



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“EVALUACIÓN HOLÍSTICA DE LA CONSTRUCTIVIDAD MEDIANTE “BUILDING INFORMATION MODELING” EN PROYECTOS DE MEDIANA COMPLEJIDAD DE LA MUNICIPALIDAD DE TACNA - DISTRITO Y PROVINCIA DE TACNA - 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Maria Elizabeth Ramos Fernandez

Alejandro Marcial Vilcas Caccha

Asesor:

Mg. Sc. Edwin Jhon Aquisue Dueñas

Lima - Perú

2021

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Mg. Sc. Aquisue Dueñas Edwin Jhon, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería Civil, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Ramos Fernandez, Maria Elizabeth
- Vilcas Caccha, Alejandro Marcial

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: EVALUACIÓN HOLÍSTICA DE LA CONSTRUCTIVIDAD MEDIANTE “BUILDING INFORMATION MODELING” EN PROYECTOS DE MEDIANA COMPLEJIDAD DE LA MUNICIPALIDAD DE TACNA-PROVINCIA Y DISTRITO DE TACNA - 2020. para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

---

Ing. /Lic./Mg./Dr. Nombre y Apellidos

Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Maria Elizabeth, Ramos Fernandez; Alejandro Marcial, Vilcas Caccha para asignar el título profesional denominada: EVALUACIÓN HOLÍSTICA DE LA CONSTRUCTIVIDAD MEDIANTE “BUILDING INFORMATION MODELING” EN PROYECTOS DE MEDIANA COMPLEJIDAD DE LA MUNICIPALIDAD DE TACNA-PROVINCIA Y DISTRITO DE TACNA - 2020.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado  
Presidente

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado  
Presidente

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos  
Jurado  
Presidente

## DEDICATORIA

*A nuestros padres: Gracias por los apoyos incondicionales que nos han brindado durante todos estos años, todos los valores que nos mostraron y por el libre albedrío. Por todo el amor, afecto y ánimo para seguir siempre adelante sin importar los obstáculos que se interpongan en nuestro camino.*

*Así mismo, a nuestros familiares, docentes, amigos y a las personas que hemos perdido en esta pandemia Covid-19, cada uno de ustedes nos dejaron una gran lección, y nos enseñaron a que nunca debemos rendirnos, enfrentar y luchar.*

## AGRADECIMIENTO

*A la Universidad Privada del Norte, a cada docente quienes, con su apoyo y enseñanza constituyeron la base de nuestra vida profesional.*

*A la terna de Jurados y en especial este trabajo debe ser reconocido como una labor conjunta realizada con nuestro asesor Mg. Sc. Edwin Jhon, Aguirre Dueñas, a quien le debemos gran parte de nuestro aprendizaje en la investigación, que además de ser nuestro asesor, también fue una guía en el camino, nos compartió su conocimiento, experiencia y tiempo en el cual enriquecieron la labor realizada en la presente tesis. Nuestro más sincero agradecimiento y gratitud.*

## Tabla de contenido

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS .....	3
DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
ÍNDICE DE TABLAS .....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	15
RESUMEN.....	18
CAPÍTULO I. INTRODUCCION .....	19
1.1 Realidad problemática .....	20
1.1.1 Situación de información de modelo de construcción a nivel mundial .....	20
1.1.2 Realidad Peruana modelado de información de construcción .....	29
1.1.3 Problema Sociales.....	33
1.1.4 Necesidades de implementación.....	35
1.1.5 Recomendación de investigación.....	36
1.1.6 Aporte Académico .....	37
1.2 Antecedentes .....	37
1.3 Marco Teórico.....	47
1.3.1 Definición conceptual del Modelado de Información de la Construcción .....	47
1.3.2 Constructividad.....	54
1.3.3 Indicador de desempeño (KPI) .....	58
1.3.4 Gestión de Proyectos-Riesgos, PMI-PMBOK.....	59
1.3.5 Complejidad de Proyectos .....	63
1.3.6 Ciclo de vida de un Proyecto de Edificación .....	65

