma, ubicación y orientación. Permite realizar un

primer análisis de cantidades y costo de las obras, con o sin variantes.

- **LOD 300:** El modelo contiene la información precisa de elementos constructivos y sistemas. Permite generar los documentos de construcción tradicional y planos de taller, los elementos detallados y de sistemas.
- **LOD 350:** El elemento es gráficamente representado con el modelo como un sistema específico, objeto, o ensamble con ítem de cantidad, tamaño forma, área ubicación y orientación e interactúa con otros sistemas de construcción. La información no gráfica también se puede unir al modelo de elementos.
- **LOD 400:** El modelo contiene la información y detalle necesario para la fabricación y montaje. El nivel de medición es exacto. Su alcance entra en el campo del contratista o fabricante de elementos y sistemas.
- **LOD 500:** El modelo contiene la información del edificio ya construido, (as built). Permite iniciar las operaciones de mantenimiento de la instalación, por lo que su alcance entra en el campo del promotor y el usuario final. (REAL, 2014)

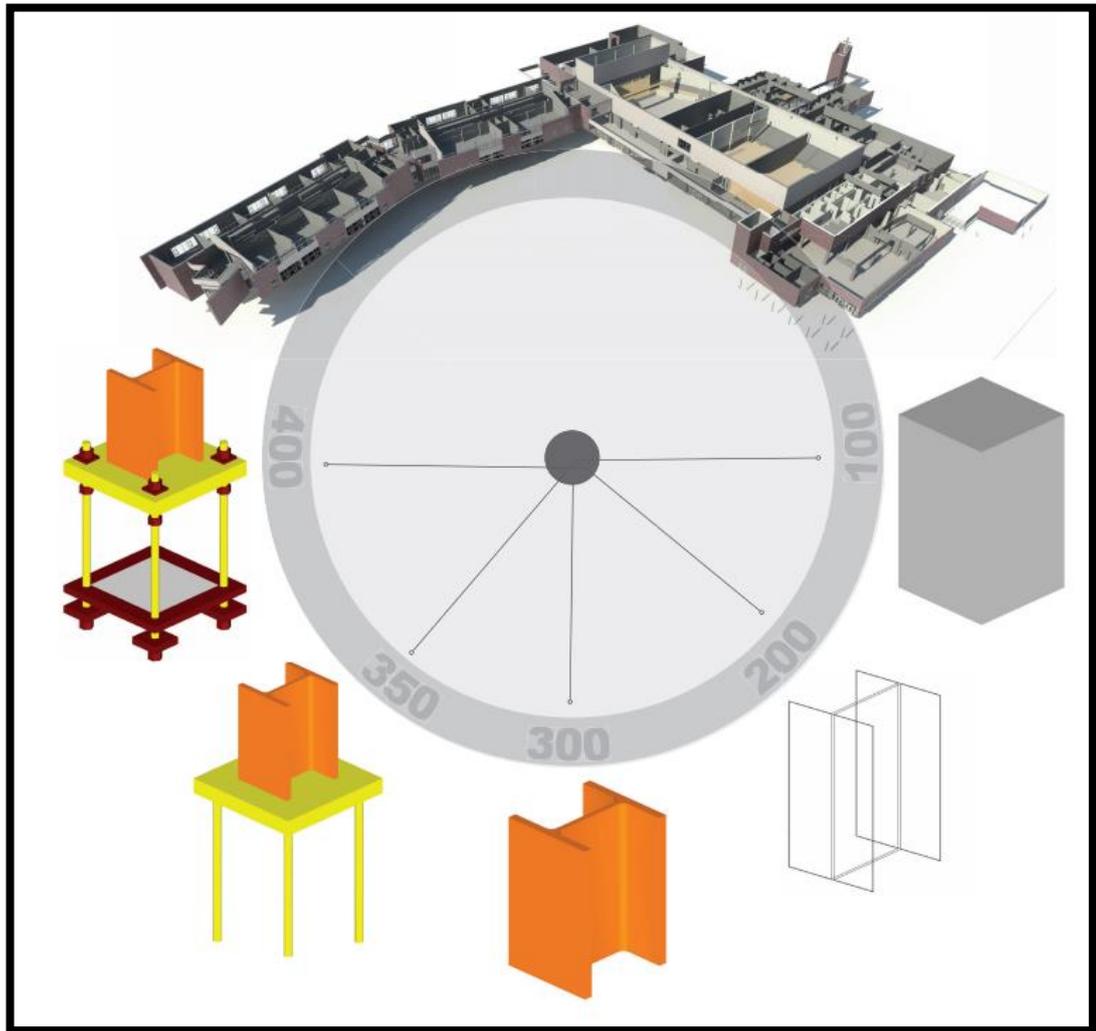


Figura N° 1.2: Niveles de desarrollo y sus especificaciones. Fuente: BIM Forum

"METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN' PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015"

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

1.7. Matriz de Consistencia

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

CAPÍTULO II

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo y nivel de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

Tipo de Investigación: Aplicada, porque busca el conocer para hacer, para actuar, para construir o para modificar. (ALFARO RODRIGUEZ, 2012)

2.1.2. Nivel de investigación

Nivel de investigación: Experimental, porque se está empleando una nueva metodología para saber que mejoras se han logrado. (ALFARO RODRIGUEZ, 2012)

2.2. Técnicas de recolección y tratamiento de datos

2.2.1. Planificación y organización de la encuesta

La investigación contempló los principales temas que dieran luces sobre la situación actual y problemática de la zona de estudio, permitiendo conocer la posición de dos partes: como entes ejecutores(a la que llamaremos Población A) y como evaluadores (Población B).

Entre los principales temas investigados cabe mencionar los siguientes:

- Modelo de Proyecto
- Planos base del Proyecto
- Información Coherente
- Modelo Tecnológico

El cuestionario final tiene la siguiente estructura:

Modelo de proyecto

- Conocimiento sobre la Metodología BIM
- Grado de coordinación entre las especialidades

Planos base del proyecto

- Grado de relación entre los planos del proyecto

Información coherente

- Nivel de aceptación a proyectos con planos coherentes.
- Grado de aceptación al uso de un modelo 4D
- Grado de aceptación con el control de obra en tiempo real

Modelo tecnológico

- Grado de aceptación a emplear un modelo en 3D

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

2.2.2. Procesamiento y presentación de datos

El trabajo de campo para la toma y recolección de las encuestas se realizó el 13 de Noviembre del 2015. Se realizaron 04 entrevistas a la población A y 05 entrevistas a la población B, obteniendo los siguientes resultados:

- **Resultados con respecto al conocimiento sobre la Metodología BIM.**

Tabla N° 2.1: Tabulación de resultados con respecto al conocimiento de la Metodología BIM.
Fuente: Propia

	POBLACION TIPO A		POBLACION TIPO B	
SI	2	50%	1	20%
NO	2	50%	4	80%

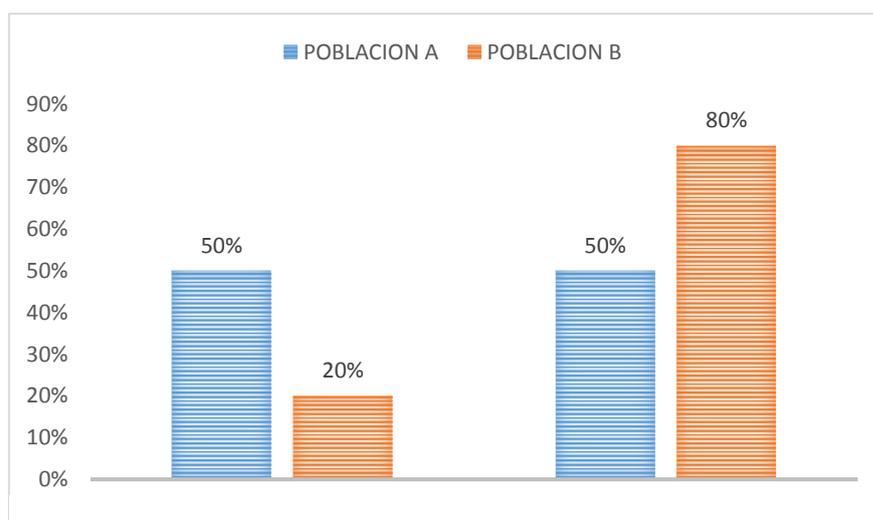


Gráfico N° 2.1: Gráfico de resultados con respecto al conocimiento de la Metodología BIM. Fuente: Propia

De los resultados podemos concluir que para ambas poblaciones la metodología BIM les resulta desconocida, acentuándose en la población B con un 80% de desconocimiento sobre el 50% de la población A.

- **Resultados con respecto a grado de coordinación entre las especialidades.**

Tabla N° 2.2: Tabulación de resultados con respecto a grado de coordinación entre especialidades. Fuente: Propia

	POBLACION TIPO A		POBLACION TIPO B	
SI	0	0%	1	20%
NO	4	100%	4	80%

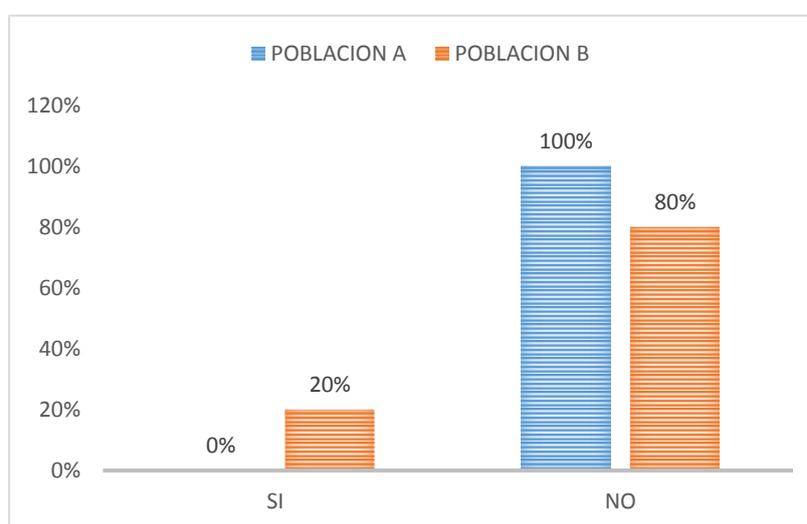


Gráfico N° 2.2: Gráfico de resultados con respecto a grado de coordinación entre especialidades. Fuente: Propia

De los resultados podemos concluir que para la población A les resulta que los proyectos en la ciudad de Huánuco no presentan una adecuada coordinación entre especialidades que se ve reflejado en un 100%, mientras que en la población B existe un alto porcentaje (80%) de los profesionales que cree que no existe una adecuada coordinación entre especialidades.

- **Resultados con respecto al grado de relación entre los planos del proyecto.**

Tabla N° 2.3: Tabulación de resultados con respecto al grado de relación entre planos del proyecto. Fuente: Propia

	POBLACION TIPO A		POBLACION TIPO B	
EXELENTE	0	0%	0	0%
BUENA	0	0%	1	20%
REGULAR	2	50%	2	40%
MALO	2	50%	2	40%

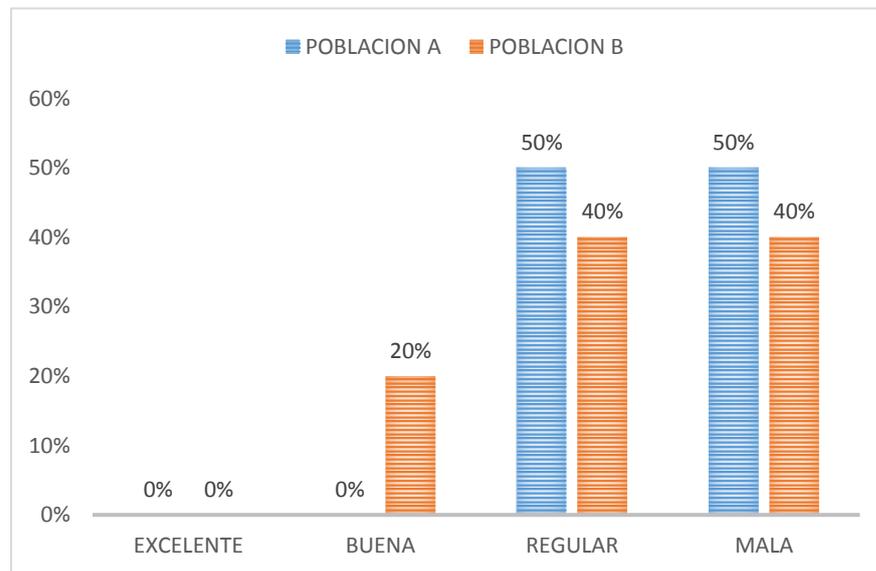


Gráfico N° 2.3: Gráfico de resultados con respecto al grado de relación entre planos del proyecto. Fuente: Propia

De los resultados podemos concluir que la población A percibe que la relación entre planos del proyecto es de regular (50%) a mala (50%), mientras que en la población B, un 20% percibe una buena relación entre planos de un proyecto, a pesar de ello la mayor parte de la población percibe que existe una regular (40%) o mala (40%) relación entre planos de un proyecto.

- **Resultados con respecto al nivel de aceptación a proyectos con planos coherentes.**

Tabla N° 2.4: Tabulación de resultados con respecto al nivel de aceptación a proyectos con planos coherentes. Fuente: Propia

	POBLACION TIPO A		POBLACION TIPO B	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
NIVEL 1	0	0%	0	0%
NIVEL 2	0	0%	0	0%
NIVEL 3	0	0%	0	0%
NIVEL 4	1	25%	2	40%
NIVEL 5	3	75%	3	60%

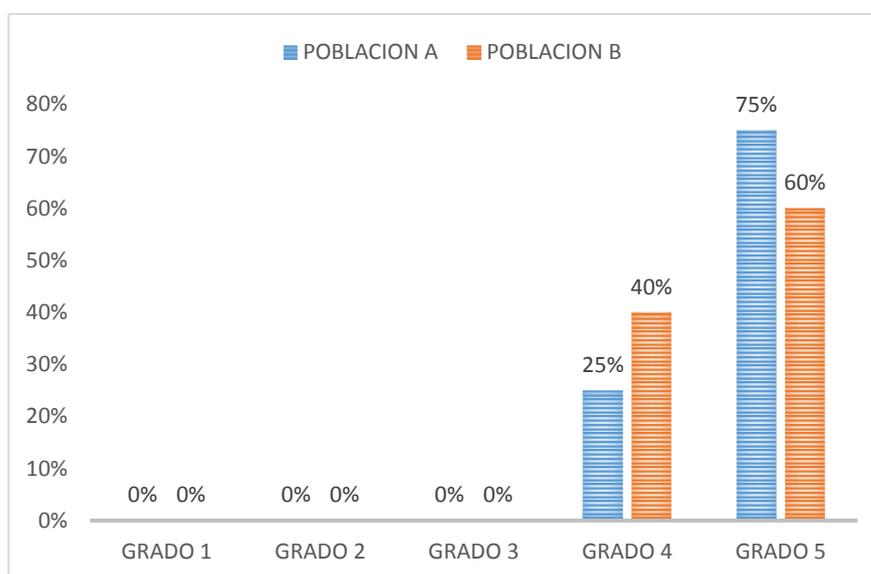


Gráfico N° 2.4: Gráfico de Tabulación de resultados con respecto al nivel de aceptación a proyectos con planos coherentes. Fuente: Propia

De los resultados podemos concluir que la población A considera importante tener planos coherentes y que esto beneficiará a la ejecución de su obra, esto se ve reflejado en el 25% que considera un nivel 4/5 y el 75% en un nivel 5/5. Así mismo la población B no es ajena a la percepción que los planos coherentes beneficiaran a la evaluación de proyectos que se ve reflejado en el 40% que considera un nivel 4/5 y un 60% que considera un nivel 5/5.

- **Resultados con respecto al grado de aceptación al uso de un modelo 4D.**

Tabla N° 2.5: Tabulación de resultados con respecto al grado de aceptación al uso de un modelo 4D. Fuente: Propia

	POBLACION TIPO A		POBLACION TIPO B	
	Nivel	Porcentaje	Nivel	Porcentaje
EXELENTE	3	75%	4	80%
BUENA	1	25%	1	20%
REGULAR	0	0%	0	0%
NO BENEFICIA	0	0%	0	0%

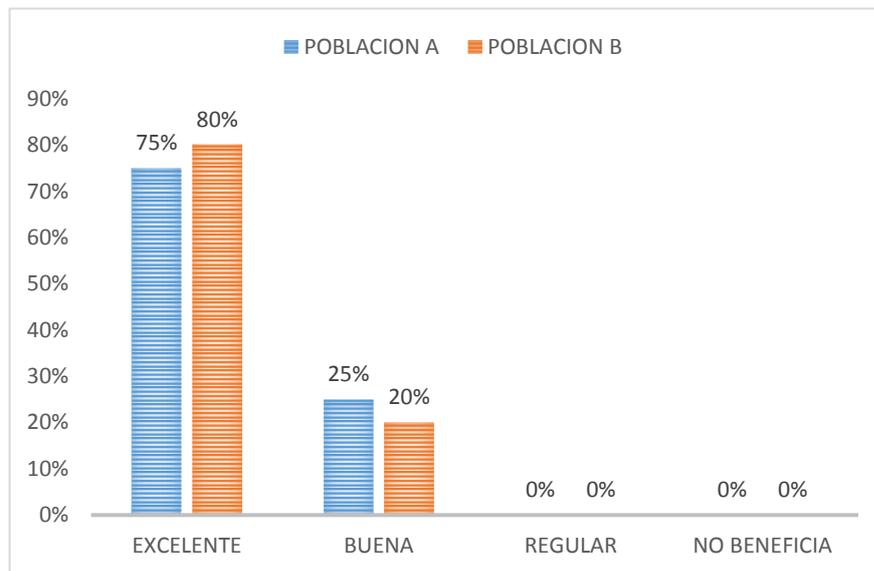


Gráfico N° 2.5: Gráfico de resultados con respecto al grado de aceptación al uso de un modelo 4D. Fuente: Propia

De los resultados podemos concluir que la mayor parte la población A (75%) y población B (80%) considera una excelente medida tener una programación de obra virtual en 4D, seguido por porcentajes de 25% de la población A y 20% de la población B que considera una buena medida la programación de obra virtual en 4D para la ejecución y evaluación de un proyecto respectivamente.

- **Resultados con respecto al grado de aceptación con el control de obra en tiempo real.**

Tabla N° 2.6: Tabulación de resultados con respecto al grado de aceptación con el control de obra en tiempo real. Fuente: Propia

	POBLACION TIPO A		POBLACION TIPO B	
EXELENTE	3	75%	4	80%
BUENA	1	25%	1	20%
REGULAR	0	0%	0	0%
NO BENEFICIA	0	0%	0	0%

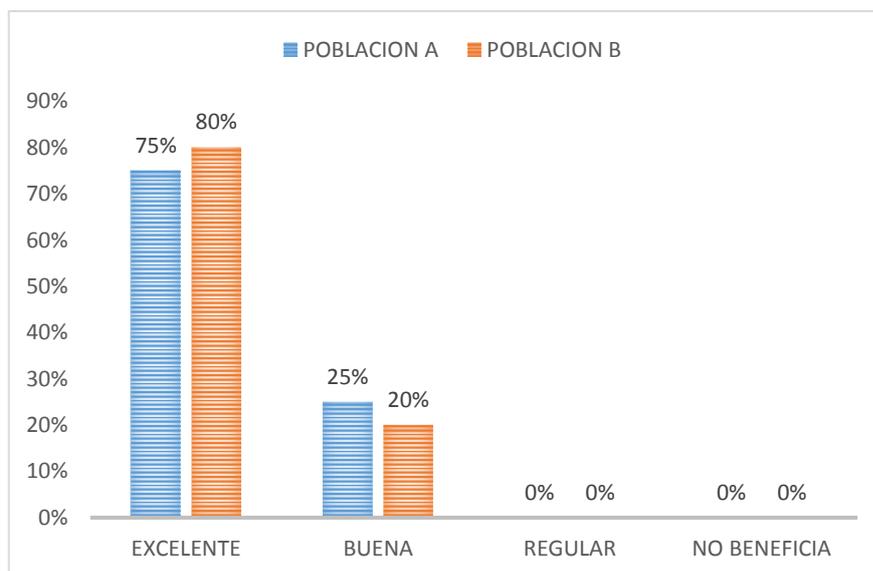


Gráfico N° 2.6: Gráfico de resultados con respecto al grado de aceptación con el control de obra en tiempo real. Fuente: Propia

De los resultados podemos concluir que la mayor parte la población A (75%) y población B (80%) considera una excelente medida llevar un control virtual en tiempo real de una obra, seguido por porcentajes de 25% de la población A y 20% de la población B que considera una buena medida llevar un control virtual en tiempo real para la ejecución y evaluación de un proyecto respectivamente.

- **Resultados con respecto al grado de aceptación a emplear un modelo en 3D.**

Tabla N° 2.7: Tabulación de resultados con respecto al grado de aceptación a emplear un modelo 3D. Fuente: Propia

	POBLACION TIPO A		POBLACION TIPO B	
	EXELENTE	2	50%	3
BUENA	2	50%	2	40%
REGULAR	0	0%	0	0%
NO BENEFICIA	0	0%	0	0%

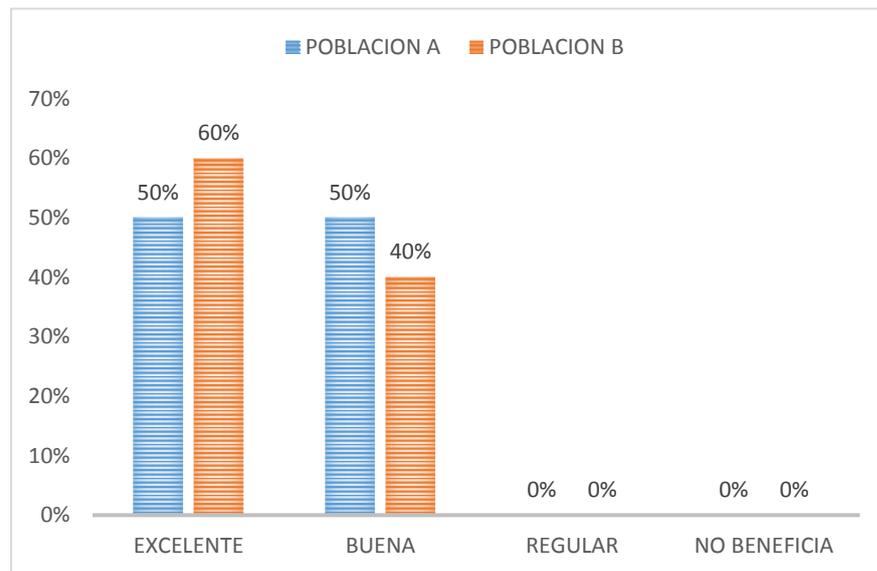


Gráfico N° 2.7: Gráfico de resultados con respecto al grado de aceptación a usar un modelo 3D. Fuente: Propia

De los resultados podemos concluir una opinión dividida entre excelente medida y buena medida para las poblaciones A y B que se traduce para la población A en un 50% de excelente medida y un 50% de buena medida para la ejecución de obra contar con un modelo 3D de las diversas especialidades y para la B que se traduce en un 60% de excelente medida y un 40% de buena medida contar con un modelo 3D de las diversas especialidades para la revisión de proyectos.

CAPÍTULO III

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

3. CREACIÓN DE UN MODELO BIM Y MÉTODO DE COORDINACIÓN ENTRE ESPECIALIDADES.

3.1. Descripción del Proyecto: “Mejoramiento de los servicios académicos de la facultad de ciencias económicas de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán”

- **Primer nivel: (nivel +0.15)**

Se accede a través de un espacio de bienvenida relacionado a un gran espacio público que conduce al SUM, se tiene la circulación principal de Veredas exteriores diferenciados para personal administrativo, alumnos, visitas que se relacionan a dos escaleras a extremos y dos ascensores de circulación vertical a los siguientes niveles respectivamente, En este nivel también se encuentran los Servicios Higiénicos de Hombres, Mujeres y Discapacitados, a los que se accede de manera restringida por una exclusiva adyacente a las oficinas administrativas. En el exterior se ubica la cisterna de agua contra incendio con su equipamiento respectivo, por debajo de la escalera se encuentra también la cisterna de agua para el consumo de la edificación.