1.3.7	Sistema de Contratación de un Proyecto .....	66
1.4	Formulación del problema .....	67
1.4.1	Problema General.....	67
1.4.2	Problema específico .....	67
1.5	Objetivo.....	68
1.5.1	Objetivo general.....	68
1.5.2	Objetivos específicos .....	68
1.6	Hipótesis .....	68
1.6.1	Hipótesis general.....	68
1.6.2	Hipótesis específicas .....	68
CAPÍTULO II. METODOLOGIA .....		70
2.1	Metodología de Investigación.....	70
2.1.1	Tipo de investigación.....	70
2.1.2	Enfoque de investigación .....	70
2.1.3	Alcance de investigación .....	71
2.2	Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos) .....	71
2.2.1	Población.....	71
2.2.2	Muestra .....	72
2.2.3	Método .....	73
2.3	Técnica e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	73
2.3.1	Instrumentos.....	74

2.4	Procedimiento Recolección de Información.....	75
2.4.1	Revisión de Información.....	75
2.4.2	Procesamiento de Información .....	76
2.4.3	Modelado de Información de Construcción.....	76
2.5	Delimitación.....	76
2.6	Ishikawa .....	78
2.7	Flujo de Proceso.....	79
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....		83
3.1	Resultados .....	83
3.1.2	Resultado del objetivo N°1 .....	91
3.1.3	Resultado del objetivo N°2 .....	114
3.1.4	Resultado del Objetivo N°03.....	158
3.1.5	Resultado del Objetivo General .....	208
CAPÍTULO IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES .....		216
4.1	Discusión.....	216
4.2	Conclusiones .....	220
RECOMENDACIONES.....		223
BIBLIOGRAFÍA .....		225
ANEXOS.....		236



## Índice De Tablas

<b>Tabla 1</b> Estado de la Metodología del modelo de información de construcción en China.....	22
<b>Tabla 2</b> Estado de la Metodología del modelo de información de construcción en Singapur .....	23
<b>Tabla 3</b> Estado de la Metodología del modelo de información de construcción en Brasil.....	25
<b>Tabla 4</b> Estado de la Metodología del modelo de información de construcción en Canadá .....	26
<b>Tabla 5</b> Estado de la Metodología del modelado de información de construcción en Estados Unidos.....	27
<b>Tabla 6</b> Estado de la Metodología del modelado de información de construcción en Dinamarca.....	28
<b>Tabla 7</b> Resumen de Acciones del Plan del modelado de información de construcción del Perú31	
<b>Tabla 8</b> Resumen del Nivel de Implementación y Documentos del modelado de información de construcción .....	32
<b>Tabla 9</b> Matriz de Probabilidad e Impacto.....	63
<b>Tabla 10</b> Clasificación del Proyecto Según el Nivel de Riesgo.....	64
<b>Tabla 11</b> Clasificación del Valor o Magnitud del Monto de Inversión Estimado del Proyecto de Inversión .....	65
<b>Tabla 12</b> Proyectos del gobierno regional de Tacna - Sede central en el año 2020.....	72
<b>Tabla 13</b> Área Techada Total del Proyecto.....	84
<b>Tabla 14</b> Índice de Validez por Juicio de Experto .....	86
<b>Tabla 15</b> Promedio del Índice de validez por Juicio de Experto .....	86
<b>Tabla 16</b> Clasificación Magnitudes y Rangos de Confiabilidad.....	87
<b>Tabla 17</b> Relación de Preguntas y Puntajes para Definir el Nivel de Riesgo o Incertidumbre de un Proyecto. ....	87