- **Segundo nivel: (niveles +3.90)**

En el cual se han ubicado, Decanatura, Jefe de Departamento Académico, Sala de Profesores, Centro de Proyección y Asesoramiento empresarial, Archivo central que están relacionadas por medio de un corredor y un gran ducto de integración espacial, que resuelve el cambio de nivel. Así este corredor que conduce al sector se encuentran dos escaleras principales a extremos y dos ascensor que resolverán cómodamente la circulación vertical y horizontal, En este nivel también se encuentran los Servicios Higiénicos de Hombres, Mujeres y Discapacitados adyacente a las aulas.

- **Tercer nivel: (niveles +7.65)**

En el cual se han ubicado una jefatura de acreditación, jefatura de investigación, laboratorio de informática, salas personalizadas que están relacionadas por medio de un corredor importante y un ducto e integración espacial, que resuelve el cambio de nivel. Así este corredor que conduce al sector se encuentran dos escaleras principales a extremos y dos ascensor que resolverán cómodamente la circulación vertical, En este nivel también se encuentran los Servicios Higiénicos de Hombres, Mujeres y Discapacitados, adyacente a los espacios.

- **Cuarto y quinto nivel; (niveles +11.40 y +15.15)**

En el cual se han ubicado 10 AULAS Teóricas T-1, que están relacionadas por medio de un corredor, que resuelve el cambio de nivel. Así este corredor que conduce al sector se encuentran dos escaleras principales a extremos y dos ascensor que resolverán cómodamente la circulación vertical y horizontal, En este nivel también se encuentran los Servicios Higiénicos de Hombres, Mujeres y Discapacitados, adyacente a los espacios de referencia.

- **Sexto nivel: (niveles +18.90)**

En el cual se han ubicado Instituto de Investigación, Biblioteca especializada de Facultad de Ciencias Económicas, que están relacionadas por medio de un corredor, que resuelve el cambio de nivel. Así en este corredor que conduce al sector se encuentran dos escaleras principales a extremos y dos ascensor que resolverán cómodamente la circulación vertical y horizontal, En este nivel también se encuentran los Servicios Higiénicos de Hombres, Mujeres y Discapacitados, adyacentes a los espacios de referencia.

Los servicios de Cisterna de Agua y cuarto de Bombas se encuentran en sótano de caja de escalera 01, en el nivel -3.60m de volumen de 39

m³ de capacidad en el tanque elevado se encuentra en la misma caja de escalera 01 en la azotea en el nivel +17.02 de volumen de 18.00 m³ y capacidad de 18, 000.00litros.

Se han proyectado dos (02) núcleos de escaleras y dos (02) Ascensores, los cuales relacionan el primer segundo, tercer y cuarto nivel de la zona académica. Estas escaleras y Ascensores serán usadas como parte de las rutas de evacuación de la institución, por lo que contemplan la normatividad vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Norma A.130 – Requisitos de Seguridad y Estándares NFPA 101 con el objetivo de prevenir siniestros a fin de salvaguardar las vidas humanas y preservar la continuidad de la edificación.

Se han proyectado servicios higiénicos diferenciados para hombres y mujeres y discapacitados en cada nivel. Por un lado están los servicios para el alumnado y público visitante, los que contemplan la accesibilidad para personas con discapacidad; y por otro los servicios para el personal, que se encuentran dentro del área de oficinas administrativas.

Los techos han sido proyectados a dos aguas y tienen una pendiente de cinco por ciento (5%) para la evacuación de aguas pluviales y

granizo, la evacuación del agua de lluvia se controlará mediante las pendientes, canaletas y montantes de bajada.

El tratamiento de las fachadas de los edificios responde a la tipología adoptada para las instituciones educativas superior, uso de conceptualización plástica en sus planos exteriores de acabados tramas modulares de frotachados, bruñado y pintado y los planos de placas de concreto de escalera y de columnas en fachada posterior una acabado de concreto expuesto, bruñado y escurificado.

3.2. Nivel de desarrollo (LOD)

Actualmente no existe alguna entidad en el Perú que regule el nivel de desarrollo que debe emplearse al momento de modelar un proyecto ya que el uso de la metodología BIM no se ha incluido aún como requerimiento para presentar la documentación en los concursos públicos de las entidades del estado; por lo tanto, no existen antecedentes sobre la selección del LOD en proyectos públicos. Por otro lado, las empresas privadas que ya están trabajando con la metodología BIM son autónomas de elegir hasta que nivel de desarrollo van a llegar, ya que se debe tener en cuenta que pensar en modelar un proyecto con un LOD 500 requiere mayor cantidad de detalles que representa más tiempo y por lo tanto más dinero.

"METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN' PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015"

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

De acuerdo a lo explicado en el ítem 2.5.2, basándonos en LEVEL OF DEVELOPMENT SPECIFICATION V.2015 (Especificación de nivel de desarrollo versión 2015), que nos establece un LOD correspondiente a cada elemento en base a los atributos que el modelado de éste presente. Así es como asigna un LOD correspondiente a cada elemento modelado para el proyecto de “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN” para las especialidades de Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Eléctricas e Instalaciones Sanitarias. (BIMFORUM, 2015)

3.3. Colaboración entre especialidades

Para lograr que los especialistas colaboren y alimenten de información en tiempo real el proyecto se necesitan fundamentalmente dos cosas:

1. Una plantilla multidisciplinaria dentro de un software que brinde un espacio de trabajo a cada especialista.
2. Un servidor que almacene, alimente y actualice la información de un modelo central.

3.3.1. Creación de una plantilla multidisciplinaria en Autodesk Revit 2014®

Una plantilla multidisciplinaria debe contener los recursos necesarios en los que cada especialista encuentre y cree los recursos necesarios para consolidar su trabajo con el de los demás; Autodesk Revit 2014® brinda la facilidad de crear en el mismo programa plantillas para las especialidades de Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Eléctricas, Sistemas Electrónicos, Sistemas de Aire acondicionado, Instalaciones Electromecánicas e Instalaciones Sanitarias las mismas que, modeladas correctamente serán compatibles con softwares de la misma u otras empresas vinculadas a la metodología BIM.

3.3.1.1. Pasos para crear una plantilla multidisciplinaria

- 1) Abrir una de las plantillas existentes de una de las especialidades como base, se recomienda que sea la de arquitectura porque trae por defecto todas las vistas.

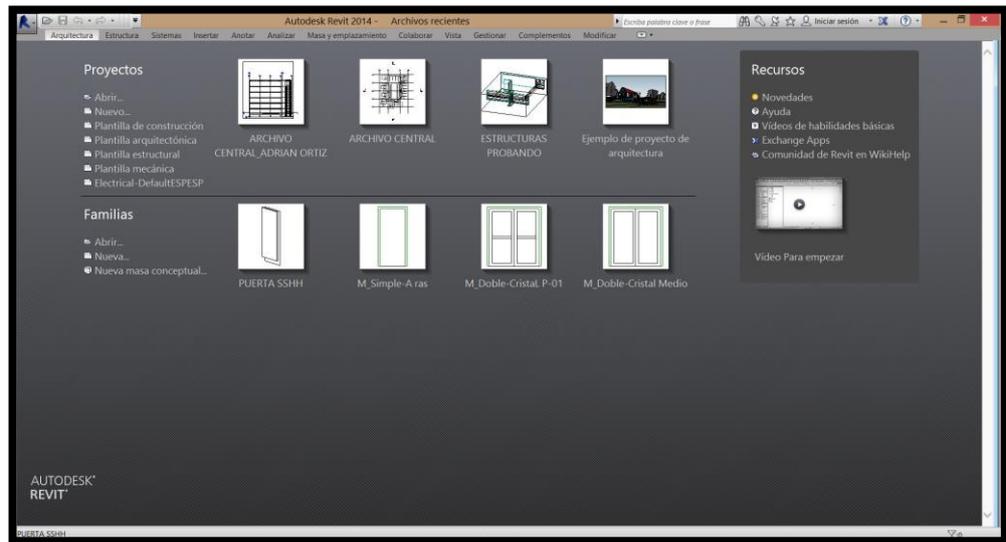


Figura N° 3.1: Captura de pantalla, página de inicio de Revit® 2014. Fuente: Propia

- 2) Una vez abierta la plantilla base, seleccionar el logo de Revit en la esquina superior izquierda y seleccionar la opción de crear un nuevo proyecto y posteriormente se abrirá un cuadro en el cuál se elegirá la especialidad que desee agregarse.

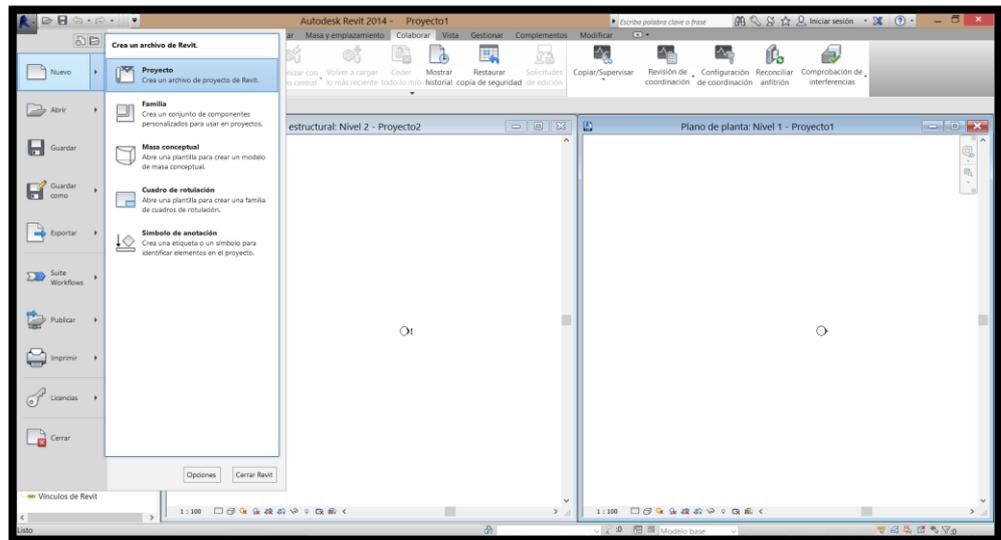


Figura N° 3.2: Captura de pantalla de Revit® 2014, creación de un nuevo proyecto multidisciplinario. Fuente: Propia

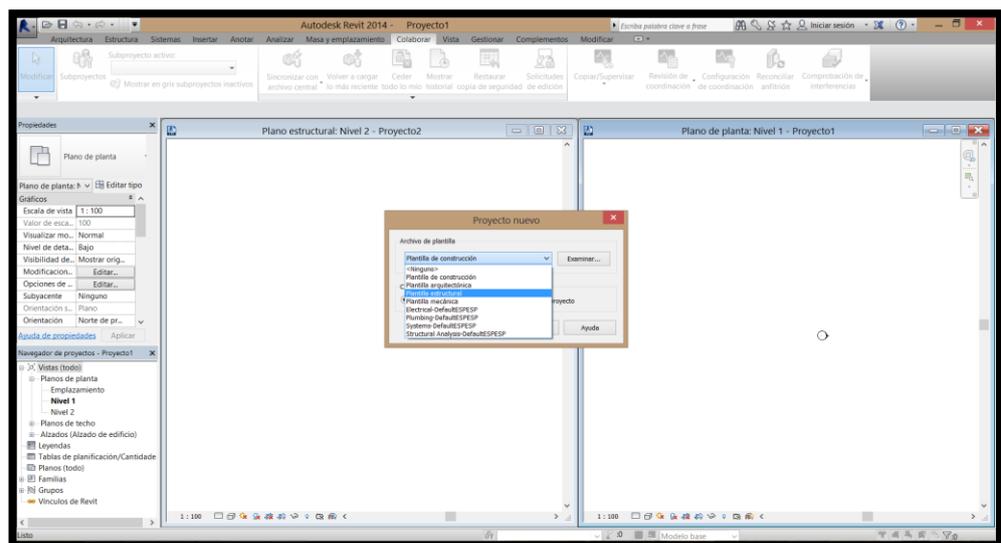


Figura N°3.3: Captura de pantalla de Revit® 2014, creación de especialidades en el software. Fuente: Propia

- 3) Ubicarse en la primera plantilla abierta y en la pestaña “Gestionar” seleccionar el botón de “Transferir normas de proyecto”; a continuación, se abrirá un cuadro en el que

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

seleccionaremos el nombre del segundo proyecto. Esto significa que todas las normas y propiedades que rigen al segundo proyecto serán adicionadas a la primera plantilla.

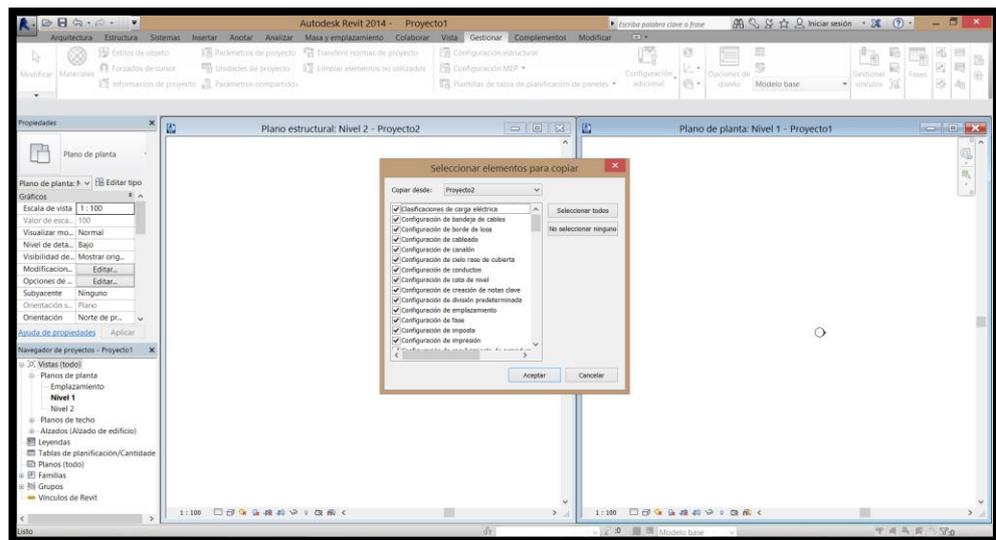


Figura N° 3.3: Captura de pantalla de Revit® 2014, transferencia de propiedades de especialidades en el software. Fuente: Propia

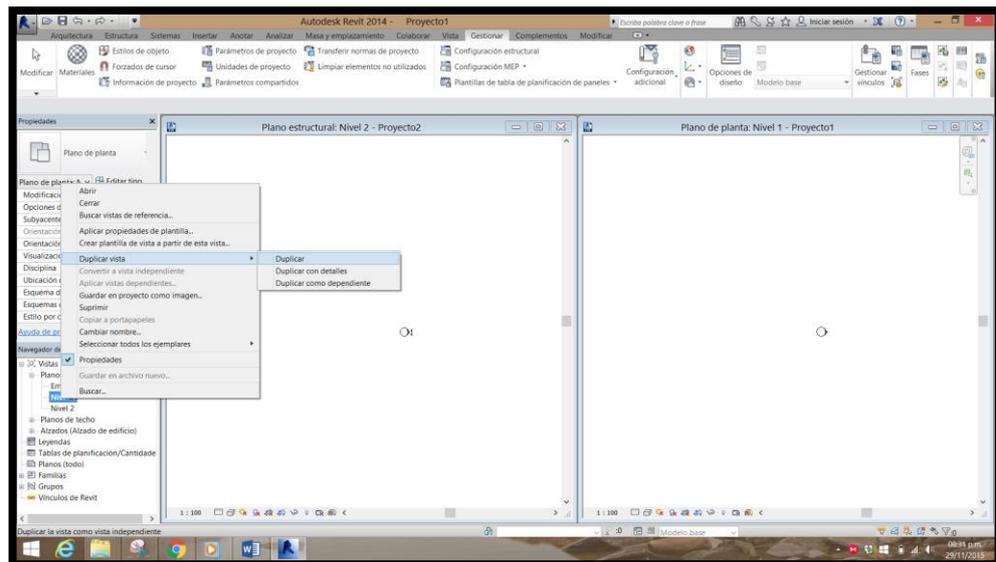


Figura N° 3.4: Captura de pantalla de Revit® 2014, creación de vistas para las especialidades. Fuente: Propia

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujtalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

- 4) Seleccionar la vista duplicada y verificar en la ventana de propiedades las casillas de Disciplina y Sub disciplina (En caso existan) la especialidad de las cuales se han transferido sus propiedades. Hacer lo mismo para cada una de las vistas (Plantas, elevaciones y 3D)

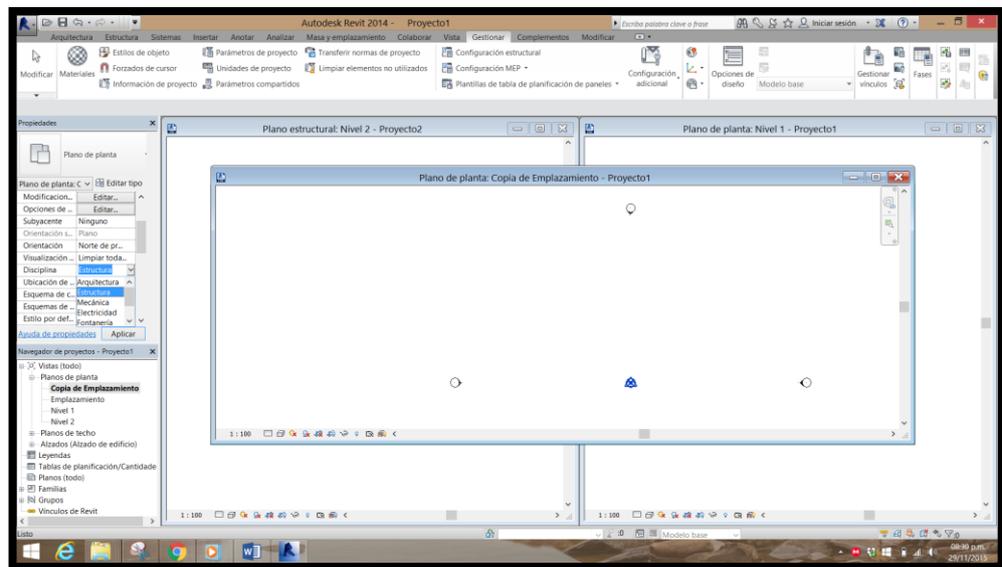


Figura N° 3.5: Captura de Pantalla de Revit® 2014, asignación de especialidades a cada plantilla del proyecto. Fuente: Propia

- 5) Repetir desde el paso número dos hasta tener todas las especialidades que comprenden el proyecto.

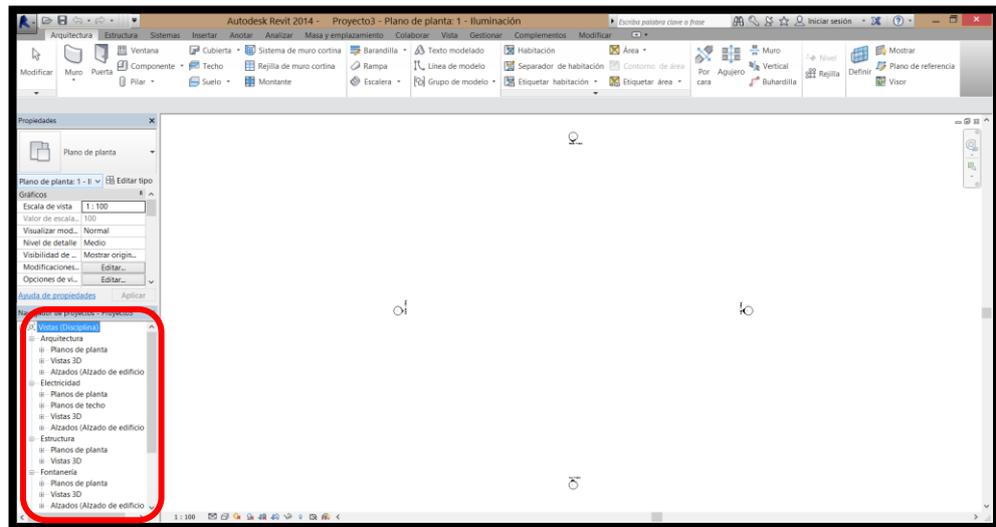


Figura N° 3.6: Captura de pantalla de Revit® 2014, vista final de las plantillas multidisciplinarias creadas. Fuente: Propia

3.3.2. Servidor de almacenamiento

Un servidor es una aplicación en ejecución (software) capaz de atender las peticiones de un cliente y devolverle una respuesta en concordancia. Los servidores se pueden ejecutar en cualquier tipo de computadora, incluso en computadoras dedicadas a las cuales se les conoce individualmente como "el servidor". En la mayoría de los casos una misma computadora puede proveer múltiples servicios y tener varios servidores en funcionamiento. La ventaja de montar un servidor en computadoras dedicadas es la seguridad. Por esta razón la mayoría de los servidores son procesos daemon diseñados de forma que puedan funcionar en computadoras de propósito específico (WIKIPEDIA, WIKIPEDIA, 2015).

"METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN' PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015"

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

En un trabajo de coordinación y colaboración en el que todos los especialistas trabajen en una sola oficina es totalmente aplicable designar a una computadora como servidor principal dentro de una misma red; sin embargo, realizar un proyecto de esa manera es casi imposible cuando hablamos de profesionales de la construcción con una especialidad ya que concentrarlos en un solo lugar es complicado por las múltiples funciones que desempeñan en todo el país.

Actualmente se emplea el intercambio de información vía correo electrónico (que también está siendo desplazado progresivamente por su poca capacidad) y el almacenamiento en la nube que permite compartir archivos de gran tamaño.

En este trabajo se optó por juntar los conceptos y convertir el almacenamiento en la nube en nuestro servidor, de tal forma que el modelo central se almacene y actualice en el mismo para que así podamos acceder, trabajar y refrescar el modelo desde cualquier lugar del mundo con sólo una conexión de internet.

Elección del servicio de almacenamiento

Elegir la empresa que brinde el servicio de almacenamiento depende del tamaño del proyecto, los servidores de almacenamiento gratuito

como Dropbox, Mega, OneDrive y Autodesk 360 brindan un espacio limitado que en el modelado de un proyecto de gran envergadura (área, número de pisos, especialidades que participan, etc.) quedaría pequeño en cuyo caso esas mismas empresas dan la opción de realizar un pago para ampliar la capacidad de almacenamiento.

En la creación del modelo BIM del proyecto de "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN" se utilizó Dropbox porque brinda el espacio necesario para almacenar Dropbox y la sincronización de datos es más sencilla.



Figura N° 3.7: Muestra de asignación de carpetas compartidas empleando el almacenamiento en la nube. Fuente: Propia, recuperada de www.dropbox.com.

"METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN' PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015"

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

3.3.3. Creación de modelo central y de sub proyectos (modelos locales)

Trabajar en un modelo principal significa que tiene que existir uno sobre el cual los demás especialistas se dediquen a complementarlo, usualmente ese modelo base es de la especialidad de arquitectura, es a partir de ella que se crea el modelo central que se guardará en la nube.

Crear los sub proyectos, así como el modelo central se da por sí sólo en los pasos siguientes:

- a) Ir a la pestaña de “Colaborar > Sub Proyectos”, en el cuadro se deberán crear las especialidades a trabajar pero a su vez haciéndolas **no editables**. A continuación se procede a guardar el proyecto y automáticamente aparecerá una caja de selección que indique que ese será el archivo central.

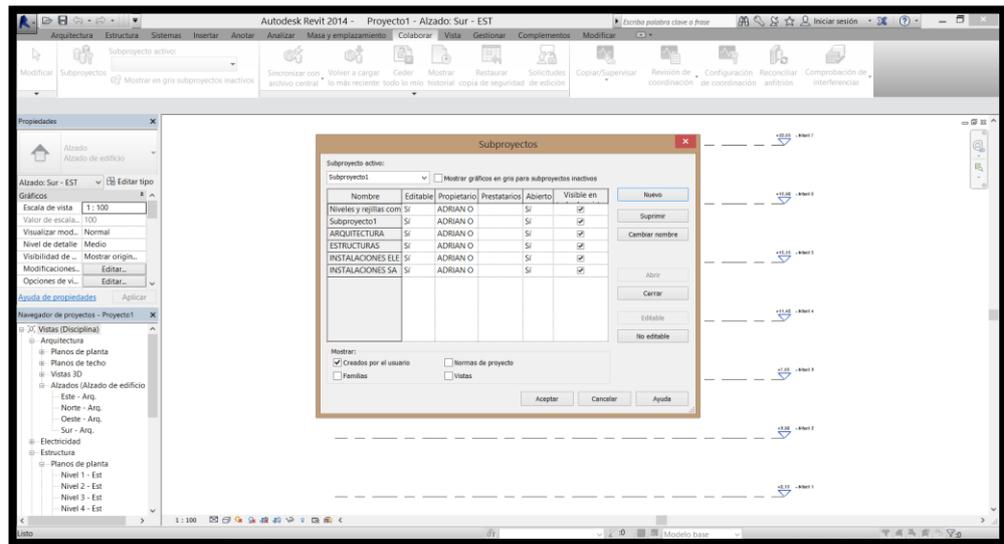


Figura N° 3.8: Captura de pantalla de Revit® 2014, creación de sub especialidades según el proyecto (Arquitectura, estructuras, eléctricas y sanitarias). Fuente: Propia

- b) Reiniciar el programa Autodesk Revit® para posteriormente dar a la opción “Abrir”, ahí se encontrará el archivo creado en el paso anterior, pero al abrirlo se ve la casilla de selección indicando que se creará un archivo local.

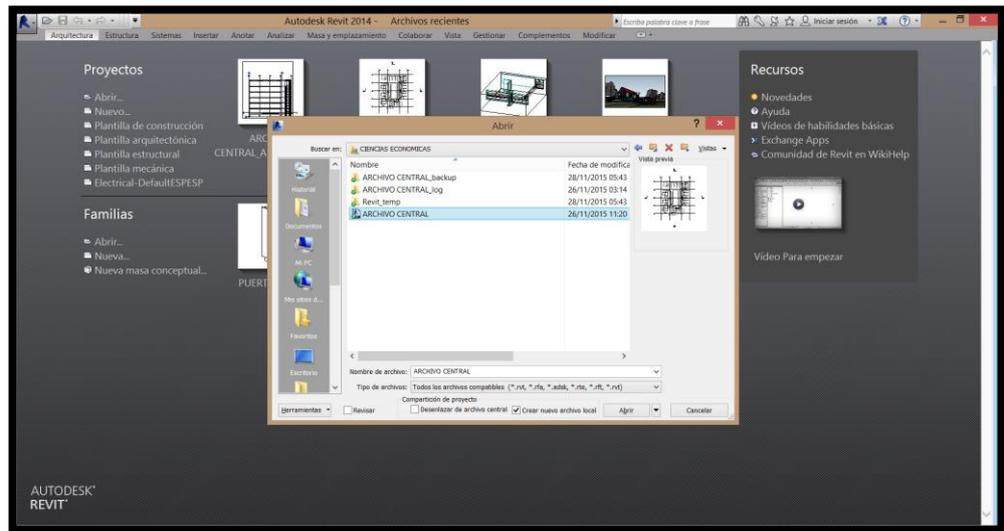


Figura N° 3.9: Captura de pantalla de Revit® 2014, creación de archivos locales a partir de un modelo central. Fuente: Propia

- c) Abierto y creado el archivo local cada especialista debe ir a la pestaña “Colaborar > Sub Proyectos” y hacer **editables** aquellas en las que se va a trabajar.

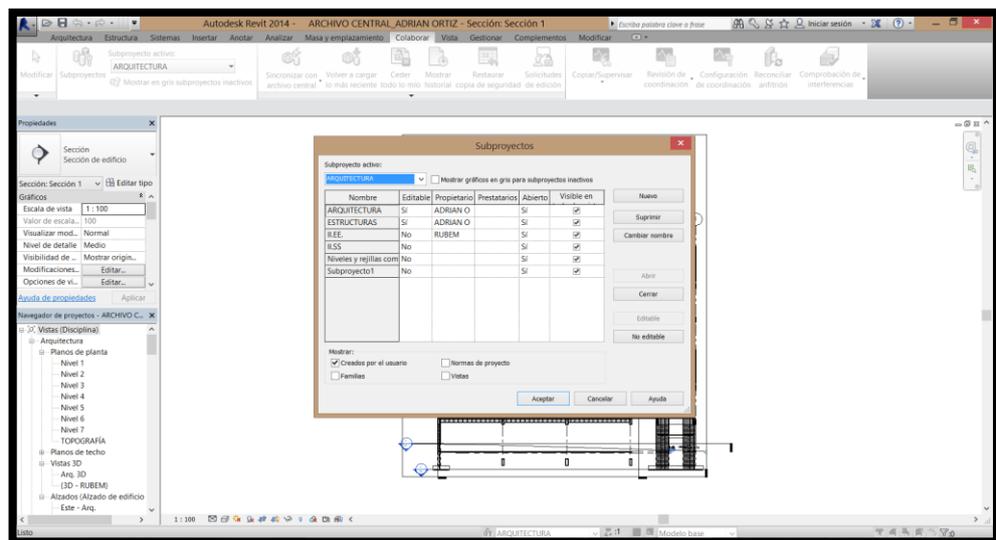


Figura N° 3.10: Captura de pantalla de Revit® 2014, asignación de modificación de las especialidades a cada colaborador. Fuente: Propia

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

3.4. Modelado de la información en Autodesk Revit® 2014

La elección del software de Autodesk para aplicar la metodología BIM fue porque esta empresa brinda licencias gratuitas a estudiantes además en los últimos años ha ido desarrollando sus programas de tal forma que se puedan vincular y sincronizar entre ellos de una manera sencilla; asimismo, existen otros programas cuyo costo es muy elevado y el costo de su capacitación también.

Hablar de modelar la información es más que realizar un modelo 3D, significa darle a cada elemento las propiedades necesarias para que tanto los especialistas, como usuarios (proveedores, ejecutores y evaluadores) tengan la información fiable necesaria. Por lo tanto al nos hemos acogido a lo establecido por las Level of Development Specification 2015 (Especificaciones del nivel de Desarrollo) que establece que clase de información debe contener cada elemento de acuerdo al LOD en el que se está trabajando.

3.4.1. Especialidad: Arquitectura

Al modelar los elementos de la especialidad de estructuras hay que tener previsto que ya no sólo se trata de un modelo que servirá para

obtener un 3D sino que tendrá que interactuar con las otras especialidades, así que se tiene que tener consideración lo siguiente:

- Seleccionar en la parte inferior del entorno de trabajo el Sub Proyecto: Arquitectura.
- Todos los elementos diseñados deben ser de la especialidad, no se incluirán elementos sólo por estética (aparatos eléctricos, columnas y vigas no estructurales, aparatos sanitarios, etc.), se deben tener claros los componentes.
- El dibujo debe ser lo más preciso posible para evitar duplicidad en la cuantificación de materiales o superposición de elementos.
- Cuando existan elementos parecidos por pisos, es mejor agruparlos para que su modificación sea más rápida.

3.4.1.1. Materiales

Los materiales estarán definidos de acuerdo a lo indicado en los planos base del proyecto de "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN", esta definición de materiales se hace antes de empezar a modelar los elementos de tal manera que se estandarice y familiarice con los componentes. En caso no se hiciera esto, es posible que sea detectado como

"METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN' PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015"

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

incompatibilidades al no detectarse el mismo material en elementos de un mismo tipo.

3.4.1.2. Modelado de elementos

Los elementos que conforman la especialidad de arquitectura son principalmente los muros (albañilería y cortina), pisos, barandas, ventanas y puertas.

El software trae incorporada una serie de componentes predefinidos para cada tipo de elemento; en caso no exista aquel que indique el proyecto, es posible crear nuevos e incluirlos; de esa manera se garantiza la fiabilidad en las diferentes vistas del proyecto (cortes, elevaciones, 3D).

3.4.2. Especialidad: Estructuras

Esta especialidad consiste principalmente en el modelado de la cimentación, columnas, placas, vigas y losas armadas. Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Seleccionar en la parte inferior del entorno de trabajo el Sub Proyecto: Estructuras.

- Si los elementos son similares se debe modelar el elemento con los aceros de refuerzo para posteriormente ser agrupado y modificado rápidamente de ser el caso.
- Trabajar con varias vistas del elemento para garantizar la coherencia de los refuerzos y evitar superposiciones.

3.4.2.1. Materiales

Los elementos estructurales se definen con un mismo tipo de material para que puedan unirse caso contrario se generan espacios que imposibilitan su unión.

El acero estructural debe tener sus propiedades bien definidas, aunque el software plantea en aceros de refuerzo un solo tipo de material.

3.4.2.2. Modelado de elementos

En la pestaña Estructuras, se encuentran todos los tipos de elementos que intervienen en la especialidad; pilares, vigas y muros estructurales.

El aspecto más importante durante el modelado de estructuras es la colocación de aceros de refuerzo en los elementos, ya que se tiene que definir:

- Radio de curvatura de acuerdo al diámetro del acero.

- Longitud de doblado del acero.

3.4.3. Especialidad: Instalaciones eléctricas

Esta especialidad consiste principalmente en el modelado de los tableros de distribución, tuberías para instalaciones eléctricas así como luminarias. Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Seleccionar en la parte inferior del entorno de trabajo el Sub Proyecto: Eléctricas.
- Se encuentra limitado al momento de colocar las tuberías para iluminación, ya que estas tienen formas irregulares que no se puede plasmar en el modelo virtual.
- El cableado de las II.EE. para luminarias no se puede visualizar en 3D.

3.4.3.1. Materiales

Los materiales a utilizar se pueden definir, en nuestro caso utilizamos PVC para tuberías.

3.4.3.2. Modelado de elementos

En la pestaña de II.EE., se encuentran las tuberías, luminarias, luces de emergencia, tomacorrientes, interruptores, tableros y subtableros, en las tuberías para las instalaciones de luminarias se tuvo limitaciones.

En ésta especialidad no se lograron los resultados esperados.

3.4.4. Especialidad: Instalaciones sanitarias

Al modelar los elementos de la especialidad de Instalaciones Sanitarias nos referimos a modelar tuberías, accesorios de tubería, aparatos sanitarios, para ésta especialidad debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Es muy importante trabajar con pendientes al momento de modelar las tuberías de evacuación.
- Tener presente que las tuberías de Agua deben ir sobre las tuberías de desagüe.
- Seleccionar el material adecuado, en éste caso de PVC.
- Colocar primero los aparatos sanitarios y después las redes sanitarias.
- Trabajar con los radios y accesorios adecuados.

3.4.4.1. Materiales

Los materiales estarán definidos de acuerdo a lo indicado en los planos base del proyecto de “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN”, esta definición de materiales se hace antes de empezar a modelar los elementos de tal manera que se estandarice y familiarice con los componentes. En caso no se hiciera esto, es posible que sea detectado como incompatibilidades al no detectarse el mismo material en elementos de un mismo tipo.

3.4.4.2. Modelado de elementos

Los elementos dentro de ésta especialidad son tuberías, accesorios, aparatos sanitarios, cajas de registro.

Un aspecto importante es definir diámetros de tuberías.

3.5. Visualización de la información previa a la etapa de construcción

El Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, menciona en el Artículo 183° (Requisitos adicionales para la suscripción del Contrato de Obra) lo siguiente: “...el postor ganador deberá cumplir los

siguientes requisitos: ...3. Entregar el calendario de avance de obra valorizado sustentado en el Programa de Ejecución de Obra (PERT-CPM) Sin embargo, la presentación de este calendario no es usual debido a la complejidad que esta representa y es usual que reemplazado por la programación GANTT.

Se plantea que al aplicar y emplear tecnologías de Modelado 4D, se simplificará la forma de trabajo durante la programación de obra, asimismo se facilitará el control para el contratista, la supervisión y la entidad.

3.5.1. Ventajas de los modelos 4D

3.5.1.1. ¿Qué es un modelo 4D?

Un modelo 4D es básicamente el tiempo añadido al modelado de la información; es decir, además de aportar un alto nivel de inteligencia en el procesado y una fácil colaboración para el diseño y construcción de edificios, la cuarta dimensión entrelaza esta información con la programación del método de ruta crítica (CPM) del proyecto, optimizando la cadena de suministro, los plazos y las operaciones de la obra, colocando todos los datos en un modelo 3D visualmente digerible.

Uno de los principales usos del 4D en proyectos de construcción es su capacidad para facilitar guías sencillas, visualmente intuitivas para los propietarios e interesados en la obtención de un análisis detallado de ejecución constructiva dirigida por una línea de tiempo. Ésta incluye simulaciones animadas en las que se indica el orden en que los trabajos van a ser completados, junto con el tiempo que tardará en completarse sobre la base de una compleja serie de algoritmos de programación. (RODRIGUEZ, 2012)

3.5.1.2. Creación de un modelo 4D

El modelo 4D se realizó con el programa Navisworks® 2014 vinculado a Microsoft Project® 2013, éste último fue necesario por su practicidad y porque usa mucha menor memoria RAM para su ejecución, además todos los profesionales relacionados al mundo de la construcción estamos familiarizados con el manejo del software.

Para realizar el modelado en 4D se siguen los siguientes pasos:

1. Agrupar los elementos del modelo 3D y asignarle un nombre, dicho nombre será además el mismo que se usará al momento de hacer la programación PERT-CPM, recordemos que en la programación PERT-

CPM es posible agrupar elementos para minimizar y simplificar la malla final.

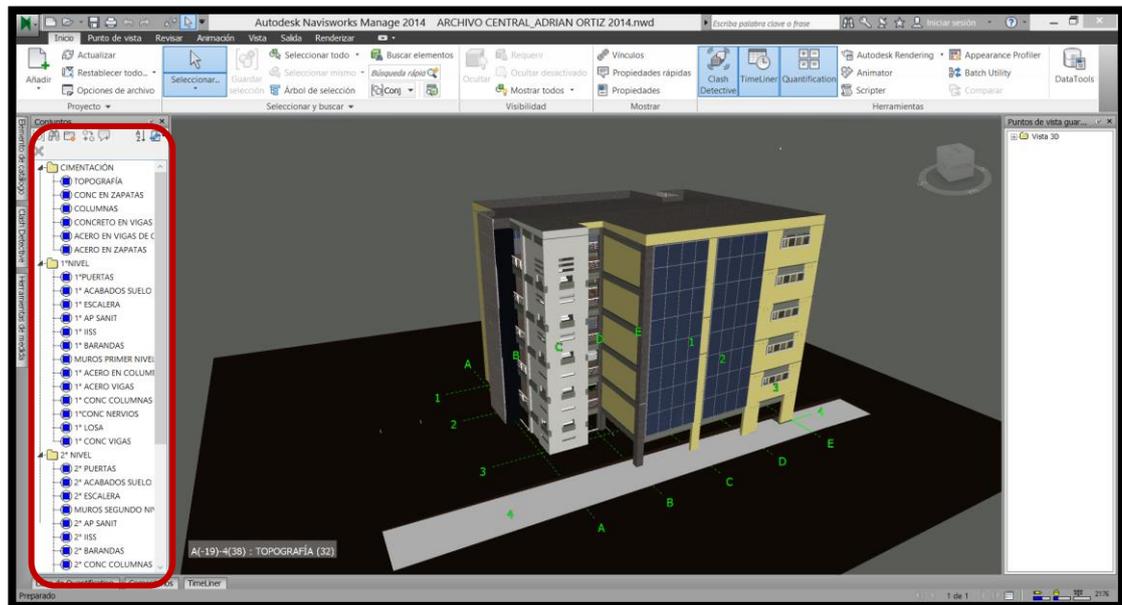


Figura N° 3.11: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, agrupación de elementos para su posterior programación. Fuente: Propia

2. Ir a la pestaña “Timeliner” e importar los elementos agrupados, automáticamente se ubicarán de tal manera que sea sencillo identificarlos.

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

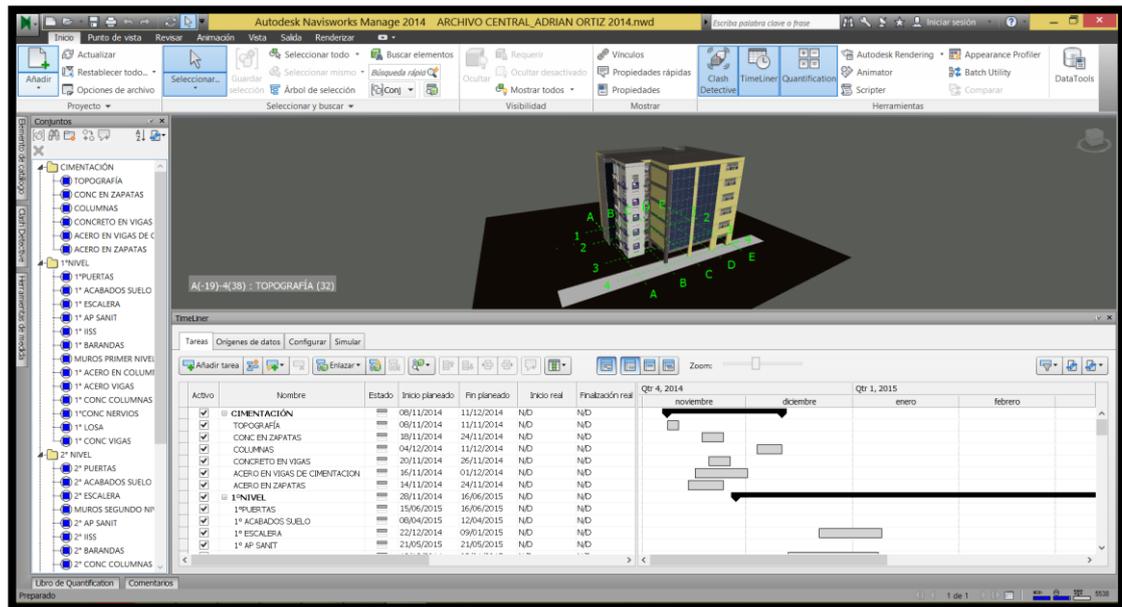


Figura N° 3.12: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, vista del diagrama de barras para la programación 4D de la obra. Fuente: Propia

3. Exportar el conjunto de datos y formato XML de Ms Project, y realizar la programación como es usual de acuerdo a las actividades que se vayan a ejecutar durante el transcurso de la obra.

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

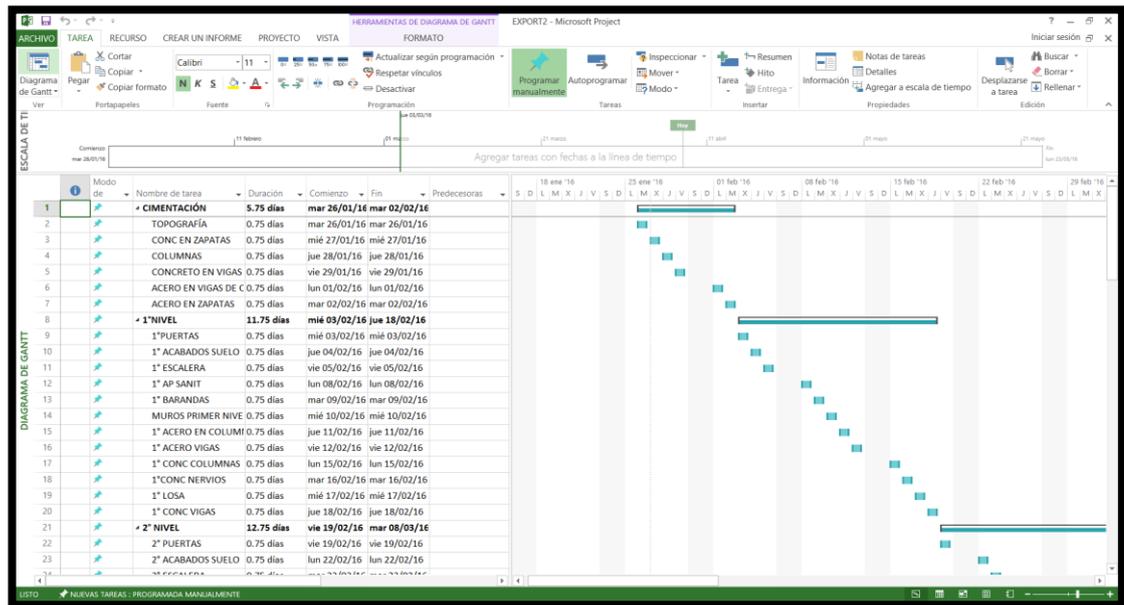


Figura N° 3.13: Captura de pantalla de MS Project® 2013, conjuntos exportados desde Navisworks Manage® 2014 para su programación. Fuente: Propia

4. Finalmente se importa el nuevo archivo ya programado en Microsoft Project® 2013 a Navisworks Manage® 2014 y se reproduce la programación y de esa manera apreciar la construcción en tiempo real (simulación).

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

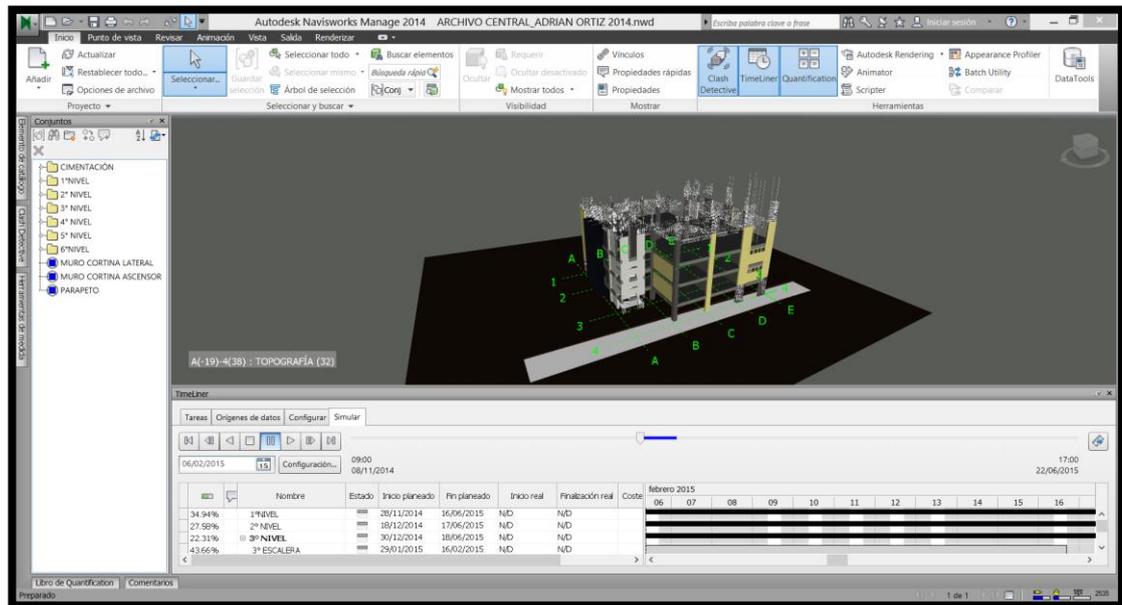


Figura N° 3.14: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, simulación de la programación de obra en el software una vez importados los datos. Fuente: Propia

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

CAPÍTULO IV

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

4. GESTIÓN DE INCOMPATIBILIDADES EMPLEANDO UN MODELO BIM E INTRODUCCIÓN AL CONTROL DE OBRA DURANTE LA EJECUCIÓN

4.1. Coordinación entre especialidades durante el modelado de la edificación

La elaboración de un modelo BIM, requiere necesariamente la participación de dos o más personas ya que cuando se emplea el término BIM debemos entender que es más que un modelo, es una forma de trabajo, es coordinación, es gestión de la información; por lo tanto, requiere de un equipo de especialistas que trabaje individualmente en su campo, pero sin perder comunicación con los otros miembros del equipo.