<b>Tabla 18</b> Clasificación del Proyecto Según el Nivel de Riesgo.....	89
<b>Tabla 19</b> Clasificación del Valor o Magnitud del Monto de Inversión Estimado del Proyecto de Inversión .....	90
<b>Tabla 20</b> Análisis de la Clasificación de Valor Bajo .....	90
<b>Tabla 21</b> Área techada por niveles del proyecto .....	91
<b>Tabla 22</b> Planificación de horas en meses -Metodología Convencional .....	92
<b>Tabla 23</b> Estimación de factor de incremento.....	96
<b>Tabla 24</b> Proceso Estadístico para la obtención del rendimiento factorados en la producción de la Metodología Convencional.....	97
<b>Tabla 25</b> Proceso estadístico para la obtención del rendimiento factorados de la producción en la Metodología BIM.....	101
<b>Tabla 26</b> Rendimiento factorados netos de cada especialidad por actividad -metodología tradicional. ....	104
<b>Tabla 27</b> Rendimientos factorados netos de cada especialidad por actividad -metodología BIM.....	105
<b>Tabla 28</b> Comparativa de Rendimientos factorado neto de metodología .....	108
<b>Tabla 29</b> Cuadro Comparativo Rendimiento Factorado de Producción .....	111
<b>Tabla 30</b> Cuadro comparativo de rendimientos factorado de ambas metodologías .....	112
<b>Tabla 31</b> Enfoque de desempeño en las pautas y estándares de gestión de proyectos .....	115
<b>Tabla 32</b> Escala del indicador de calidad.....	115
<b>Tabla 33</b> Escala de indicador de tiempo .....	116
<b>Tabla 34</b> Escala de indicador de costo .....	116
<b>Tabla 35</b> Escala de la Efectividad en la cuantificación de metrados de oficina .....	117

<b>Tabla 36</b>	Partidas que conformas el proyecto de mediana complejidad .....	118
<b>Tabla 37</b>	partidas que conformas el proyecto de mediana complejidad .....	120
<b>Tabla 38</b>	Revisión de Cuantificación y Evaluación de Calidad Especialidad de Estructuras....	121
<b>Tabla 39</b>	Calidad promedio en estructuras convencional .....	124
<b>Tabla 40</b>	Calidad promedio en estructura BIM.....	124
<b>Tabla 41</b>	evaluación de tiempo en estructuras tradicional .....	125
<b>Tabla 42</b>	Evaluación de tiempo en estructuras BIM.....	125
<b>Tabla 43</b>	Evaluación de costos de arquitectura convencional.....	126
<b>Tabla 44</b>	Evaluación de costos de arquitectura BIM .....	126
<b>Tabla 45</b>	Efectividad porcentual en estructuras convencional.....	127
<b>Tabla 46</b>	Efectividad porcentual en estructuras con BIM.....	127
<b>Tabla 47</b>	Revisión de Cuantificación y Evaluación de Calidad Especialidad de Arquitectura .	129
<b>Tabla 48</b>	Calidad Promedio en Arquitectura de la Metodología Convencional .....	133
<b>Tabla 49</b>	Calidad Promedio en Arquitectura de la Metodología BIM.....	134
<b>Tabla 50</b>	Evaluación de Tiempo Tradicional en Arquitectura.....	134
<b>Tabla 51</b>	Evaluación de tiempo BIM en arquitectura .....	134
<b>Tabla 52</b>	Evaluación de costos tradicional en arquitectura.....	135
<b>Tabla 53</b>	Evaluación de costos BIM en arquitectura .....	135
<b>Tabla 54</b>	Efectividad porcentual en arquitectura convencional.....	136
<b>Tabla 55</b>	Efectividad porcentual en arquitectura con BIM .....	136
<b>Tabla 56</b>	Revisión de Cuantificación y Evaluación de Calidad en la Especialidad de Sanitarias.....	138
<b>Tabla 57</b>	Calidad Promedio en Sanitarias Convencional.....	143