El equipo para realizar el modelo BIM debe estar conformado por los siguientes profesionales:

- **Especialistas:** Aquellos profesionales capacitados para desarrollar óptimamente una de las áreas del proyecto (Ingenieros estructurales, arquitectos, ingenieros electricistas, etc)
- **Modeladores:** Son quienes, empleando conocimientos técnicos de modelado, transmitirán las ideas e información de los

especialistas al modelo BIM. Lo ideal es que los especialistas sean a su vez los modeladores.

- BIM Manager: Es el profesional, capacitado y con la experiencia necesaria para implementar y gestionar la información de los modelos locales hacia un modelo central. Debe conocer el entorno de trabajo de cada especialista para lograr la unicidad del proyecto.

Para demostrar la efectividad de la metodología y puesto que se ha elegido como muestra un proyecto existente, los tesisistas desempeñamos los papeles de modeladores y BIM Manager.

4.1.1. Influencia de la aplicación de la metodología BIM durante el modelado

La aplicación de la Metodología BIM ha influenciado positivamente en el modelado, por las razones que se indican a continuación:

1. Permite a cada especialista trabajar en cualquier lugar y momento manteniéndose al tanto de las modificaciones que haya realizado otro de los colaboradores en el equipo.

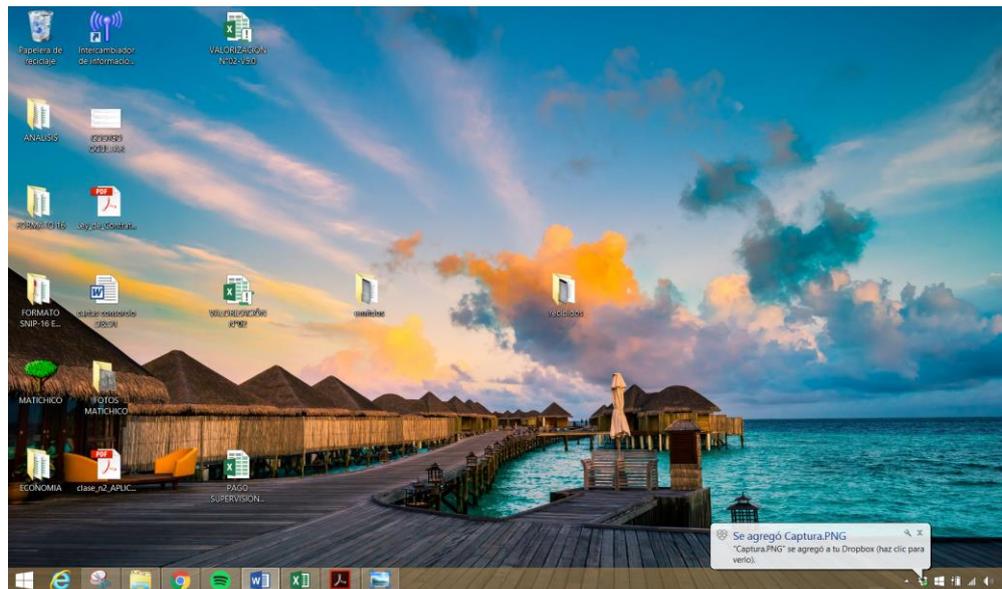


Figura N° 4.1: Captura de pantalla, notificación en la plataforma de almacenamiento sobre modificación en el archivo central Fuente: Propia

2. Es posible que uno de los especialistas realice modificaciones en el sub proyecto de un colaborador, pero no sin antes realizar una solicitud de modificación, ante esto se decidirá si dicho cambio significará un cambio considerable para el sub-proyecto, aquel que reciba la solicitud está apto para tomar la decisión.

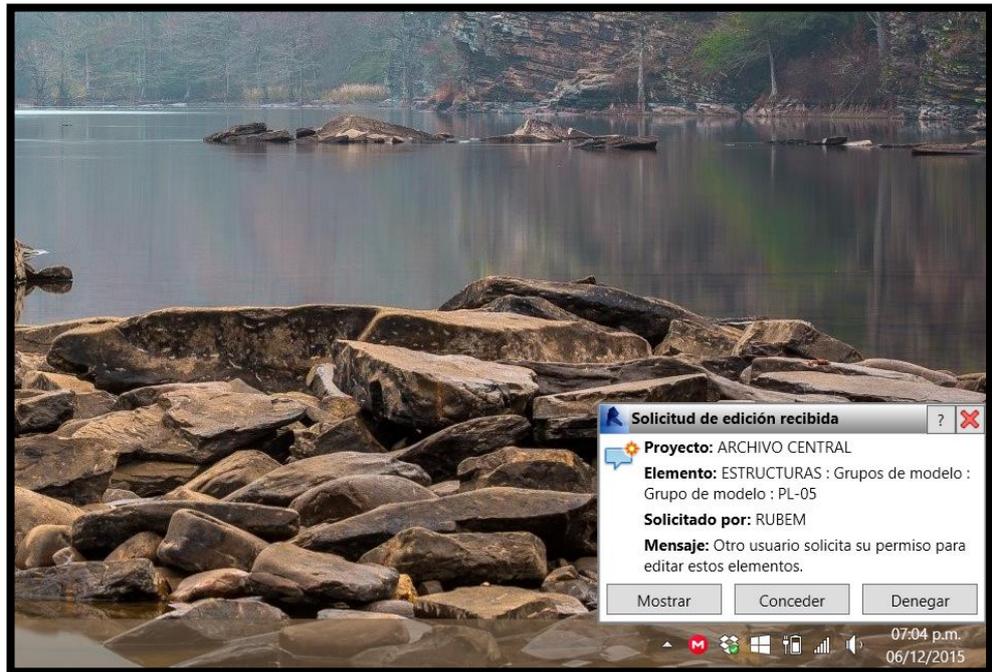


Figura N° 4.2: Captura de pantalla, solicitud de modificación de un sub proyecto.
Fuente: Propia.

3. El Software permite al modelador trabajar en distintas vistas al mismo tiempo; esto significa que, mientras que en el diseño 2D estamos acostumbrados a visualizar cuál será su geometría en planta, en vista, cortes y elevaciones, al trabajar en un modelo BIM se emplean todas estas vistas en simultáneo para optimizar el diseño pero no sólo para la arquitectura, sino también para las especialidades de estructuras e instalaciones.

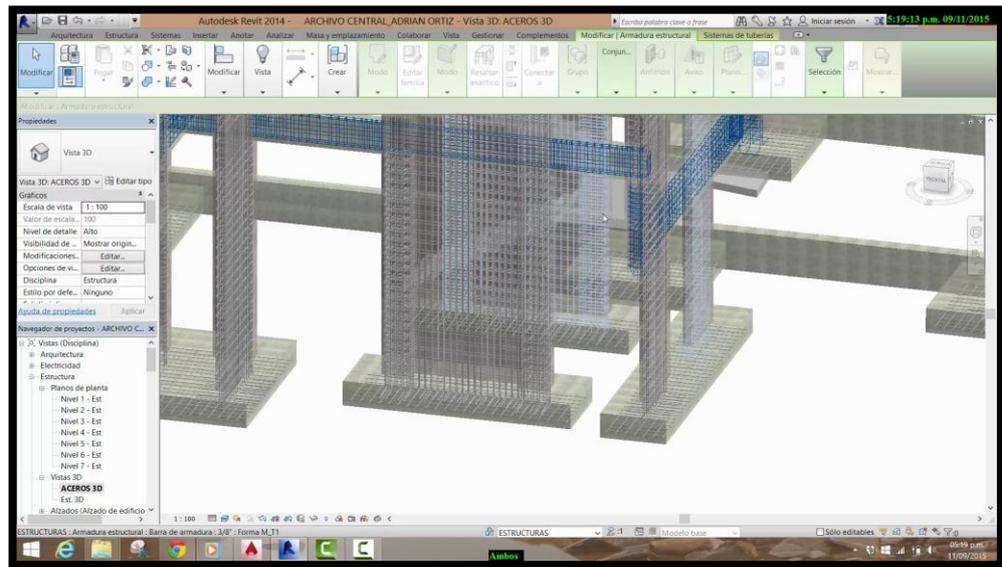


Figura N° 4.3: Captura de pantalla de Revit® 2014, especialidad de estructuras con detalles en 3D. Fuente: Propia

4. La obtención de detalles es considerablemente rápida, no sólo para el proyectista sino también servirá durante la ejecución ante la frecuente carencia de detalles y vistas.

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

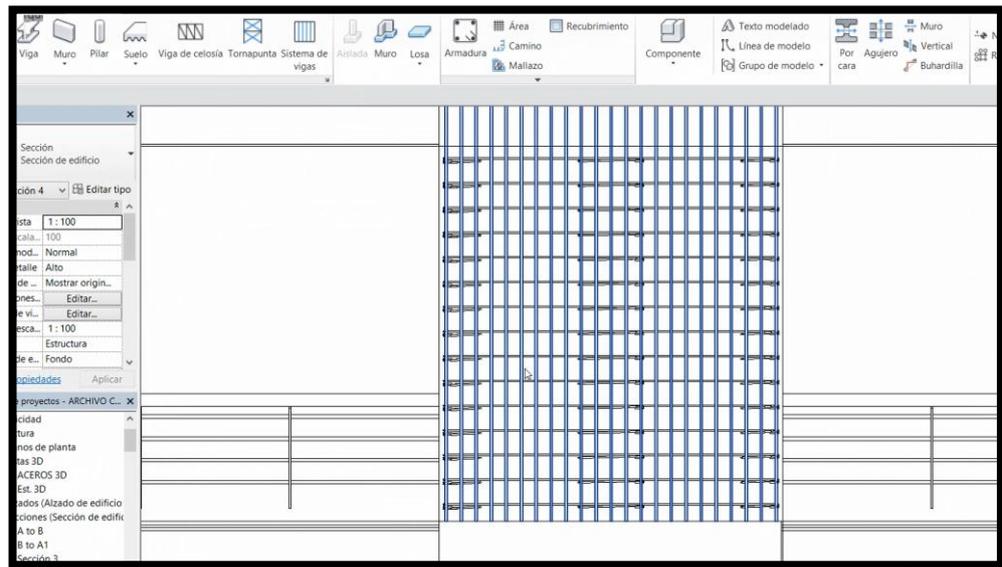


Figura N° 4.4: Captura de pantalla de Revit® 2014, vista de detalles en el software.
Fuente: Propia.

5. Permitted to detect immediately the inconsistency of the plans, interference between specialties of structures, architecture, electrical and sanitary installations.

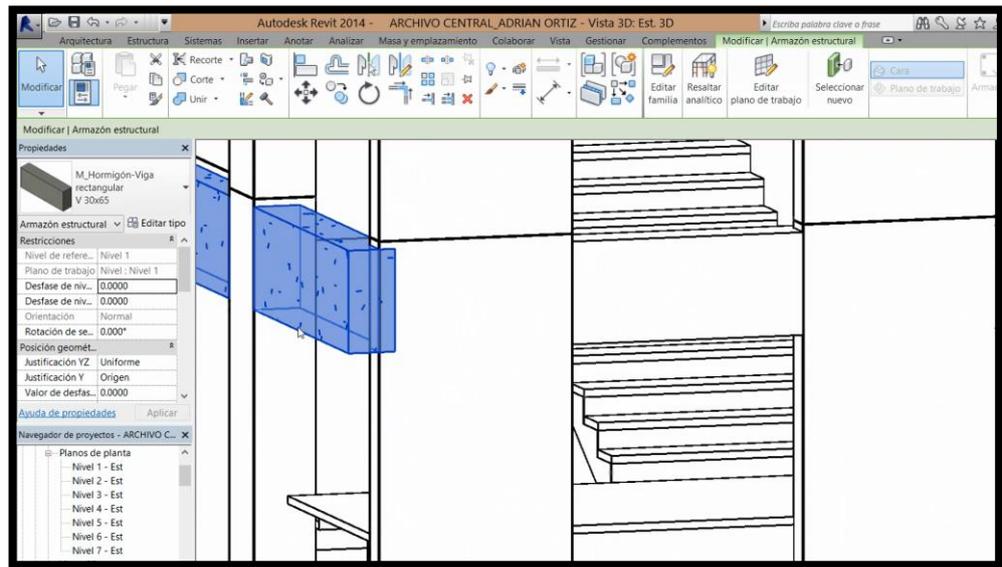


Figura N° 4.5: Captura de pantalla de Revit® 2014, detección de interferencia durante el modelado. Fuente: Propia.

6. Brinda al modelador o especialista un entorno de trabajo con las herramientas necesarias para su óptimo desempeño, es necesario tener en cuenta que al tratarse de softwares extranjeros es necesario adaptar ciertos parámetros de modelado a las normas peruanas.



Figura N° 4.6: Captura de pantalla de Revit® 2014, entorno de trabajo para cada especialidad. Fuente: Propia

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

4.2. Detección de interferencias

La detección de interferencias o inconsistencia de los planos es una labor que debe realizar el consultor para garantizar la confiabilidad de su proyecto; además, es obligación del residente de obra realizar el informe de compatibilidad.

Es posible detectar interferencias durante el modelado de la edificación, primero por acción propia del Software Autodesk Revit® 2014 en su opción de "Comprobación de Interferencias" pero por la experiencia empleando esta opción encontramos las principales desventajas:

1. Durante la etapa de modelado, el archivo se vuelve bastante pesado (Excede los 2GB) debido a las actualizaciones constantes de los colaboradores, por lo que aplicar la opción dentro del software Autodesk Revit® 2014 requiere una gran cantidad de memoria RAM, de lo contrario el CPU de la computadora colapsará.
2. EL programa da la opción al usuario de elegir en cuál de las vistas se apreciarán las interferencias; esto no es del todo coherente, porque si uno emplea esta opción del software es porque es probable que algo haya pasado desapercibido durante el

modelado y por lo tanto no sabe dónde está el problema; es por ello que es muy probable que no se elija la opción en la que se pueda apreciar claramente la interferencia.

Ante lo expuesto y viendo las complicaciones que se presentaban, se empleó un software BIM dedicado exclusivamente a la gestión de la información en la construcción.

Autodesk Navisworks Manage® 2014 es el software elegido para realizar la detección de interferencias, su forma de uso es bastante intuitiva y el uso de la memoria RAM es considerablemente menor; la forma de trabajo dentro del entorno del programa para detectar interferencias es la siguiente:

1. Abrir el archivo con extensión .RVT del archivo central.

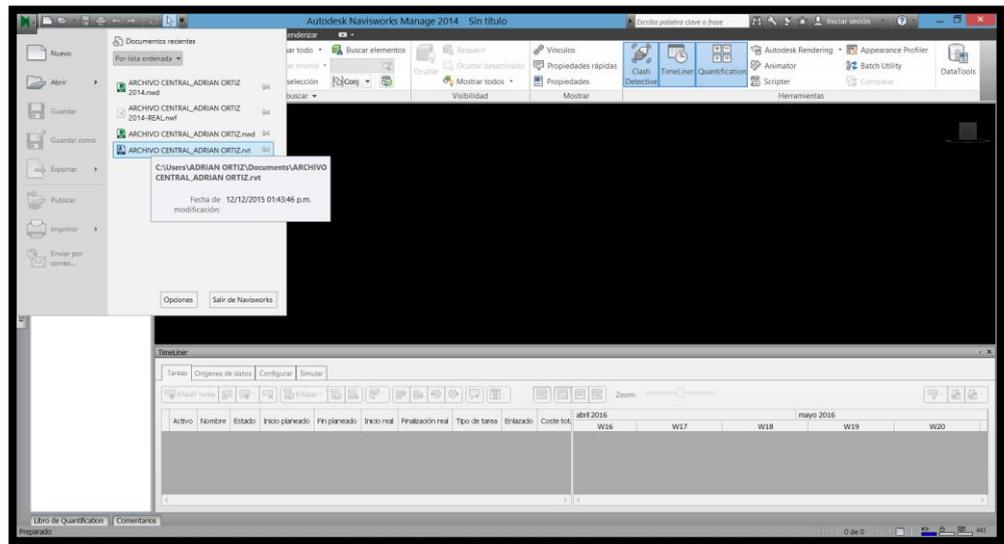


Figura N° 4.7: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, detección de interferencias a partir del modelo central. Fuente: Propia.

2. Seleccionar en la pestaña de herramientas la opción "Clash Detective", en el nuevo cuadro se clasificarán por especialidades los elementos que componen el modelo para compararlos.

"METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN' PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015"

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

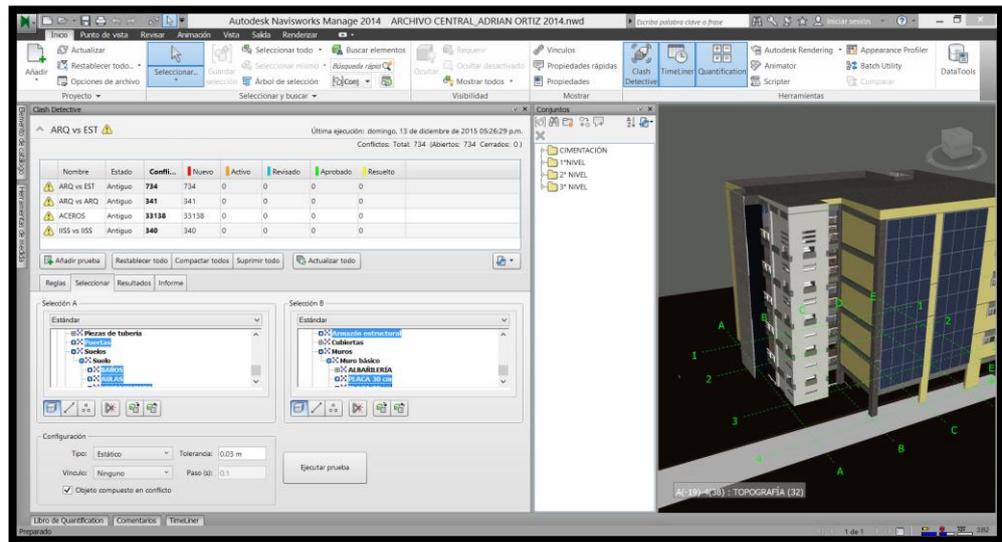


Figura N° 4.8: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, selección de elementos por especialidad. Fuente: Propia

- Una vez agrupados los elementos, se procede a ejecutar las pruebas comprobando las interferencias por especialidades, por ejemplo: ARQUITECTURA vs ESTRUCTURAS, asimismo es posible detectar interferencias sobre una misma especialidad. Una vez ejecutado el análisis el programa brinda la opción para exportar un reporte con la ubicación de cada una de las interferencias detectadas en 3D y debidamente señaladas.

"METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN' PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015"

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

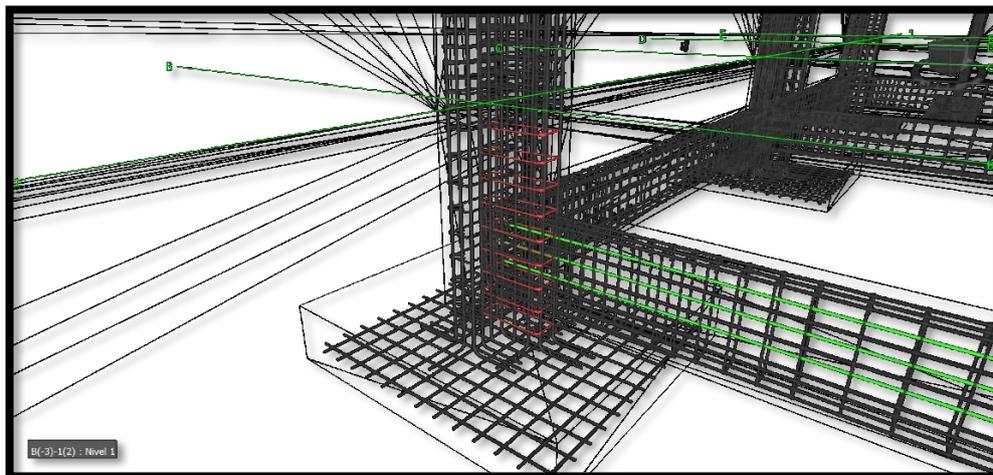


Figura N° 4.9: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, detección de resultado y análisis de los elementos implicados. Fuente: Propia

4.2.1. Gestión de interferencias no sustanciales

Para el desarrollo de esta tesis definimos a las interferencias no sustanciales como aquellas cuya detección y solución no implican un gasto considerable ni tampoco un cambio en el proyecto que requiera la opinión de la entidad y/o proyectista.

A continuación, se muestran algunos de los resultados de acuerdo a cada especialidad:

4.2.1.1. Estructuras

Las interferencias detectadas en esta especialidad alcanzaron una totalidad de 2,763; de las cuales el 100% hace referencia a la

intersección de aceros de refuerzo de las estructuras de concreto armado entre sí.

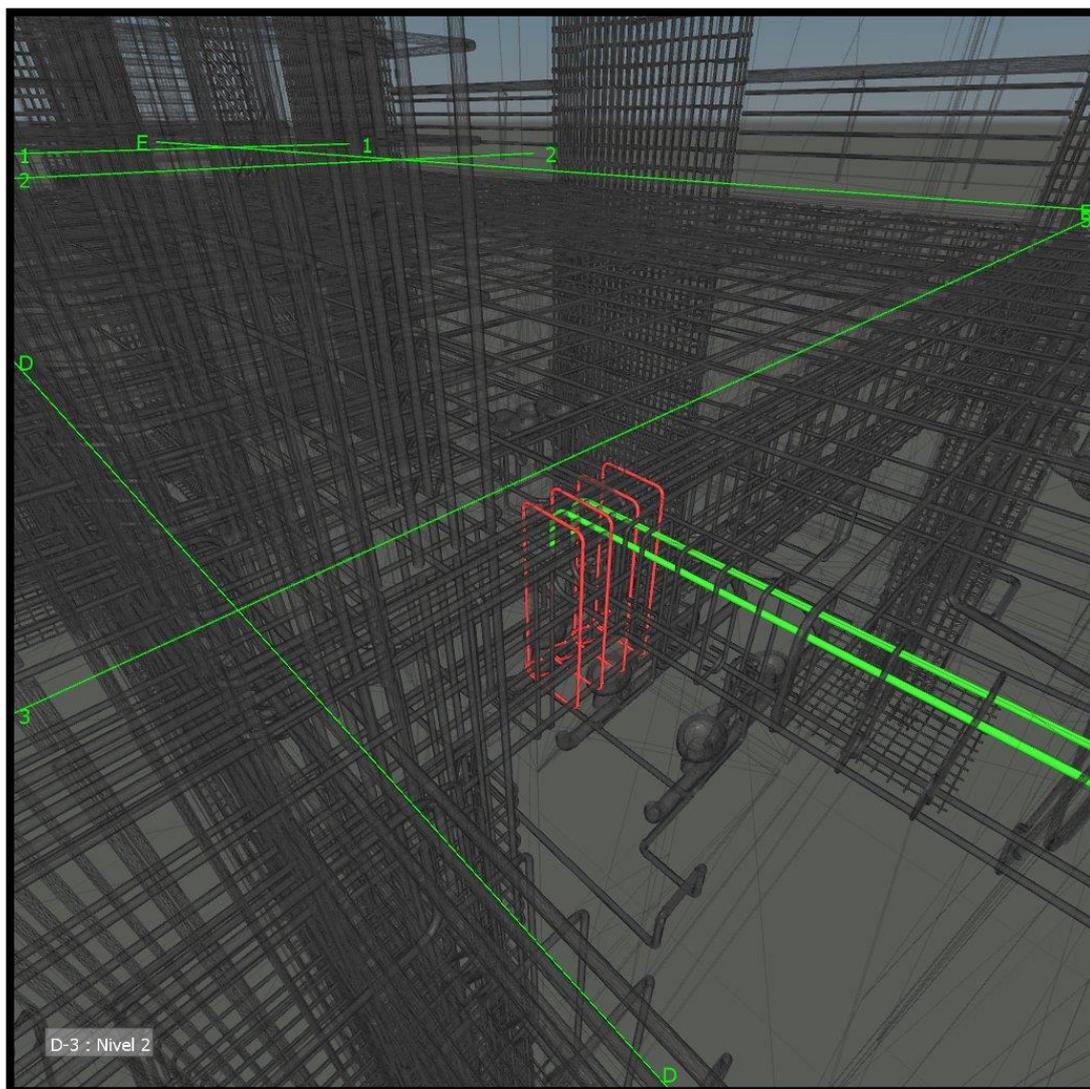


Figura N° 4.10: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, elementos de la especialidad. Fuente: Propia.

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

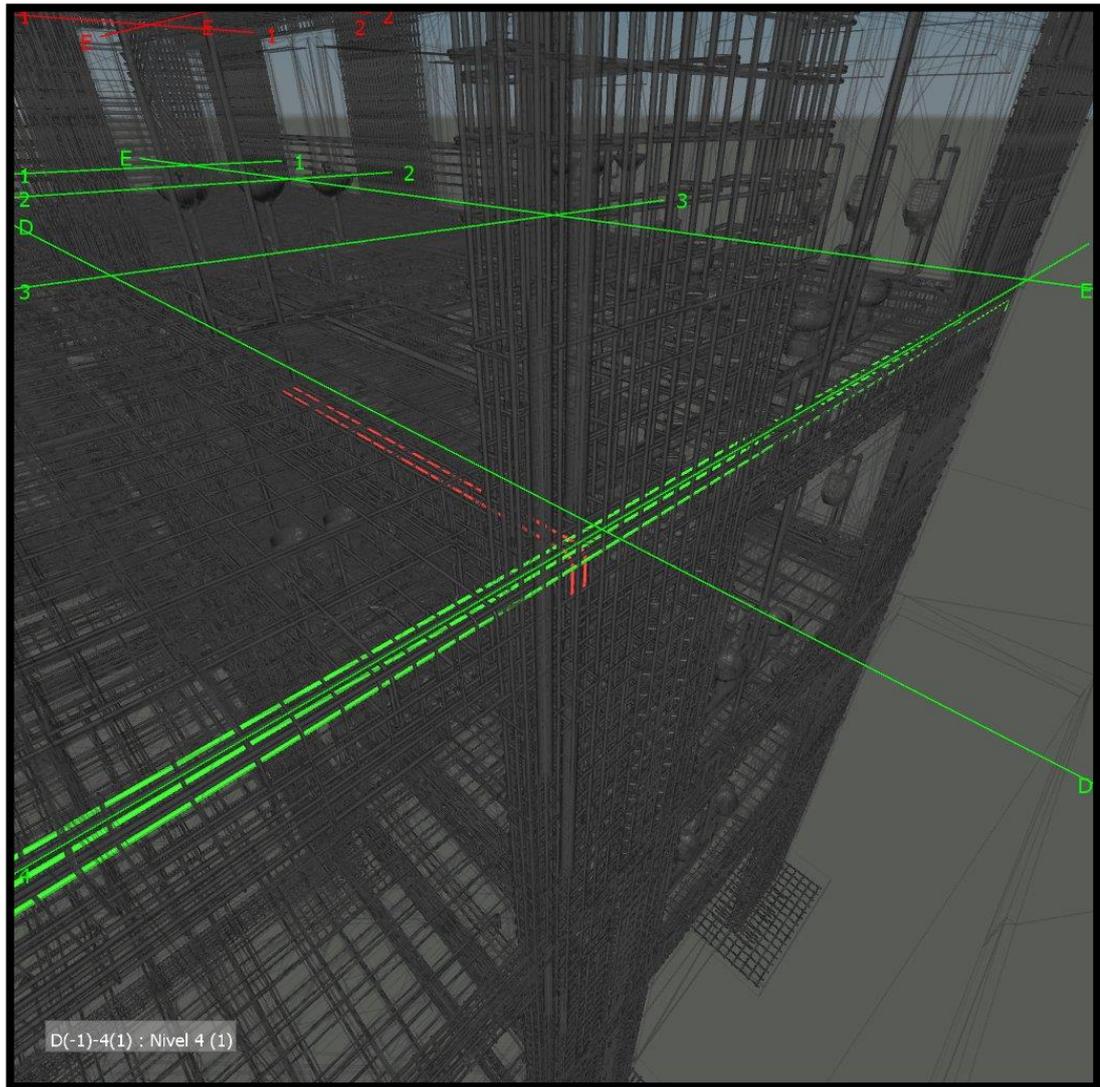


Figura N° 4.11: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, otro ejemplo de interferencias en estructuras

Este resultado se debe a que, al momento de modelar, o hacer los detalles de los planos estructurales, se han realizado las especificaciones de los detalles que son típicas para cada elemento, ya sean vigas, nervios, columnas o placas sin tener en cuenta el

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

proceso constructivo y la saturación que se ocasiona como se ve en las imágenes.

Sin embargo, este llega a ser un problema que puede ser absuelto de acuerdo a las opciones planteadas:

- Cambiar la distribución de los aceros manteniendo las cuantías del diseño de acero inicial lo que implicaría que no se cambie el comportamiento estructural de la edificación.
- Desplazar o reubicar los aceros longitudinales, siempre y cuando se garanticen las condiciones de diseño (espesor de recubrimientos, alineamientos, etc.)

4.2.1.2. Arquitectura

En el siguiente gráfico se muestran la cantidad de interferencias presentes en la especialidad de arquitectura (Tabla de Clasificación de Interferencias N°02), donde se puede ver que el 35% representan conflictos no sustanciales y otro 43% conflictos debido al modelamiento:

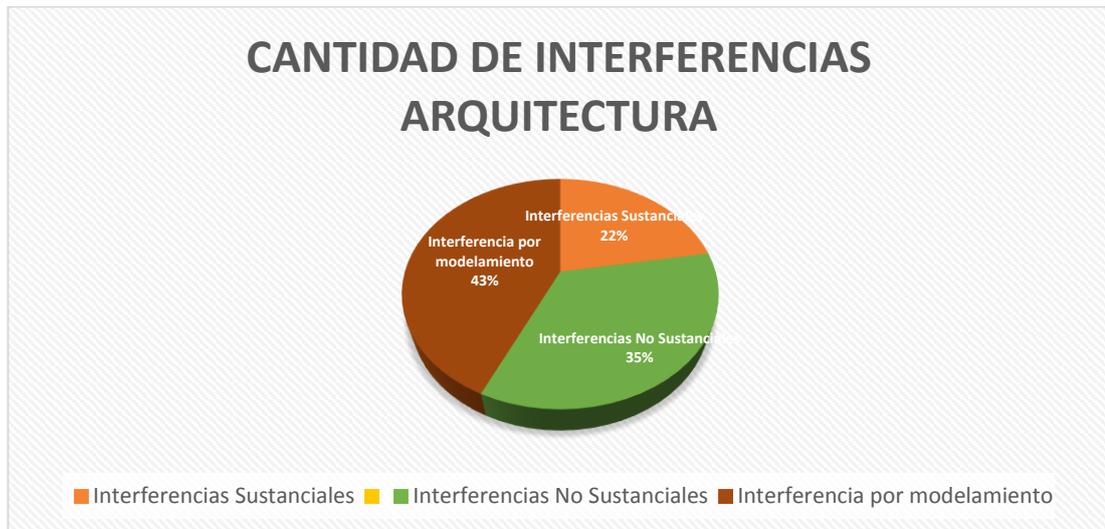


Gráfico N° 4.1: Interferencias cuantificadas en la especialidad de Arquitectura. Fuente: Propia

Las interferencias no sustanciales detectadas en esta especialidad nacen principalmente por carencia de detalles en las especificaciones técnicas de los elementos, en el proyecto se identificaron las siguientes:

1. Interferencia de los perfiles de acero que conforman el muro cortina con el piso de los acabados; en los planos del proyecto no hay especificaciones del muro cortina, y no se tiene en cuenta que dichos perfiles son de dimensiones mayores a las dibujadas en planta.

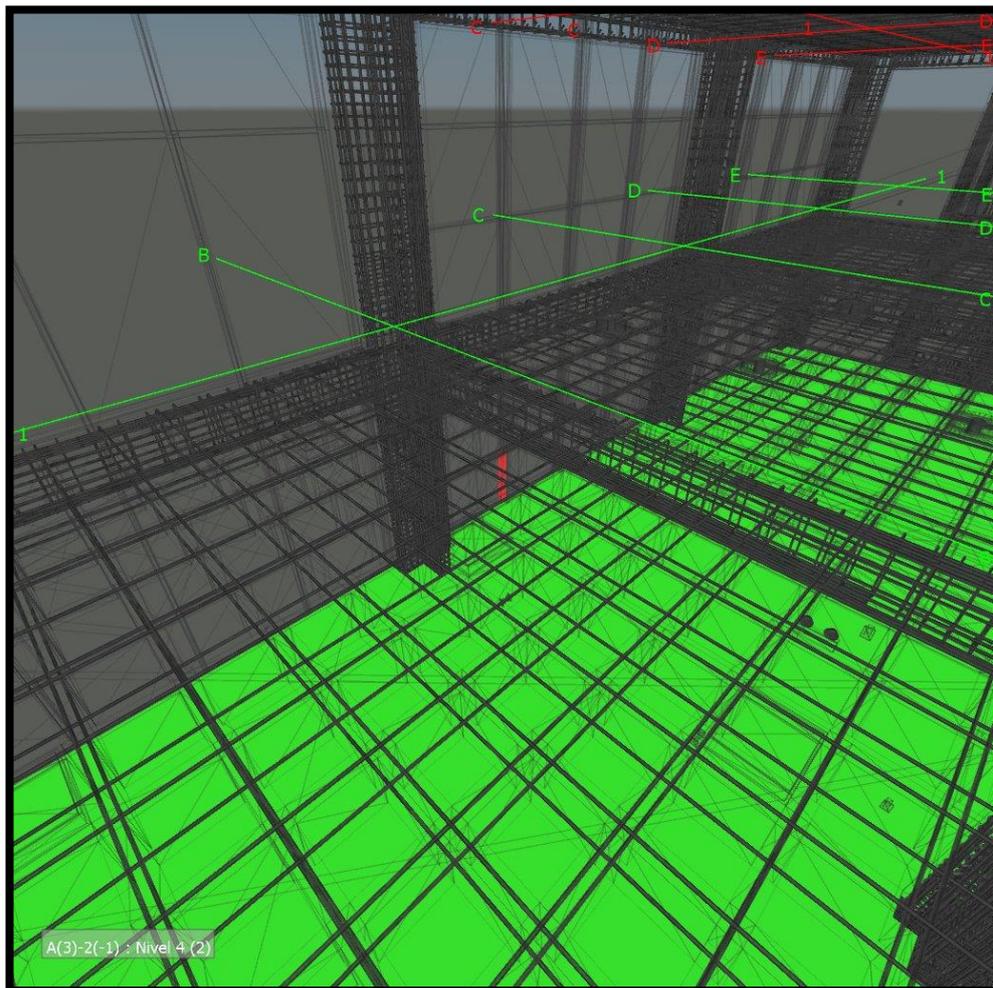


Figura N° 4.12: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, interferencias debido a elementos del muro cortina. Fuente: Propia.

Ante ello la solución es simple, durante la instalación del muro cortina se preverá dicho percance y se incluirán perfiles de base que ubicarán al muro cortina en la parte exterior del edificio.

2. Interferencia entre las barandas y un parapeto en el eje A-A entre los ejes 3-4 de todos los niveles, el diseño de plano en

planta señala que existe dicho parapeto, pero en el plano de elevación frontal se ve que la baranda es continua.

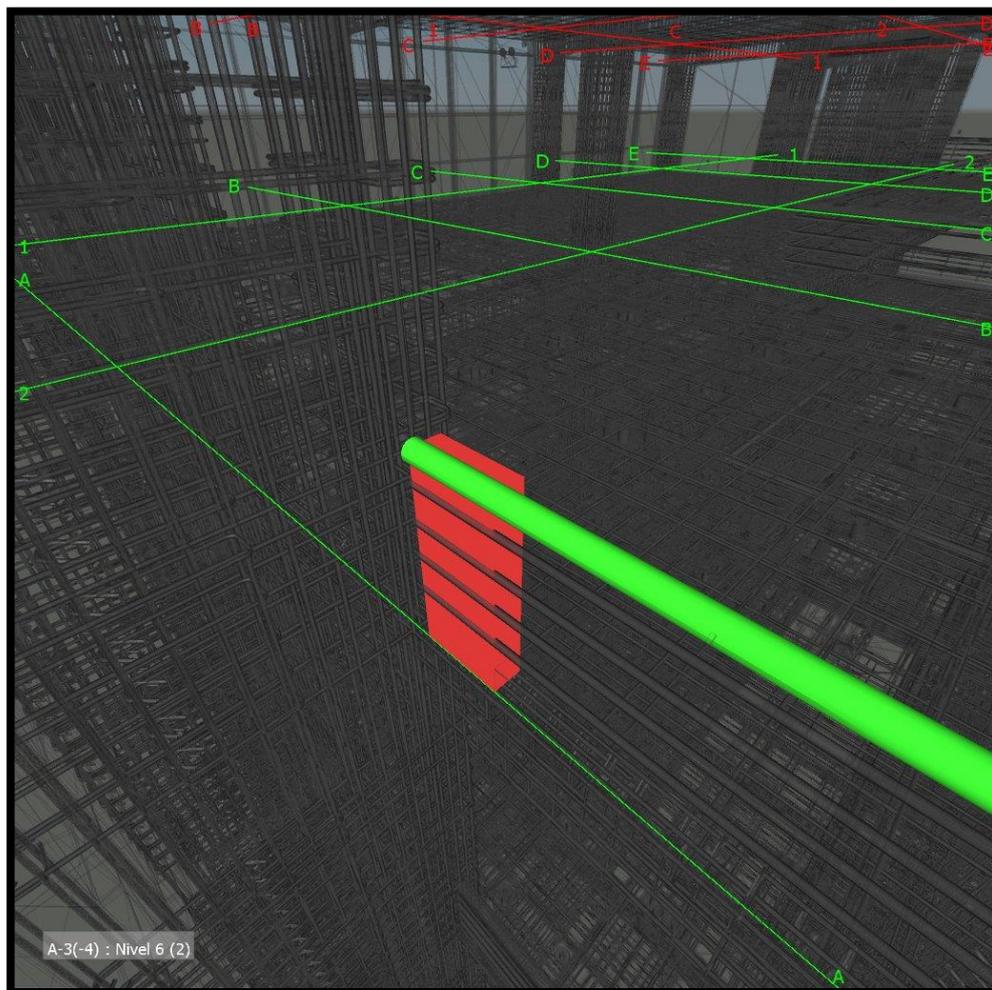


Figura N° 4.13: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, Interferencias de barandas con parapeto en niveles 2° al 6°. Fuente: Propia

3. Debido al LOD en el cuál fue diseñado cada elemento, el software detectó algunos detalles del modelado como

interferencia, lo cual es despreciable debido a que no representarán cambios significativos en el proyecto.

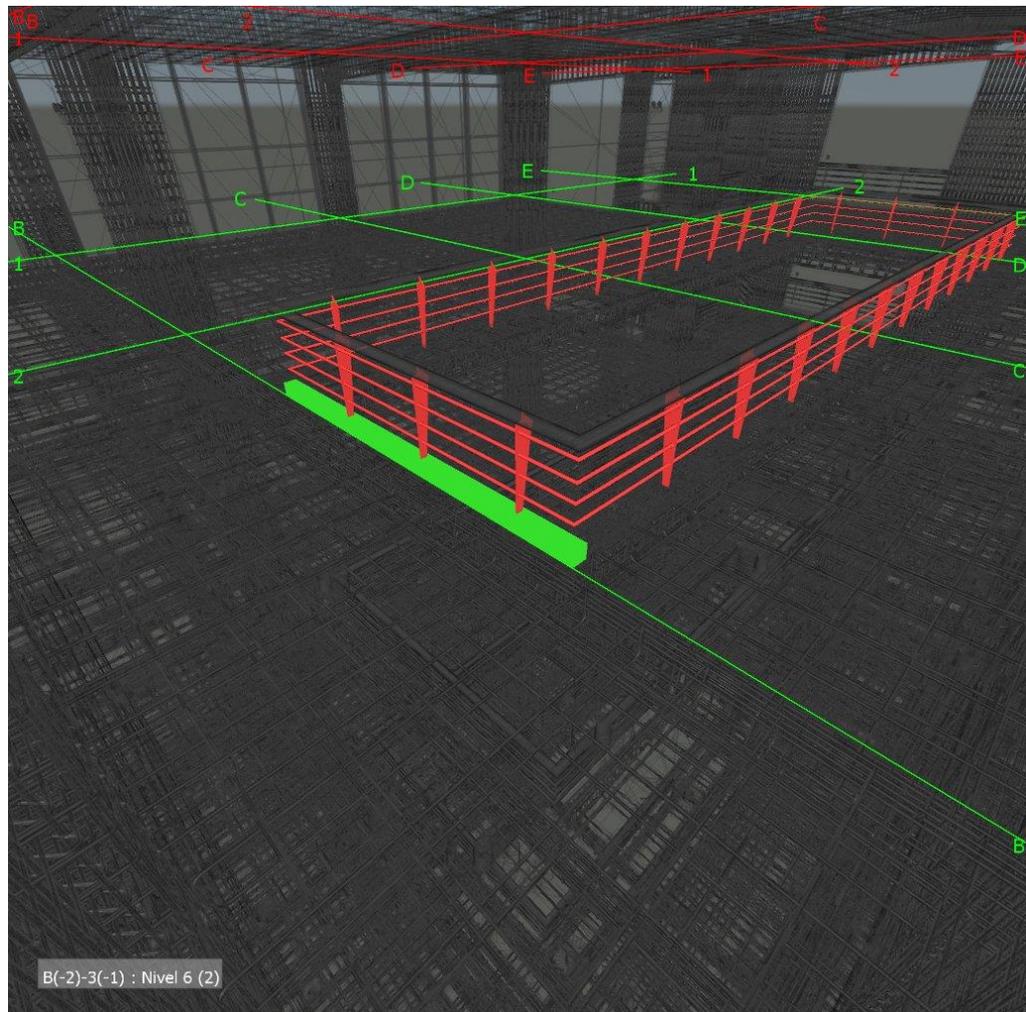


Figura N° 4.14: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, Interferencias no sustancial por modelamiento. Fuente: Propia

4.2.1.3. Arquitectura vs. Estructura

En el gráfico se muestran los resultados de la detección de conflictos entre estas especialidades debidamente clasificados, de acuerdo a la Tabla de Clasificación de Interferencias N°4.2:



Gráfico N° 4.2: Interferencias cuantificadas en las especialidades de Arquitectura y Estructuras.
Fuente: Propia

Al igual que en los puntos 1 y 3 del Ítem 5.2.1.2 se presentan interferencias de los perfiles del muro cortina con los elementos estructurales (vigas, losas, nervios, placas y columnas); los mismos que son despreciables y tendrán la misma solución; asimismo se han detectado interferencias del modelado que son despreciables.

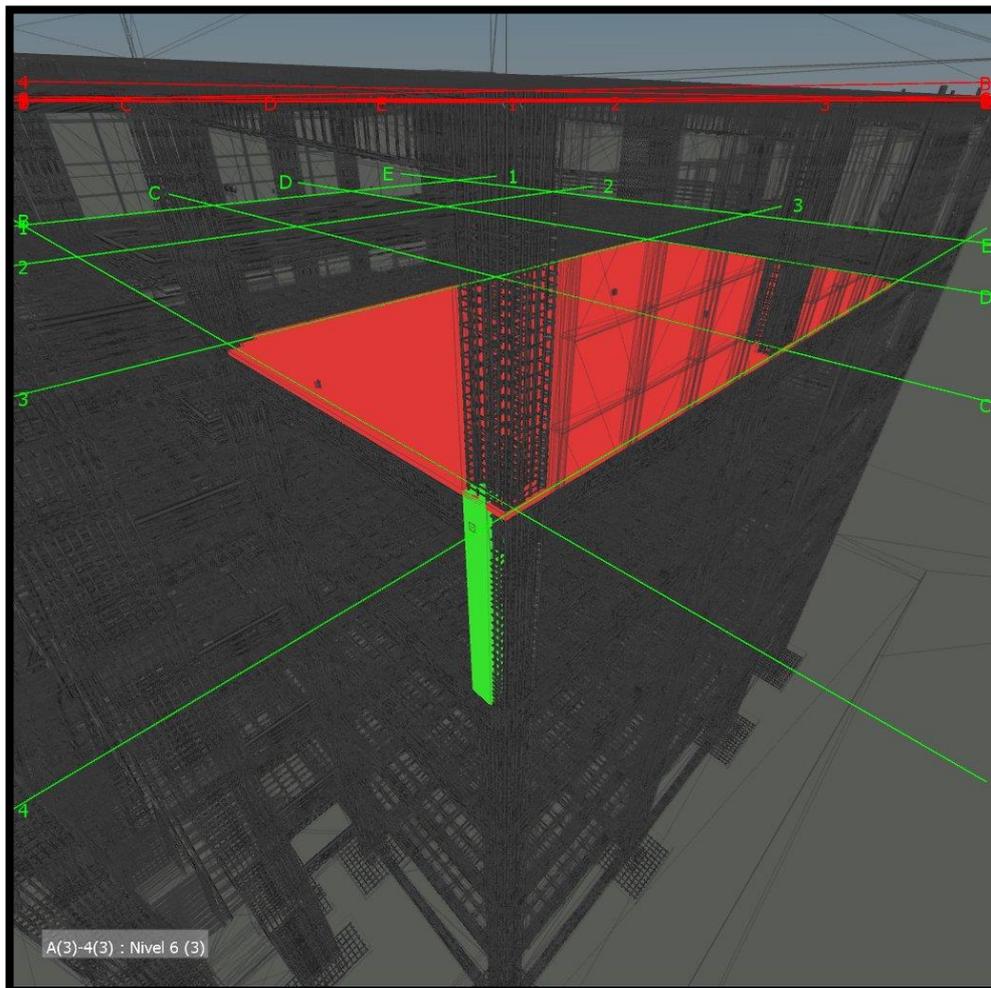


Figura N° 4.15: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, interferencia por modelamiento despreciable. Fuente: Propia

4.2.1.4. Sanitarias vs. Estructuras

En el gráfico se muestran los resultados de la detección de conflictos (Tabla de Clasificación de Interferencias N°03) entre estas especialidades debidamente clasificados:

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

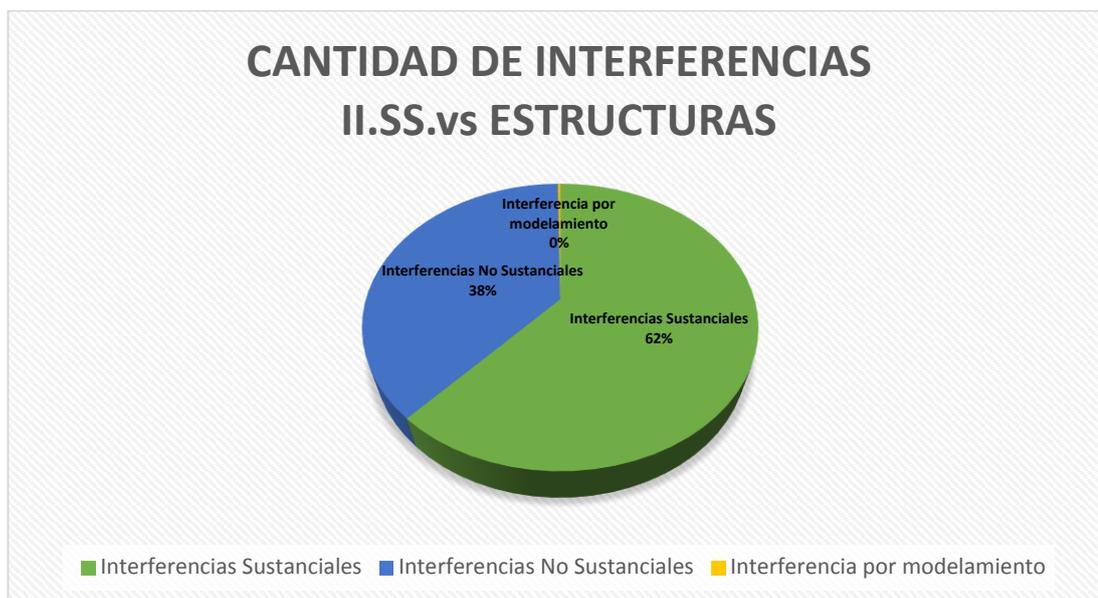


Gráfico N° 4.3: Interferencias cuantificadas entre las especialidades de instalaciones sanitarias y estructuras. Fuente: Propia

Para el proyecto se plantea una losa de 5cm por sobre la losa nervada. Las redes sanitarias del proyecto parten desde la superficie de acabado pasando por esta losa, ésta interferencia se considera no sustancial puesto que no modificará el proyecto. Para este caso no se plantea ninguna solución adicional al del proceso constructivo.