<b>Tabla 58</b> Calidad Promedio en Sanitarias BIM .....	143
<b>Tabla 59</b> evaluación de tiempo en sanitarias tradicional .....	143
<b>Tabla 60</b> Evaluación de tiempo en sanitaria BIM.....	144
<b>Tabla 61</b> Evaluación de Costos de Sanitaria Convencional.....	144
<b>Tabla 62</b> Evaluación de Costos de Sanitaria BIM .....	145
<b>Tabla 63</b> Efectividad Porcentual en Sanitaria Convencional.....	145
<b>Tabla 64</b> Efectividad porcentual en sanitarias con BIM .....	145
<b>Tabla 65</b> Revisión de Cuantificación y Evaluación de Calidad en la Especialidad de Eléctrica.....	147
<b>Tabla 66</b> Calidad Promedio en Eléctricas Convencional.....	152
<b>Tabla 67</b> Calidad Promedio en Eléctricas BIM .....	153
<b>Tabla 68</b> evaluación de tiempo en eléctricas tradicional .....	153
<b>Tabla 69</b> Evaluación de tiempo en eléctricas BIM .....	153
<b>Tabla 70</b> Evaluación de costos de eléctricas convencional.....	154
<b>Tabla 71</b> Evaluación de costos de eléctricas BIM .....	154
<b>Tabla 72</b> Efectividad porcentual en eléctricas convencional .....	155
<b>Tabla 73</b> Efectividad porcentual en eléctricas con BIM .....	155
<b>Tabla 74</b> Cantidad de interferencias detectadas del Proyecto del Modelamiento.....	160
<b>Tabla 75</b> Escala de probabilidad para medir las interferencias.....	162
<b>Tabla 76</b> Escala de impacto para medir las interferencias. ....	163
<b>Tabla 77</b> Tipo de Riesgo por Probabilidad e Impacto .....	165
<b>Tabla 78</b> Tipo de Riesgo por Probabilidad e Impacto .....	165

<b>Tabla 79</b> Interferencias Finales encontradas de la Infraestructura de Tacna-Provincia y Distrito de Tacna.....	166
<b>Tabla 80</b> Gráfico de los Reportes del Modelado Interferencias de la Infraestructura de Tacna	169
<b>Tabla 81</b> Análisis de Interferencias de Estructura vs Instalaciones Sanitarias .....	173
<b>Tabla 82</b> Análisis de Interferencias de Arquitectura vs Instalaciones Sanitarias .....	175
<b>Tabla 83</b> Análisis de Interferencias de Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas .....	176
<b>Tabla 84</b> Análisis de Interferencias de Arquitectura vs Instalaciones Sanitarias .....	178
<b>Tabla 85</b> Interferencias de errores o incompatibilidad en el modelado Estructura vs Instalaciones Sanitarias.....	186
<b>Tabla 86</b> Interferencias encontradas que son técnicamente construibles en obra de la especialidad Estructura vs Instalaciones Sanitarias .....	186
<b>Tabla 87</b> Análisis de Interferencias de Estructura vs Instalaciones Sanitarias .....	192
<b>Tabla 88</b> Análisis de Interferencias de Estructura vs Instalaciones Eléctricas que no conllevaron realizar modificaciones. ....	194
<b>Tabla 89</b> Costos de interferencias de Estructuras vs Arquitectura.....	196
<b>Tabla 90</b> Prueba de normalidad de la Especialidad de Estructuras vs Arquitectura.....	197
<b>Tabla 91</b> Prueba de muestras emparejadas para los Costos de Estructuras vs Arquitectuta .....	198
<b>Tabla 92</b> Prueba de muestra única para el porcentaje de Estructuras vs Arquitectura .....	200
<b>Tabla 93</b> Modelo de Regresión Lineal simple .....	200
<b>Tabla 94</b> Prueba Estadística de Anova.....	201
<b>Tabla 95</b> Aplicación del modelo de regresión lineal en las Interferencias Estructuras vs Arquitectura .....	201
<b>Tabla 96</b> Costos de interferencias de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias .....	202