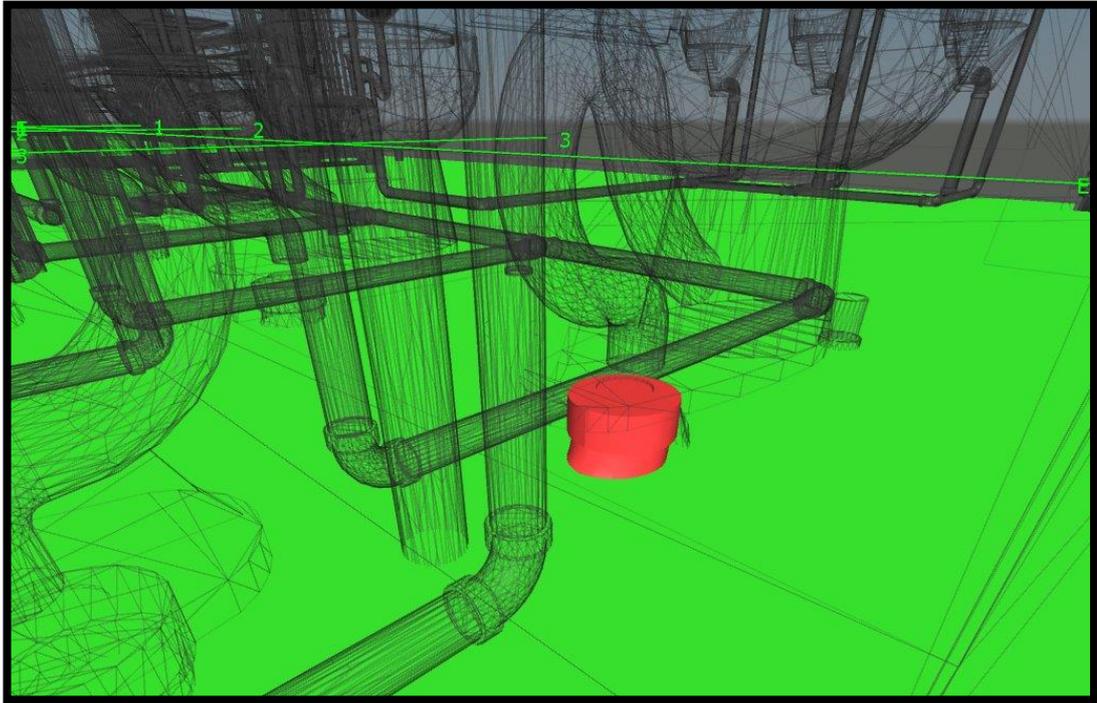


Figura N° 4.16: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, interferencia de instalaciones sanitarias con estructuras. Fuente: Propia.

4.2.1.5. Sanitarias vs. Sanitarias

En el gráfico se muestran los resultados de la detección de conflictos entre estas especialidades debidamente clasificados:

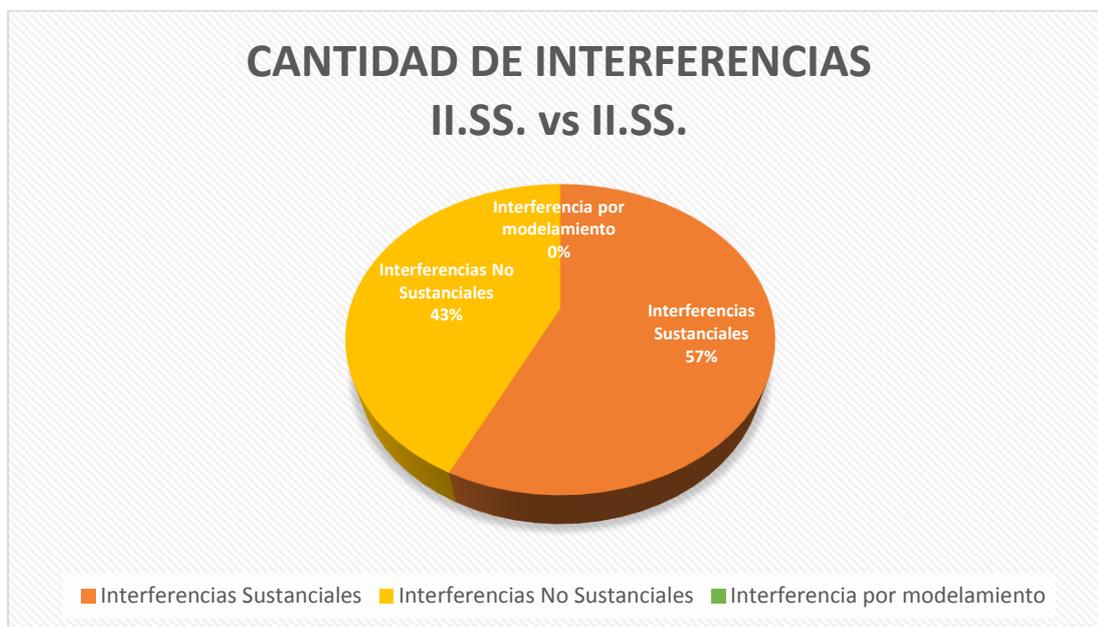


Gráfico N° 4.4: Interferencias cuantificadas de la especialidad de instalaciones sanitarias.
Fuente: Propia.

Al ser plateadas las redes sanitarias de Agua y desagüe independientemente, éstas ocasionalmente se encuentran superpuestas en el modelo, ésta interferencia es clasificada como NO SUSTANCIAL en la tabla de clasificación de interferencias N°04 por ser una interferencia solucionable en obra sin ocasionar mayores inconvenientes.

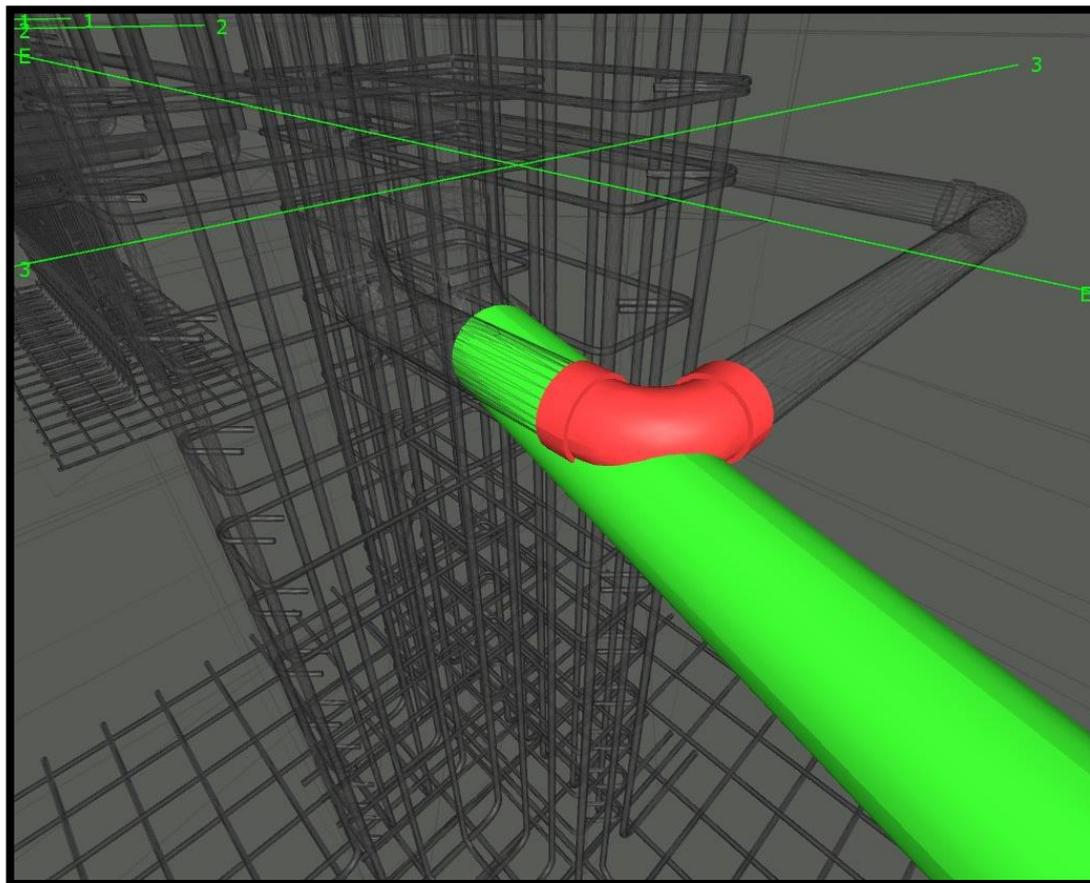


Figura N° 4.17: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, interferencias de tuberías y accesorios. Fuente: Propia.

4.2.2. Gestión de interferencias sustanciales

Para el desarrollo de esta tesis definimos a las interferencias no sustanciales como aquellas cuya detección y solución implican un gasto considerable ni tampoco un cambio en el proyecto que requiera la opinión de la entidad y/o proyectista.

4.2.2.1. Estructuras vs Arquitectura

Las interferencias sustanciales entre estas especialidades han sido diversas, todas aquellas mencionadas representarán necesariamente una modificación en el proyecto:

1. El plano topográfico del proyecto no indica la ubicación exacta del mismo; plasmando las cotas del terreno en el software se puede ver que para las áreas de accesos no se ha tomado en cuenta el desnivel existente y no se consideraron rampas o graderías de acceso al edificio.

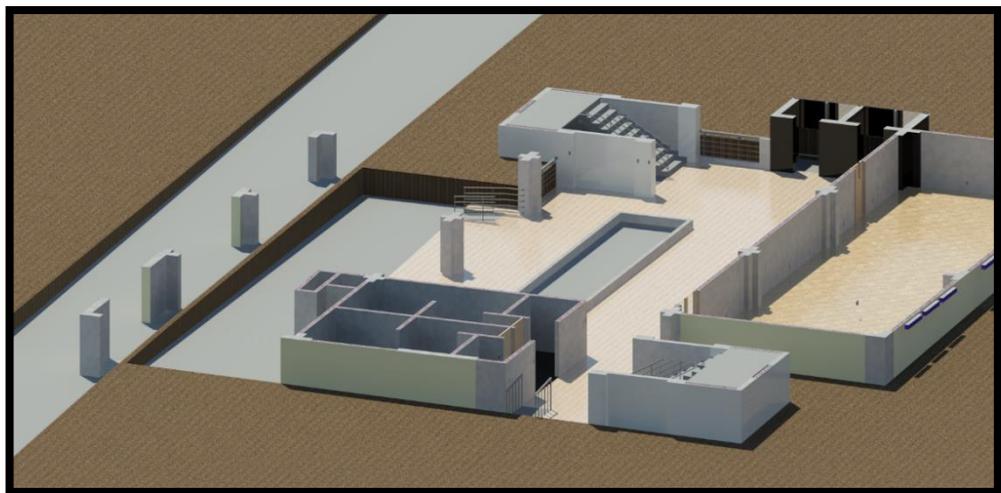


Figura N° 4.18: Desnivel en el terreno del proyecto, imagen renderizada en Revit® 2014. Fuente: Propia

Se plantean dos soluciones ante este problema: **Primero**, reubicar el proyecto en un espacio que se adapte a las condiciones arquitectónicas y **Segundo**, realizar el relleno y corte

al terreno en la ubicación actual para acondicionar el terreno al proyecto.

2. El expediente técnico no considera movimientos de tierra (excavación y relleno) para nivelar el terreno, por lo que asume que el terreno en el que está ubicado el proyecto es uniforme; algo que resulta incoherente por lo indicado en el primer punto de este ítem; en el software se ha modelado el terreno tal y cual se indica el plano topográfico por lo tanto muestra una serie de interferencias con los elementos estructurales.

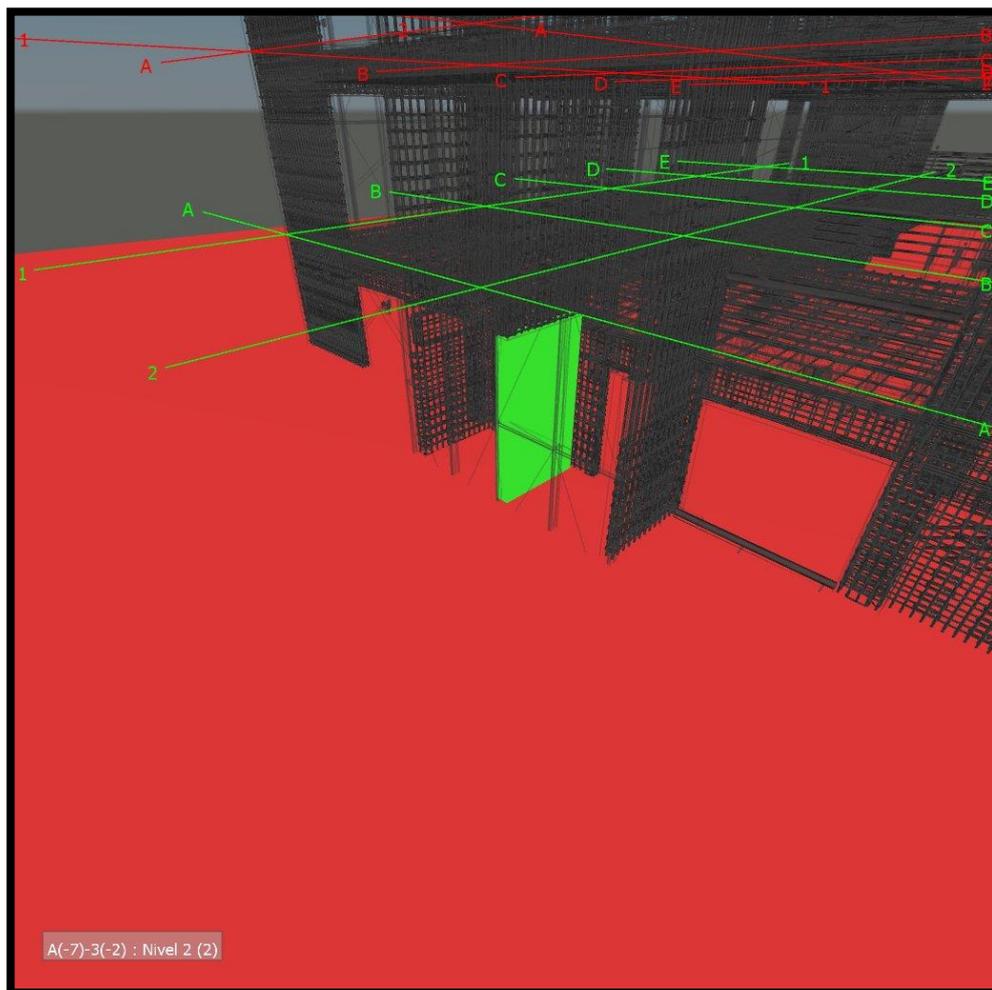


Figura N° 4.19: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, interferencia debido a la topografía no considerada. Fuente: Propia.

Ante ello se anticipa que será motivo de adicional incrementar una partida de corte y relleno para nivelar el terreno ya que significa una modificación en el proyecto que representaría un costo de S/. 7,132.10.

Tabla N° 4.1: Análisis de costos unitarios por partida nueva de corte superficial con maquinaria

Partida:	CORTE SUPERFICIAL CON MAQUINARIA				
Rendimiento:	200.00 M3				
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA					
CAPATAZ	HH	0.5	0.02	17.15	0.34
PEON	HH	2	0.08	11.33	0.91
TRACTOR ORUGA DE 140-160 HP	HM	1	0.04	251.71	10.07
Costo Unitario	S/.				11.32

COSTO DIRECTO	5,008.00
GASTOS GENERALES FIJOS (2.71%)	135.72
GASTOS GENERALES VARIABLES (7.98%)	399.64
UTILIDAD (10.00%)	500.80
=====	
SUB TOTAL DEL PRESUPUESTO	6,044.16
IGV (18%)	1,087.95
=====	
PRESUPUESTO TOTAL	S/. 7,132.10

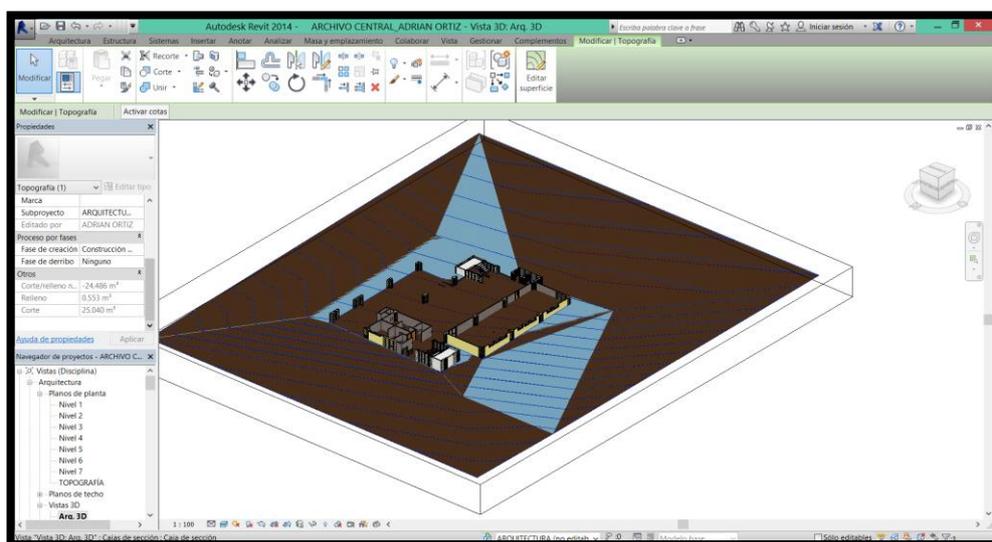


Figura N° 4.20: Captura de pantalla de Revit® 2014, cálculo del volumen de corte mediante el software. Fuente: Propia

"METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN' PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015"

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

3. El edificio está ubicado de tal manera que los elementos estructurales (columnas y placas) y arquitectónicos del el Eje 4-4, se encuentran dentro de la vía de tránsito peatonal de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

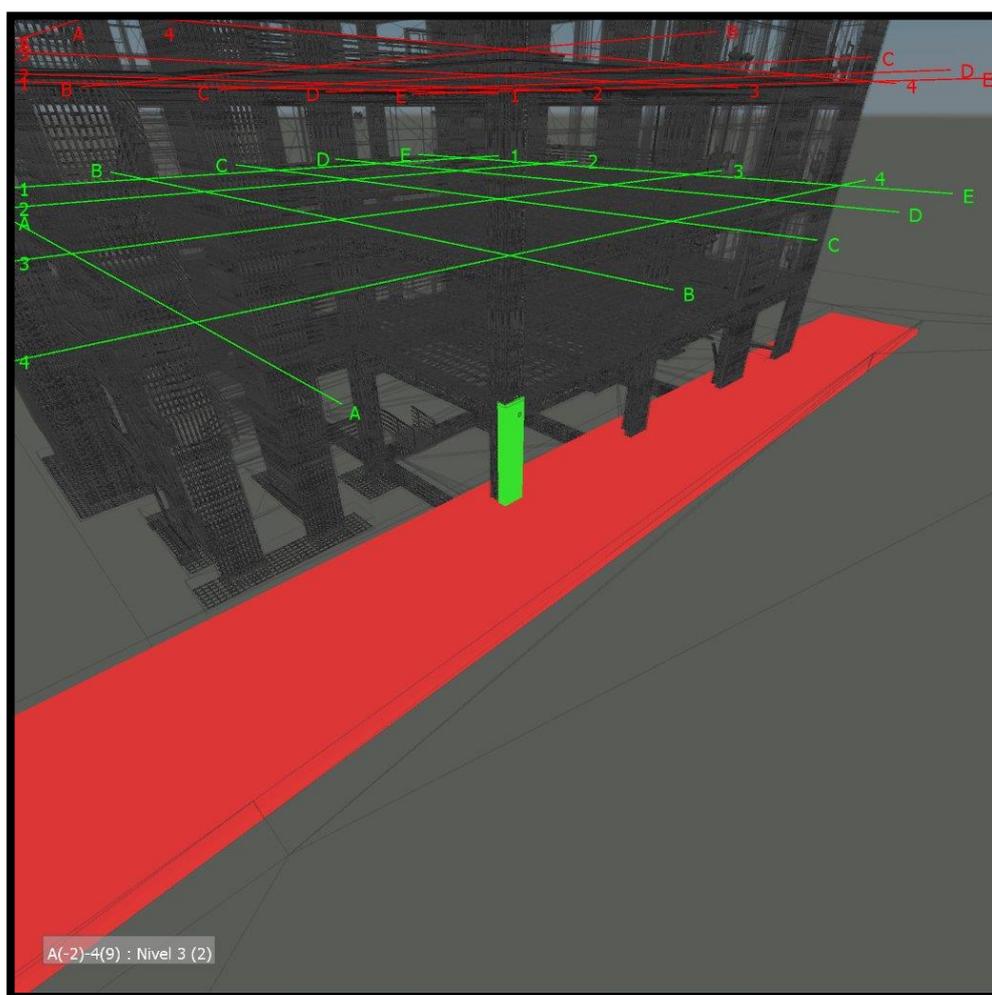


Figura N° 4.21: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, interferencia de los elementos con la vía peatonal de la UNHEVAL. Fuente: Propia

Este problema se podrá solucionar solicitando una modificación en el proyecto y al igual que en el ítem 1, será necesario reubicar a la edificación en un lugar que se adapte a las condiciones arquitectónicas. Pero ya que la reubicación implica una modificación sustancial, corresponderá al residente realizar la consulta al supervisor de obra, quien tiene 04 días para hacer llegar la opinión a la entidad, quien hará de conocimiento al proyectista sobre la consulta y éste deberá responder en los siguientes 15 días. Por lo tanto el contratista podrá solicitar como mínimo 19 días de ampliación de plazo de acuerdo al Artículo 196° de Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, lo que implicaría el reconocimiento de mayores gastos generales que ascienden a S/.47,898.09(Inc. IGV).

4. Las ventanas y detalles de los bloques en los que están ubicadas las escaleras se encuentran en zonas por las que pasan las vigas estructurales por lo tanto es imposible mantener esa distribución.

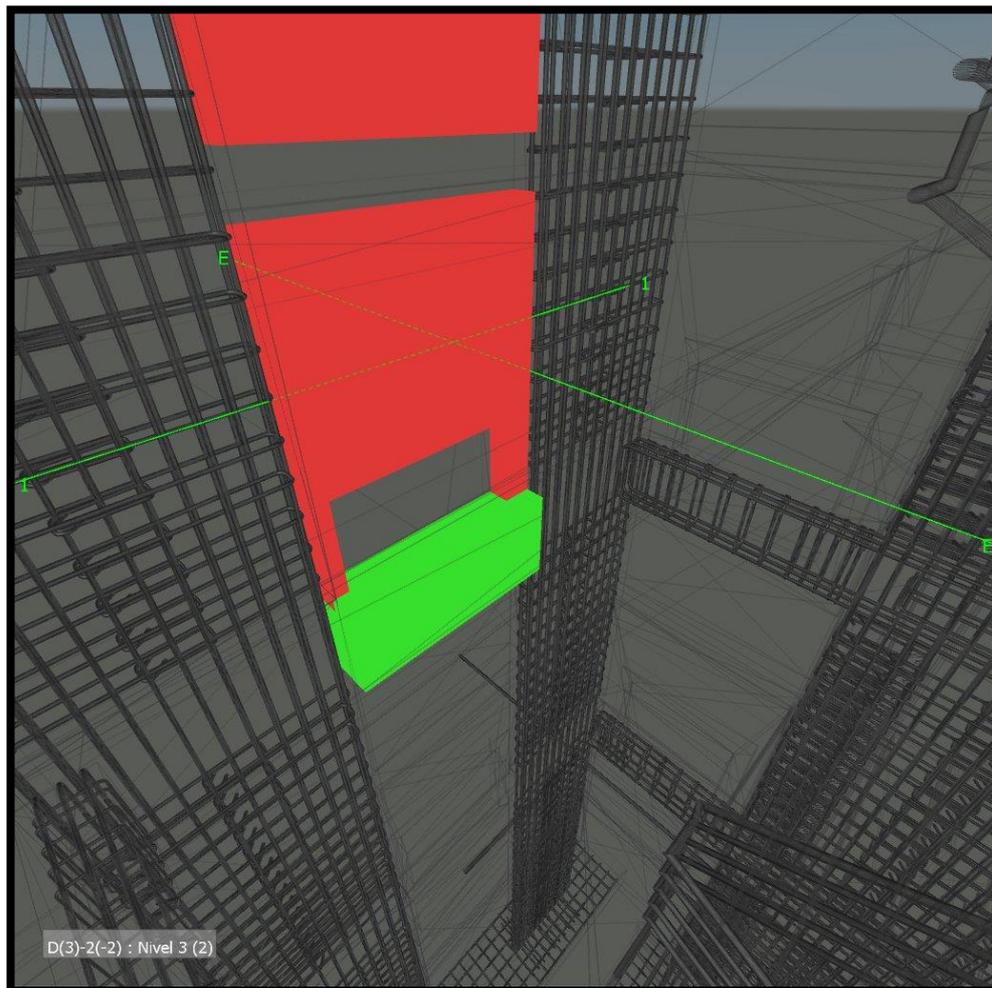


Figura N° 4.22: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, ventanas ubicadas inadecuadamente. Fuente: Propia

Esta interferencia será solucionada con modificaciones en el proyecto, planteando una nueva distribución de los detalles de la escalera para lo cual será necesario hacer la consulta al proyectista.

5. El nivel del piso terminado se encuentra dentro de la losa estructura en todos los niveles; por ejemplo, en el plano de

estructuras se indica que el nivel de piso terminado es al 3.90m, sin embargo, se puede ver que 5cm por debajo se encuentra la viga, por lo tanto, ese espacio debe estar destinado a la losa en la que están ubicados los aceros de temperatura, sobre ésta el contra piso y finalmente el piso terminado sumando estos dos últimos un total de 8cm. Así que si arquitectura mantienen esos niveles habría una intersección de 3cm entre la losa y el piso arquitectónico.

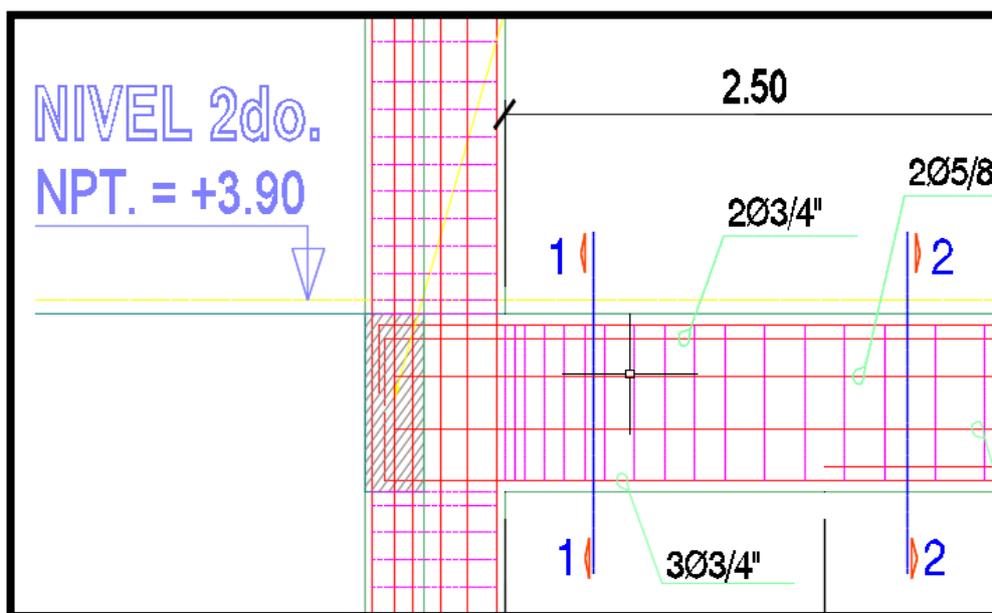


Figura N° 4.23: Detalle de estructuras del plano E-20, se aprecia el nivel de piso terminado coincidente con el de arquitectura. Fuente: Expediente técnico del proyecto "Mejoramiento de los servicios académicos de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNHEVAL"

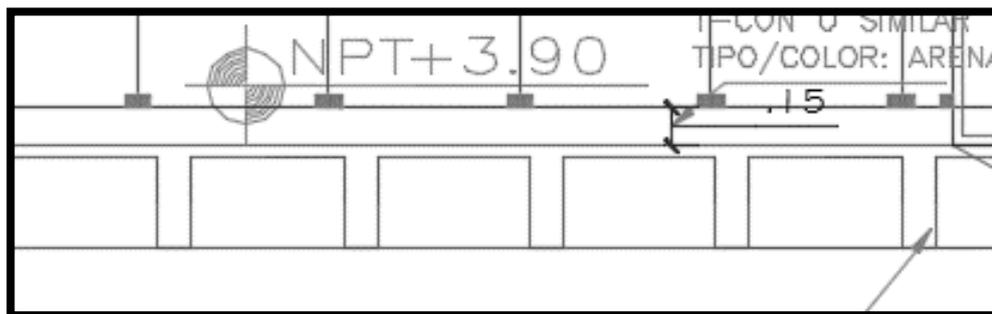


Figura N° 4.24: Vista en corte del plano A-13 donde se puede ver el mismo NPT.
Fuente: Expediente técnico del proyecto "Mejoramiento de los servicios académicos de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNHEVAL"

Se sugiere replantear los niveles de piso terminado para que se eviten las intersecciones y discrepancias con los planos de las especialidades.

- Los peraltes de los nervios de la losa no coinciden, los planos de estructura indican que éstos tienen 0.40m de peralte, mientras que en los cortes de la especialidad de arquitectura aparece con 0.35m.

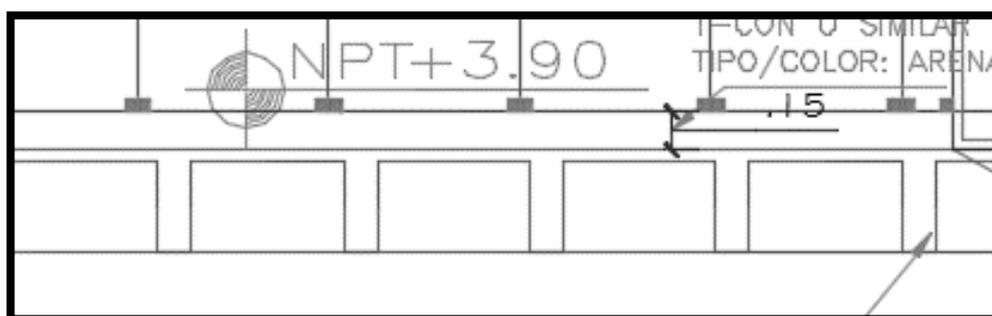


Figura N° 4.25: Vista en corte del plano A-13, se puede ver que el peralte de la losa nervada es distinto al del plano de estructuras. Fuente: Expediente técnico del proyecto "Mejoramiento de los servicios académicos de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNHEVAL"

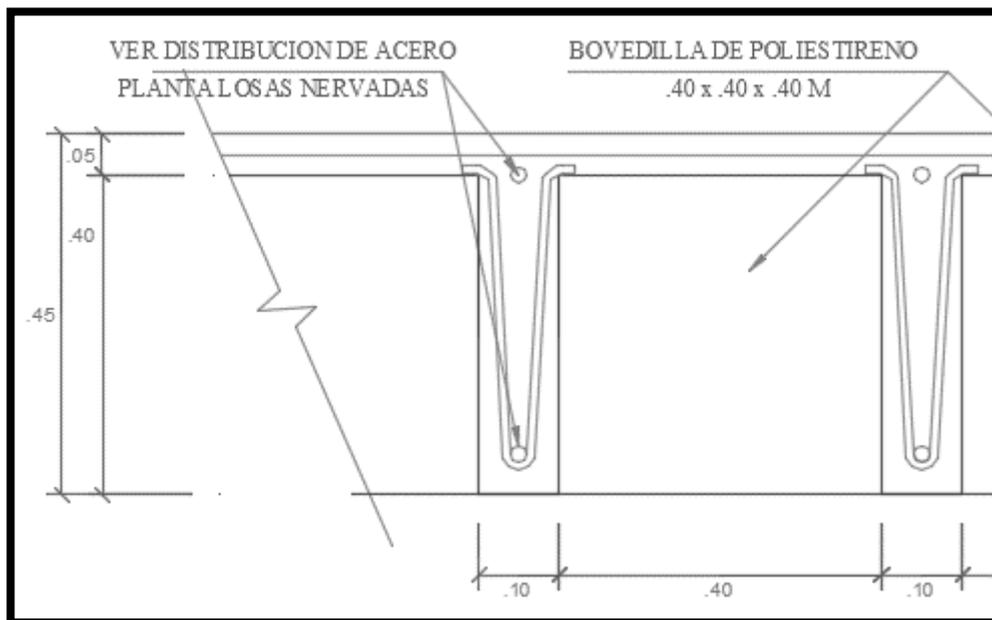


Figura N° 4.26: Vista en corte del plano E-15, se aprecia el peralte real de los nervios de la losa. Fuente: Expediente técnico del proyecto "Mejoramiento de los servicios académicos de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNHEVAL"

Se tiene prioridad de los planos de estructuras sobre los planos de arquitectura, por lo tanto se emplearán nervios de 40cm de peralte; por otro lado, se puede plantear la consulta al proyectista quien en caso demore en absolverla, dará lugar a una ampliación de plazo como mínimo de 19 días que significará el costo mínimo de S/.47,898.09 (Inc. IGV).

7. Durante el modelado se percibió que existen dos tipos distintos de elementos para los muros del eje 2-2 entre los ejes A-B, donde en el plano de Corte B-B señala que se utilizan mamparas, mientras que los planos en planta señalan muros de albañilería.

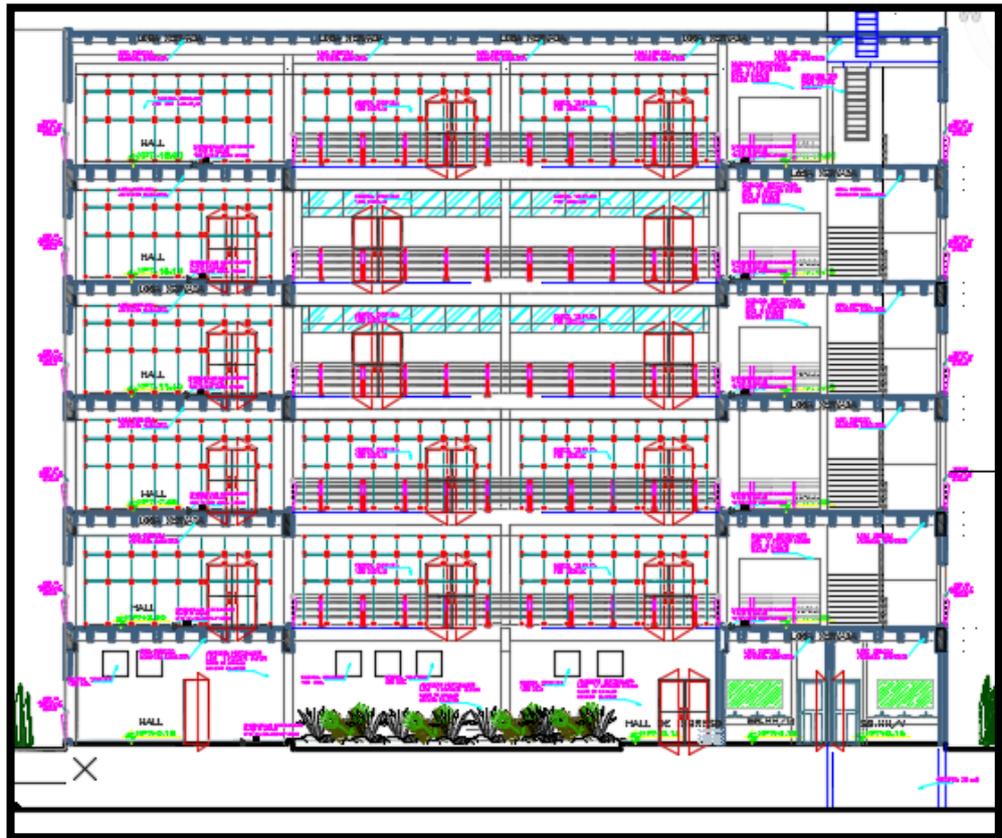


Figura N° 4.27: Vista del plano A-13, los ambientes del cuarto y quinto nivel ubicados entre los ejes A-B presentan mamparas. Fuente: Expediente técnico del proyecto "Mejoramiento de los servicios académicos de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNHEVAL"

"METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN' PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015"

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

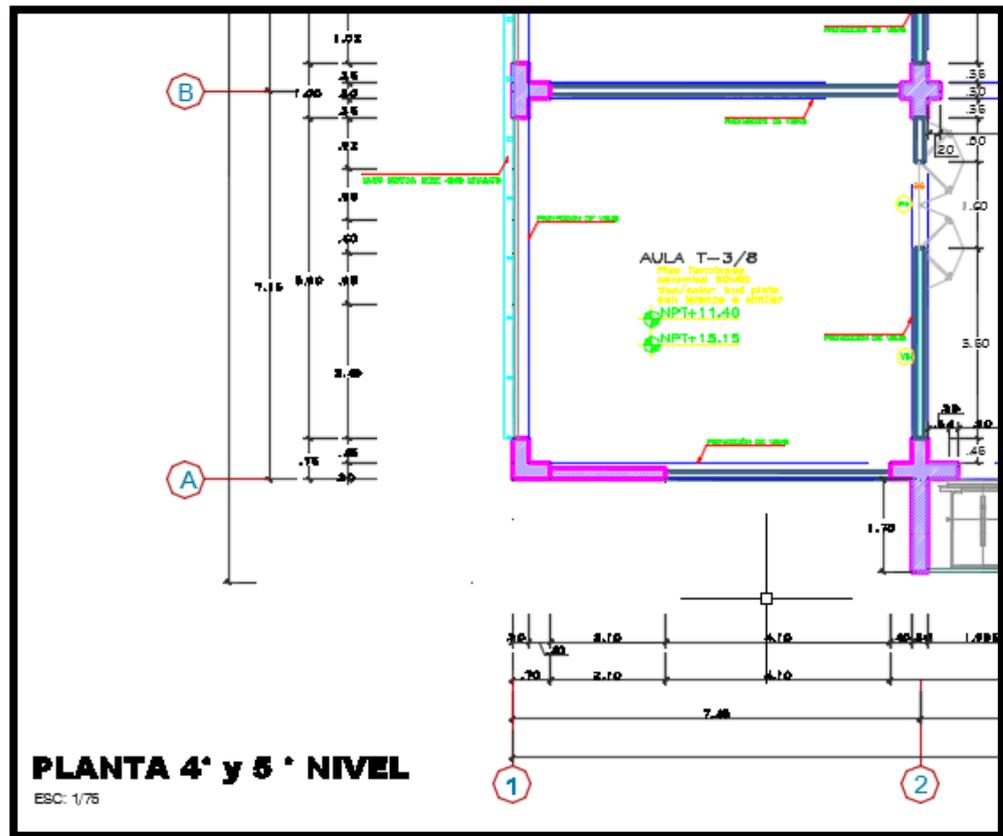


Figura N° 4.28: Vista en corte de las plantas 4° y 5° del plano A-05 se puede ver el detalle de divisiones en los ejes A-B. Fuente: Expediente técnico del proyecto "Mejoramiento de los servicios académicos de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNHEVAL"

El detalle en conflicto se detectó durante el modelado de la edificación, las zonas en conflicto son aulas; por lo tanto, no es recomendable emplear una mampara en esa zona, sino mantener el detalle de tabiquería y ventanas altas.

8. La cisterna se encuentra dibujada de tal manera que no se ha tenido en cuenta que los muros hacen contacto y cortan a la

cimentación de las placas de las escaleras como se puede ver en la imagen:

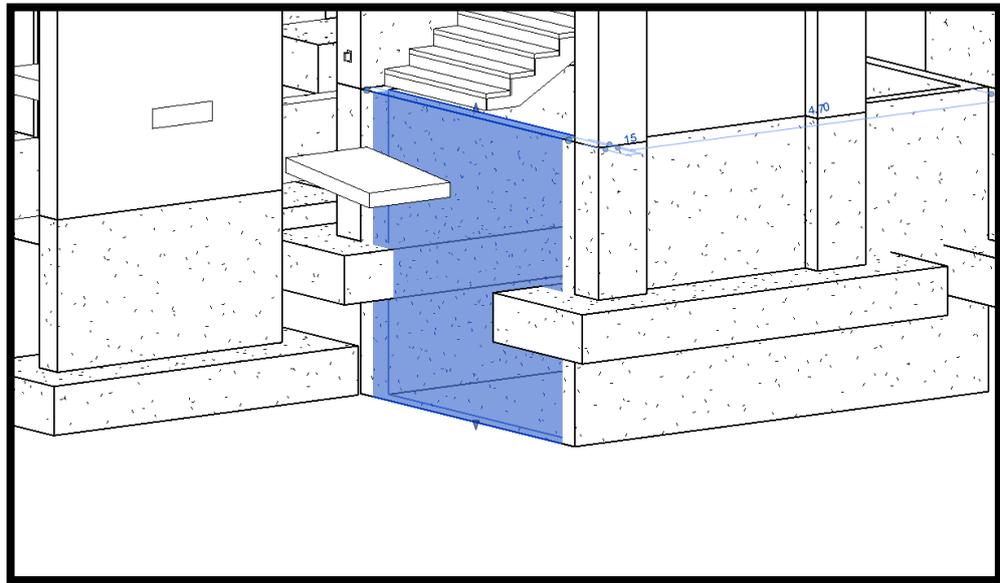


Figura N° 4.29: Captura de pantalla de Revit® 2014, vista en 3D del modelo BIM, donde se aprecia la ubicación de la cisterna cortando la cimentación de las placas PL-05. Fuente: Propia

Se propone reubicar, o rediseñar la cisterna de agua pero sin variar su capacidad, dicho rediseño tendrá que ser revisado por el especialista.

9. Durante el modelamiento de los muros, es posible ubicar columnetas tanto al inicio como al final de los muros, así como también en los vanos de las puertas; sin embargo, al revisar los planos se percibe que dichos elementos no existen ni tampoco están presupuestados a pesar de ser indispensables en una

edificación aporricada; la construcción de dichas columnetas, significara que:

- Se incrementarán las partidas de concreto $f'c=175\text{Kg/cm}^2$ en columnetas, encofrado y desencofrado de columnetas, acero $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$ en columnetas.
- Se reducirán las dimensiones de los muros por lo que disminuirá la partida de .

A continuación, se muestra el resumen de los gastos necesarios de realizar estas actividades:

Tabla N° 4.2: Cuadro de resumen de gastos ocasionados por la ausencia de columnetas de confinamiento. Fuente: Exp. Técnico Adicional-Deductivo de la obra: "Mejoramiento de los servicios académicos de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNHEVAL"

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Und	Metrado	P.U	Parcial
MUROS DE LADRILLO KING KONG DE ARCILLA DE 18 HUECOS 9X14X24CM	M2	310.03	58.33	- 18,084.05
CONCRETO $f'c=175\text{ Kg/CM}^2$ EN COLUMNETAS	M3	22.06	428.13	9,444.55
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNETAS	M2	395.12	41.56	16,421.19
ACERO EN COLUMNETAS $f_y= 4200\text{KG/CM}^2$ - GRADO 60	Kg	3323.05	4.41	14,654.65

Costo Directo	22,436.34
Gastos Generales Fijos(2.71%)	608.02
Gastos Generales Variables (7.98%)	1,790.42
Utilidad (10%)	2,243.63
Sub Total del Presupuesto	27,078.41
IGV (18%)	4,874.11
Presupuesto Total	31,952.52

Por lo tanto, la modificación debido a la carencia de estas partidas significaría un costo de S/. 31,952.52 adicionales al presupuesto.