<b>Tabla 97</b> Prueba de normalidad de la Especialidad de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias	203
<b>Tabla 98</b> Prueba de muestras emparejadas para los Costos de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias.....	204
<b>Tabla 99</b> Prueba de muestra única para el porcentaje de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias.....	206
<b>Tabla 100</b> Modelo de Regresión Lineal simple .....	206
<b>Tabla 101</b> Prueba Estadística de Anova.....	207
<b>Tabla 102</b> Aplicación del modelo de regresión lineal en las Interferencias Estructuras vs Instalaciones Sanitarias .....	207
<b>Tabla 103</b> Tiempo de metrados de ambas Metodologías.....	209
<b>Tabla 104</b> Tiempo de metrados de ambas Metodologías.....	209
<b>Tabla 105</b> Rendimientos Finales de ambas Metodologías.....	209
<b>Tabla 106</b> Calidad como uno de los Atributos de la Constructividad .....	210
<b>Tabla 107</b> Regresión Lineal para la Incidencia de los Costos .....	210
<b>Tabla 108</b> Costos de Interferencias de las Especialidades del Proyecto.....	212
<b>Tabla 109</b> Prueba de Normalidad de los Costos del Proyecto .....	213
<b>Tabla 110</b> Prueba de Muestras Emparejadas para los Costos del Proyecto.....	214
<b>Tabla 111</b> Producción de Rendimientos en Proyectos con Metodología BIM.....	216

## Índice De Figuras

<b>Figura 1</b> Esquema del Proceso del Ciclo de Vida del modelado de información de construcción..	30
<b>Figura 2</b> Primer Adopción del modelado de información de construcción en Proyectos De Edificación en Lima y Callao 2017 .....	32
<b>Figura 3</b> Clasificación de Deficiencia por Especialidades.....	35
<b>Figura 4</b> Usos del modelado de información de construcción a lo Largo del Ciclo de Vida del Edificio (organizados en orden cronológico desde la planificación hasta la operación).....	49
<b>Figura 5</b> Curva de esfuerzo del proceso constructivo (MACLEAMY).....	52
<b>Figura 6</b> Concepto de Constructibilidad .....	55
<b>Figura 7</b> Beneficios de mayor constructividad en los diseños.....	57
<b>Figura 8</b> Capacidad de Influir de en el Costo Durante el Proceso Proyecto-Construcción .....	57
<b>Figura 9</b> Triángulo de Benchmarking de la Cuantificación de Metrados.....	59
<b>Figura 10</b> Gestión de Procesos Mínimos a Considerar.....	62
<b>Figura 11</b> Ciclo de Vida de un Proyecto.....	66
<b>Figura 12</b> Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Espina de Pescado.....	78
<b>Figura 13</b> Flujo de proceso del Modelado de Información en la construcción.....	79
<b>Figura 14</b> Flujo de proceso del Rendimiento de la Infraestructura de Distrito y Provincia de Tacna.....	80
<b>Figura 15</b> Flujo del Proceso del Análisis de la Efectividad de la Infraestructura de Distrito y Provincia de Tacna.....	81
<b>Figura 16</b> Flujo del Proceso del Análisis de la Incidencia del costo de la Infraestructura de Distrito y Provincia de Tacna.....	82

<b>Figura 17</b> Modelamiento de la Infraestructura para Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.....	83
<b>Figura 18</b> Clasificación del Nivel de Complejidad de un Proyecto de Inversión.....	90
<b>Figura 19</b> Rendimiento por actividades -Metodología convencional.....	99
<b>Figura 20</b> Rendimiento por actividades -Metodología BIM.....	103
<b>Figura 21</b> Rendimiento neto factorado – Metodología BIM .....	107
<b>Figura 22</b> Comparativa de rendimientos factorado de metodologías -Tradicional VS BIM.....	110
<b>Figura 23</b> Comparación de rendimientos factorados por producción.....	112
<b>Figura 24</b> Comparación de rendimientos factorados de metodología .....	113
<b>Figura 25</b> Modelamiento de la partida 02.05.05 Placas.....	123
<b>Figura 26</b> Modelamiento de la partida 02.05.05 Placas.....	124
<b>Figura 27</b> Triangulo de Benchmarking para la Especialidad de Estructuras.....	128
<b>Figura 28</b> Modelamiento de la “03.02.01 Solaqueo de muros columnas y vigas de concreto armado en fachadas” .....	132
<b>Figura 29</b> Modelamiento de la partida “03.02.01 Solaqueo de muros, columnas y vigas de concreto armado.....	133
<b>Figura 30</b> Triangulo de Benchmarking para la Especialidad de Arquitectura.....	137
<b>Figura 31</b> Modelamiento de la partida 04.01.01 Suministro de aparatos sanitarios.....	142
<b>Figura 32</b> Modelamiento de la partida 04.01.01 Suministros de aparatos Sanitarios.....	142
<b>Figura 33</b> Triangulo de Benchmark Para La Especialidad De Sanitarias.....	146
<b>Figura 34</b> Modelamiento de la partida 05.01.01.14.01 Pozo a tierra completo.....	151
<b>Figura 35</b> Modelamiento de la partida 05.01.01.14.01 Pozo a tierra completo.....	152
<b>Figura 36</b> Triangulo de Benchmark para la Especialidad de Eléctricas .....	156



<b>Figura 37</b> Interferencias del Modelado de Todas las Especialidades del Proyecto .....	159
<b>Figura 38</b> Gráfico de la cantidad de Interferencias del Proyecto de la Municipalidad de Tacna.....	161
<b>Figura 39</b> Reportes de Observaciones del Modelado Interferencias de la Infraestructura de Tacna.....	168
<b>Figura 40</b> Formato de Interferencias entre las Especialidad de Estructuras vs Arquitectura ....	171
<b>Figura 41</b> Análisis de Interferencias de Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas .....	174
<b>Figura 42</b> Análisis de Interferencias de Arquitectura vs Instalaciones Sanitarias.....	177
<b>Figura 43</b> Interferencias de la Especialidad de Estructura vs Instalaciones Sanitarias. ....	185
<b>Figura 44</b> Formato de Interferencias entre las Especialidad de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias.....	188
<b>Figura 45</b> Interferencias de la Especialidad de Estructura vs Instalaciones Electricas. ....	193
<b>Figura 46</b> Interferencias de la Especialidad de Estructura vs Instalaciones Electricas. ....	195
<b>Figura 47</b> Costos de promedio de las Interferencias de Estructuras vs Arquitectura .....	199
<b>Figura 48</b> Costos de promedio de las Interferencias de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias	205
<b>Figura 49</b> Beneficios de mayor constructividad en los diseños del Proyecto.....	211
<b>Figura 50</b> Costos de promedio del Proyecto.....	215
<b>Figura 51</b> Comparación de la produccion de Rendimientos de los diferentes Proyectos.....	218

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue analizar la constructividad holística de los proyectos de mediana complejidad según los costos, insumos y producción de la Municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna. En la realidad peruana las inversiones públicas con componente de infraestructura, no varía demasiado de otros países de la región (Portocarrero, 2017, p.86). La planificación es esencial para cualquier proyecto; Asimismo, la complejidad de los proyectos de construcción, radica en la exposición a factores internos y externos influyentes en su ejecución con un impacto directo en costo y tiempo. Los riesgos principales identifican que el 85% están vinculados a la falta de control y organización de la información del proyecto y el 91% de los problemas, durante la ejecución de proyectos públicos, está asociada al mal manejo de la información técnica y sus variaciones luego del inicio de su ejecución, es aquí el propósito de la investigación, del cual pretende contribuir a la solución de estos problemas.

Los resultados obtenidos demuestran la importancia de la constructividad en proyectos de complejidad considerando rendimiento de producción documentaria y planos, así como la efectividad en "tiempo, costo y calidad" y la propia incidencia del costo para con las interferencias, la investigación pretende realizar un análisis holístico en la realidad peruana analizando para esto una muestra representativa para los problemas más recurrentes en el Perú y la región utilizando actuales tendencias para el modelamiento de la información en la construcción.

**Palabras Clave:** Constructividad, Proyectos de mediana complejidad. Interferencias.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCION

En los últimos años el desarrollo tecnológico y la industrialización se ha incrementado de manera exponencial, ocasionado grandes cambios y adaptaciones dentro de las diferentes industrias. Para el caso de la industria de la construcción en específico, si bien es cierto que los procesos de transición e industrialización no se han generado con igual intensidad que en otras industrias, esta no ha sido indiferente a dichos cambios. La industria de la construcción ha ido evolucionando, en tal sentido, uno de los cambios en el sector construcción a nivel mundial es que se han gestionado proyectos empleando metodologías, estándares y tecnología como es el modelado de información de construcción. En el marco de aplicación de dichos desarrollos e innovaciones es que se plantea incorporar el modelado de información de construcción en un proyecto de mediana complejidad del Sector Público en la etapa de diseño, la cual se propone dar a conocer los diferentes beneficios y que tan efectivo puede ser aplicarlo en la etapa de diseño. Esta metodología de trabajo ya se viene incorporando en todo el mundo en la industria de la construcción y en el Perú a través de empresas privadas. Por otra parte, el sector público plantea que sea utilice de manera obligatoria para el 2030.

Por lo tanto, el propósito de la investigación es que en el entorno analizado que es la población pueda expandirse la aplicabilidad de lo desarrollado en el presente, evitando los sobrecostos por ampliaciones de plazo, aumentos de latencia y otros factores que son cruciales para la gestión de proyectos, la presente investigación toma en consideración el análisis a obras de mediana complejidad según Invierte.pe, el cual pretende realizar un análisis integral y lograr obtener resultados contributarios para el entorno del gremio.

## 1.1 Realidad problemática

### 1.1.1 Situación de información de modelo de construcción a nivel mundial

Los avances en la implementación del modelado de información en la industria de la construcción han aumentado en todo el mundo, los gobiernos reconocen la efectividad y beneficios que se pueden obtener con su implementación en el sector público y privado. En algunos países, existen especificaciones y estándares obligatorios que definen el trabajo con la metodología del modelado de información de construcción y especifican su uso por parte de organismos públicos. Actualmente en otros países se recomienda trabajar con la metodología.

Antes de evaluar la ruta propuesta para la adopción del modelado de información de construcción en el Perú, se analizará la aplicación de la metodología en la industria de la construcción pública en todo el mundo. Ofreciendo descripción general de las especificaciones, estándares y manuales existente para el sector de la construcción pública. Además, se muestra el desarrollo cronológico de pautas o estándares en los siguientes países, también se mencionan desarrollos o nuevos paralelos y lineamientos o estándares derivados del sector de la construcción pública y sugerencias que se han seguido con gran éxito en otros países. Considerando el desarrollo de apoyo para la presente tesis es necesario explicar los factores que llevaron a este proceso de globalización, mencionando cuales son las herramientas que permiten implementar la misma metodología en el mundo finalmente, se resumen los resultados.

#### *1.1.1.1 Selección de países del mundo a analizar*

Abordar el análisis de todos los países en detalle es un trabajo sumamente extenso y en algunos casos no brindan información valiosa, el presente estudio de análisis profundizara actualmente un requisito o es probable que sea un requisito en un futuro próximo y que presenten avances y éxitos en la materia. Construction IT Alliance (CiTA) y con apoyo brindando de Enterprise Ireland para

las iniciativas del modelo de información de construcción en los últimos años. Promueve los beneficios de la digitalización en el rubro de la construcción y de su mismo país Irlanda desde el 2002. Estas organizaciones realizaron una literatura abordando la revisión de las iniciativas globales de adopción del modelo de información de construcción, con enfoques particular en el éxito, basándose en niveles altos de la madurez de la implementación de esta metodología a nivel internacional. Realizaron encuestas a 21 países internacionales de la implementación del modelo de información de construcción, obteniendo como resultado en las encuestas internacionales muchos hallazgos importantes (Hore et al., 2017). Se especificará la realidad de las gestiones