4.2.2.2. Instalaciones sanitarias

Una vez detectadas las interferencias, se analizaron y clasificaron los resultados de la siguiente manera:

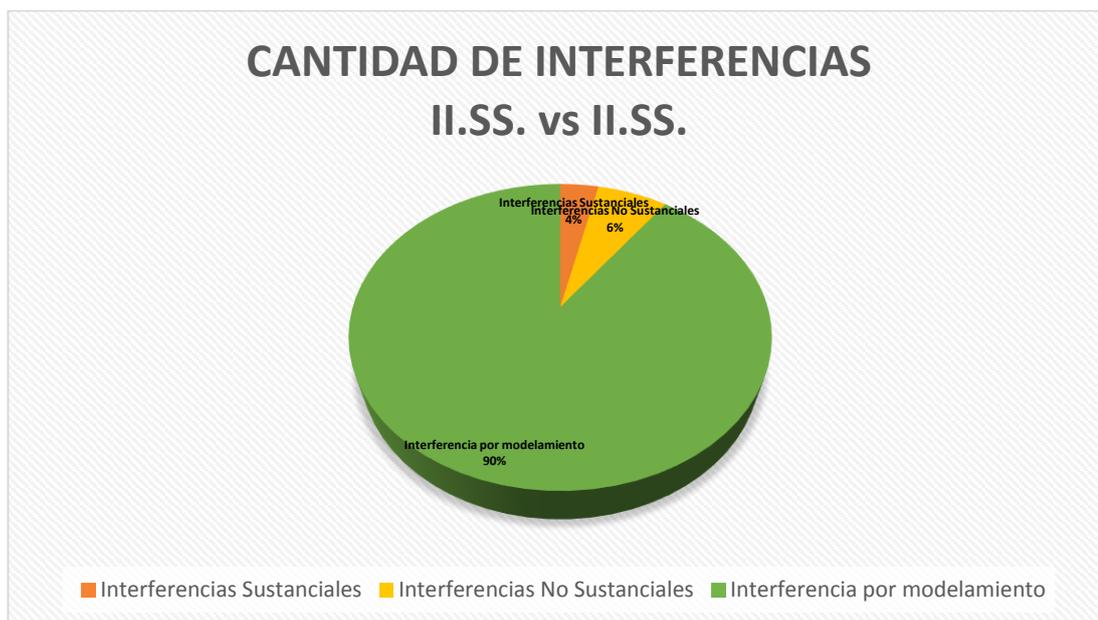


Gráfico N° 4.5: Interferencias cuantificadas en la especialidad de instalaciones sanitarias.
Fuente: Propia

Las modificaciones sustanciales presentes en la especialidad de Instalaciones Sanitarias son las siguientes:

1. El proyecto contempla baterías para SS.HH. de varones y mujeres, éstas baterías tienen tuberías de ventilación que interfieren con las tuberías de desagüe. Se tendrá que modificar la distribución de tuberías para evitar ésta interferencias quedando de la siguiente manera:

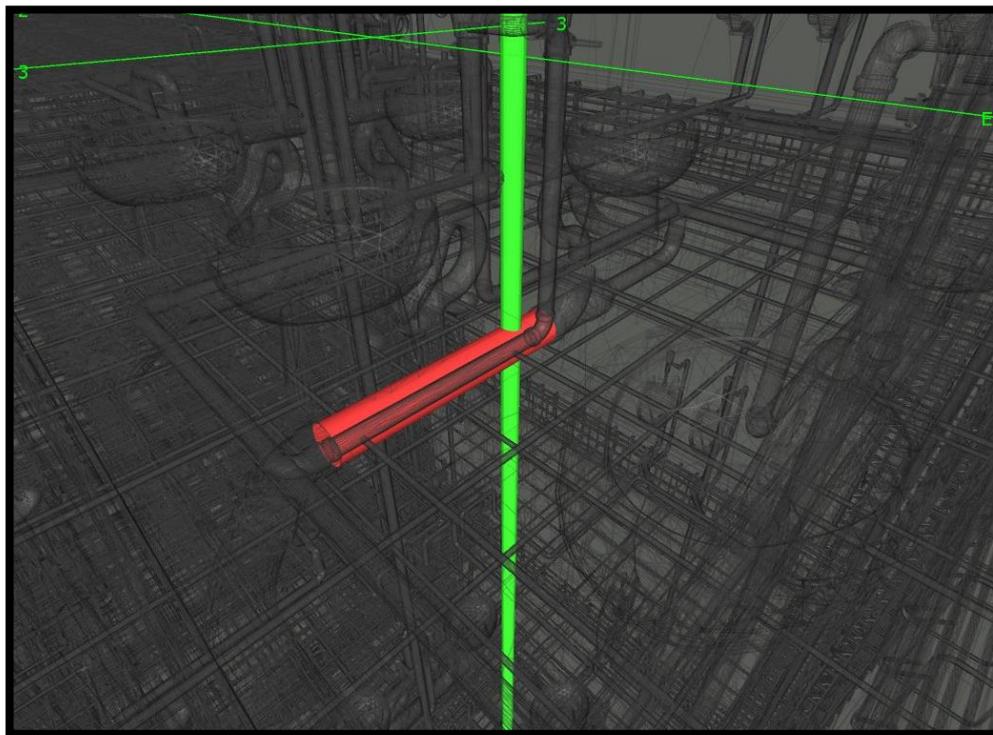


Figura N° 4.30: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, interferencia en instalaciones sanitarias. Fuente: Propia

Tabla N° 4.3: Análisis de costos por variación y solución de interferencia en instalaciones sanitarias.

PARTIDA	UNID	P.U.	METRADO	PARCIAL
TUBERIA PVC SAP DE 2"	ml	S/. 56.30	33.65	S/. 1,894.50
TUBERIA PVC SAP DE 2"	ml	S/. 56.30	-28.35	-S/. 1,596.11
SOMBRERO VENTILACION PVC DE 2"	pza	S/. 16.16	1.00	S/. 16.16
TEE DE PVC DE Ø2"	und	S/. 15.90	17.00	S/. 270.30
CODO DE PVC DE Ø2" A 90°	ud	S/. 16.00	7.00	S/. 112
			C.DIRECTO	S/. 696.85

COSTO DIRECTO	696.85
GASTOS GENERALES FIJOS (2.71%)	18.88
GASTOS GENERALES VARIABLES (7.98%)	55.61
UTILIDAD (10.00%)	69.69
=====	

"METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN' PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015"

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

SUB TOTAL DEL PRESUPUESTO	840.33
IGV (18%)	151.26
=====	
PRESUPUESTO TOTAL	S/. 991.59

4.2.2.3. Instalaciones sanitarias vs. Estructuras

1. El proyecto contempla losas nervadas en dos direcciones como techo de ambientes, así mismo las instalaciones sanitarias para el proyecto se consideran dentro de las losas nervadas, lo cual genera que los Tubos de 4" y 2" de diámetro atraviesen nervios, proponemos solucionar ésta interferencia mediante el cambio a Instalaciones Sanitarias suspendidas, lo que generaría una modificación del proyecto y por tanto una futura prestación de adicional de obra.

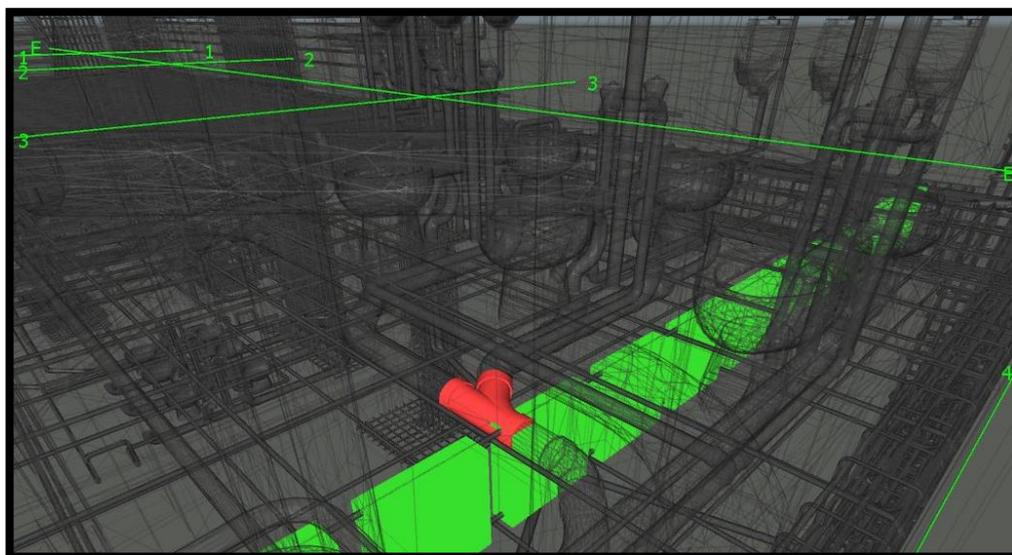


Figura N° 4.31: Captura de pantalla de Navisworks Manage® 2014, interferencia de instalaciones sanitarias con estructuras. Fuente: Propia

"METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN' PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015"

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

Tabla N° 4.4 Análisis de costos debido a corrección de interferencias entre instalaciones sanitarias y estructuras.

PARTIDA	UNID	P.U.	METRADO	PARCIAL
TUBERIA PVC SAP DE 2"	ml	S/. 56.30	60	S/. 3,378.00
TUBERIA PVC SAP DE 4"	ml	S/. 61.81	30	S/. 1,854.30
COLGADOR INDIVIDUAL PARA TUBERIAS PVC/DESAGUE	m2	S/. 5.00	227.10	S/. 1,105.50
CIELORRASOS CON BALDOSA DE 60X60 CM. SUSPENDIDA	m2	S/. 86.81	227.10	S/. 19,714.55
C.DIRECTO				S/. 26,052.35

COSTO DIRECTO	26,052.35
GASTOS GENERALES FIJOS (2.71%)	706.02
GASTOS GENERALES VARIABLES (7.98%)	2,078.98
UTILIDAD (10.00%)	2,605.24
=====	
SUB TOTAL DEL PRESUPUESTO	31,442.58
IGV (18%)	5659.66
=====	
PRESUPUESTO DE OBRA	S/.37,102.25

4.2.2.4. Instalaciones eléctricas vs. Estructuras

1. El proyecto contempla tableros y sub tableros de distribución, los tableros de distribución (TD-1, TD-2, TD-3, TD-4, TD-5, TD-6), éstos están ubicados donde se plantea un muro de corte (PLACAS), ésta interferencia sería perjudicial para el elemento estructural por ende se debe solucionar, una posible solución será reubicar los tableros de distribución.

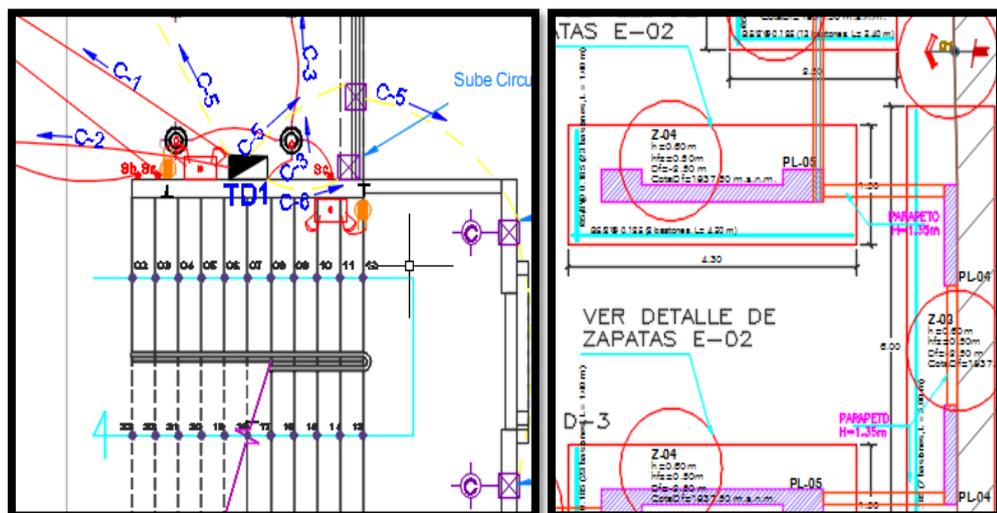


Figura N° 4.32: Plano de Instalaciones Eléctricas vs Estructuras, se hace referencia al Tablero de distribución 1 (TD1) Fuente: Expediente Técnico: 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN'

La reubicación de los tableros, modificará la Arquitectura del proyecto, ya que se tendría que cambiar el material de un muro, de vidrio a tabiquería con ladrillos, asumiendo la longitud de muro a cambiar de 2.85 de alto x 1.00 m de longitud.

"METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN' PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015"

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

Tabla N° 4.5: Análisis de costos por corrección de interferencias entre instalaciones eléctricas y estructuras.

PARTIDA	UNID	P.U.	METRADO	PARCIAL
VIDRIOS 8MM SISTEMA DIRECTO	m2	S/. 344.05	-2.85	-S/. 980.54
MUROS DE LADRILLO KING KONG DE ARCILLA DE 18 HUECOS 9X14X24CM	m2	S/. 58.33	2.85	S/. 166.24
TARRAJEO MUROS INTERIORES MEZCLA C:A 1:5, E=1.5CM	m2	S/. 20.11	2*2.85	S/. 114.63
PINTURA EN INTERIORES: ACABADO: FROTACHADO LISO Y PINTADO	m2	S/. 8.62	2*2.85	S/. 49.13
C.DIRECTO				-S/. 650.54

COSTO DIRECTO	-S/. 650.54
GASTOS GENERALES FIJOS (2.71%)	-17.63
GASTOS GENERALES VARIABLES (7.98%)	-51.91
UTILIDAD (10.00%)	-65.05
=====	
SUB TOTAL DEL PRESUPUESTO	-785.13
IGV (18%)	-141.32
=====	
PRESUPUESTO DE OBRA	S/.-926.45

4.3. Introducción al control de obra durante la ejecución

En el Perú no existen normas oficiales ni una guía de implementación BIM; sin embargo, basándose en la ideología, el modelo debe ser útil antes, durante y después de la ejecución de la obra por lo que en este ítem se indicará a grandes rasgos lo que implicaría emplear el modelo para las condiciones indicadas.

"METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN' PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015"

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

4.3.1. Modo de trabajo en el modelo BIM

Realizar el control en obra, implica la participación de un grupo de trabajo; para ello es necesario que el BIM Manager implemente el modelo de tal manera que pueda realizarse este trabajo, delegando a colaboradores que alimenten de información para poder ser revisados posteriormente.

La implementación de acuerdo a los protocolos necesarios resulta demasiado extensa para ser tratada en esta tesis; sin embargo, en esta investigación se desarrolló una introducción a la forma de trabajo que ayudará a posteriores investigaciones sobre el tema.

La forma de alimentar el modelo BIM es similar a crear un modelo local, sólo que en este caso no serán necesariamente los especialistas quienes carguen toda la información, sino que es posible crear una plantilla de trabajo de acuerdo a los requerimientos de control (tiempos de ejecución, calidad de materiales, etapas de construcción, etc.) y de esa manera administrar los datos.

Como ejemplo se realizó en el proyecto el control de calidad de concreto en las zapatas del proyecto, donde se verificará su resistencia a los 07 y 28 días de vaciado. Para ello, se creó una tabla de control

Tabla de planificación de cimentación estructural - Excel

[Nivel]	Familia y tipo	[Volumen]	FECHA DE VACIADO Resist. a 7 días	Resist. a 28 días
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 2.50x2.50x0.50	3.13 m³		222
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 2.50x2.50x0.50	3.13 m³	163	162
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 2.50x2.50x0.50	3.13 m³	146	185
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 2.50x2.50x0.50	3.13 m³	136	209
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 2.50x2.50x0.50	3.13 m³	102	223
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 2.50x2.50x0.50	3.13 m³	155	182
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 2.50x2.50x0.50	3.13 m³	157	214
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 2.50x2.50x0.50	3.13 m³	167	194
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 2.50x2.50x0.50	3.13 m³	118	187
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 2.50x2.50x0.50	3.13 m³	162	162
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 2.50x2.50x0.50	3.13 m³	132	146
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 6.00x1.30m	3.90 m³	168	217
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 6.00x1.30m	3.90 m³	81	130
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 4.30x1.50	3.38 m³	141	194
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 4.30x1.50	3.38 m³	154	156
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 4.30x1.50	3.38 m³	102	202
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 4.30x1.50	3.38 m³	155	212
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 2.50x2.50x0.50	3.13 m³	160	165
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 3.75 x 1.50m	2.81 m³	97	177
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 3.80 x 1.75 m	3.33 m³	105	145
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 6.17 x 3.45 m	10.64 m³	108	209
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 2.50 x 3.00 m	3.75 m³	139	157
Nivel 1	M_Zapata-Rectangular: 2.50 x 3.00 m	3.75 m³	103	105

Figura N° 4.34: Captura de pantalla de Microsoft Excel® 2013, tabla de planificación de control de calidad. Fuente: Propia.

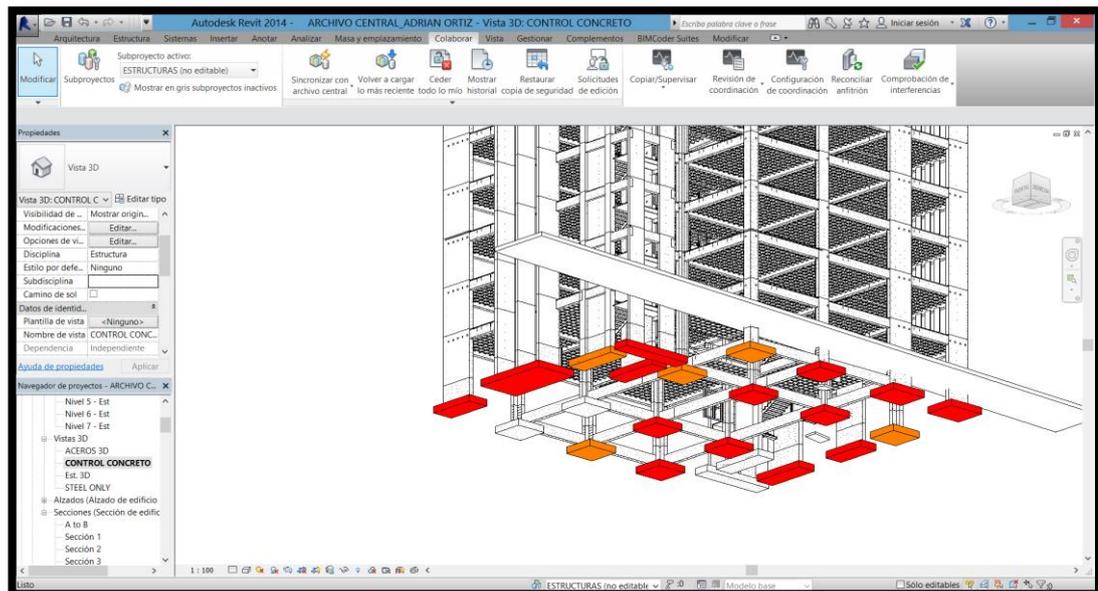


Figura N° 4.35: Captura de pantalla de Revit® 2014, se resaltan los resultados de las condiciones: rojo, resistencia menor a la del diseño en 7 días y naranja, resistencia menor a la del diseño en 28 días.

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujtalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

En la última imagen se puede apreciar en el modelo los resultados de acuerdo a las condiciones iniciales, las que están de color rojo, significa que a los 07 días no alcanzaron el 70% de la resistencia del diseño, mientras que los de color anaranjado, no alcanzaron su resistencia a los 28 días.

Es así como se pueden crear condiciones de acuerdo a las necesidades, el modelo simplemente crecerá para otorgar mayor información al usuario.

4.3.2. Beneficios del control de calidad empleando un modelo BIM

Durante la ejecución de una obra existen dos personas que velarán por la calidad de la misma: el residente y el supervisor de obra, cada uno a su vez cuenta con un equipo profesional y técnico de apoyo que le hará llegar todas las vicisitudes a la cabeza del equipo para que pueda tomar las decisiones correctas.

Se plantea que, al llevar un registro controlado de las ocurrencias en obra, los que suministran al modelo BIM central, se logra:

- Delegar a un equipo de trabajo que se encargue de realizar las inspecciones necesarias y que alimenten de información un modelo en tiempo real.

- Los líderes de los equipos de trabajo estarán al tanto y visualizarán la información desde el modelo, sin pérdidas de tiempo en las visitas de campo.
- El modelo puede entregarse a la entidad quien podrá verificar y corroborar la información, asimismo puede por su cuenta suministrar al modelo la información que considere necesaria.
- La forma en la que se visualiza la información es atractiva y de fácil entendimiento; además al tratarse de un modelo único resulta más sencillo controlar discrepancias y discutir incompatibilidades.

CAPÍTULO V

“METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE ‘MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN’ PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015”

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

5. CONCLUSIONES

- Al aplicar la Metodología BIM en el proyecto, se han detectado un total de 4,170 interferencias, de las cuales el 10.72% son sustanciales (generarán un cambio considerable en el proyecto) y el otro 89.28% no sustanciales (pueden ser resueltas sin una modificación sustancial en el proyecto o durante la ejecución de obra). Debido a las modificaciones sustanciales el proyecto presentará una variación de aproximadamente S/. 206,035.61 en su costo total.
- La aplicación de la Metodología BIM en la programación de la obra significó la creación de un modelo 4D, en la que además de la existencia de un modelo 3D se añadió el tiempo, obteniéndose la programación de obra lo cual se muestra de una manera agradable y de fácil entendimiento. La forma de trabajo no sustituye a una programación Gantt pero sí es muy similar a la programación Pert-CPM, lo que permite programar la obra desde una perspectiva más real; sin embargo presenta ciertas limitaciones como:
 - ✓ No se pueden incluir todas las partidas del expediente porque no resultan visibles en el modelo 4D

- ✓ Cargar en el modelo todos los detalles requiere una gran capacidad del ordenador.
- La aplicación de la metodología BIM en la detección de interferencias nos brindó los resultados esperados con la ayuda del software Navisworks Manage® 2014, en el cuál se generan reportes de acuerdo a las especialidades que se están analizando, de esa manera obtuvimos:
 - ✓ Estructuras: 2,763 Interferencias
 - ✓ Estructuras VS Arquitectura: 595 Interferencias
 - ✓ Estructura VS Instalaciones Sanitarias: 450 Interferencias
 - ✓ Arquitectura: 341 Interferencias
 - ✓ Instalaciones Sanitarias: 21 Interferencias

Estas interferencias se clasificaron es sustanciales y no sustanciales (VER ANEXOS). En la especialidad de Instalaciones Eléctricas no se obtuvieron los resultados esperados ya que, el software Revit® 2014 no contempla un modelo 3D en esta especialidad, por esa razón no fue posible analizarlo en Navisworks Manage®2014.

- La aplicación de la metodología BIM permitió una perfecta coordinación entre especialidades debido a que cada participante trabaja sobre un modelo local que suministra a un

modelo central, por esta razón cualquier cambio o modificación que se realice en un modelo local es inmediatamente actualizado y puede ser visto por cualquiera de los modeladores en tiempo real, siempre y cuando se tenga una conexión a internet; asimismo, si la modificación se desea efectuar en otra especialidad, es necesaria la aprobación del modelador de la misma. Estas acciones permiten que a medida que se va modelando se van identificando y resolviendo los problemas de interferencias e incompatibilidades en los planos de diseño del proyecto, antes de que estas se presenten en campo.

- La aplicación de la Metodología BIM al control de obra, brinda la facultad de poder emplear el modelo para proveer de la información necesaria y requerida de manera independiente; es decir, el supervisor, el residente y la entidad, así como su respectivo equipo de trabajo pueden manejar datos que requieren evaluar en el modelo para tomar las decisiones necesarias.

BIBLIOGRAFÍA

ALFARO RODRIGUEZ, C. H. (2012). *METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA APLICADO A LA INGENIERÍA*. Proyecto de Investigación, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, LIMA.

AUTODESK. (2016). Recuperado el 19 de Marzo de 2016, de <http://www.autodesk.es/products/revit-family/overview>

BIM FORUM, BUILDING INFORMATION MODELLING FOR MASONRY, & NATIONAL INSTITUTE OF STEEL DETAILING. (30 de OCTUBRE de 2015). www.bimforum.org/lod. (B. FORUM, Ed.) Recuperado el 24 de DICIEMBRE de 2015, de www.bimforum.org/lod

BIMFORUM. (30 de Octubre de 2015). *BIMFORUM*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2015, de bimforum.org

OFFICE. (2016). Recuperado el 19 de Marzo de 2016, de <https://products.office.com/es/Project/project-standard-desktop-software>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. (Octubre de 2014). Recuperado el 19 de Marzo de 2016, de <http://dle.rae.es/?id=lbTPgKE>

"METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN' PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES- HUÁNUCO 2015"

Bach. Carlos Adrián Ortiz Chujutalli
Bach. Rubén Homero Huaynate Tito

REAL, L. (25 de Noviembre de 2014). MAS ALLÁ DE LOS LÍMITES DISEÑO DE PROYECTOS DE GRAN ESCALA. BUENOS AIRES, ARGENTINA. Recuperado el 14 de Noviembre de 2015

RODRIGUEZ, E. (17 de Enero de 2012). *Fieras de la Ingeniería*. Recuperado el 15 de Octubre de 2015, de <http://www.fierasdelaingenieria.com/bim-4d-el-tiempo-anadido-al-modelado-de-informacion-de-construccion/>

WIKIPEDIA. (06 de Octubre de 2015). WIKIPEDIA. Recuperado el 19 de Marzo de 2015, de WIKIPEDIA: https://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto_de_obra

WIKIPEDIA. (29 de 11 de 2015). WIKIPEDIA. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Servidor>

ANEXOS

- ANEXO A: Plan de Tesis aprobado con Resolución N°357-2015-UNHEVAL-FICA-D
- ANEXO B: Modelo BIM del Proyecto (Archivos con extensión .RVT, .NWD, XSL, y .MPP.)
- ANEXO C: Capturas de pantalla del Modelo BIM
- ANEXO D: Videos de aplicación y demostración de la metodología BIM en el proyecto.
- ANEXO E: Tablas de Atributos de Elementos LOD 2015
- ANEXO F: Tablas de clasificación de interferencias
- ANEXO G: Reportes de Interferencias por Especialidades
- ANEXO H: Panel Fotográfico
- ANEXO I: Formatos de Encuestas y resultados
- ANEXO J: Planos del Proyecto 'MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN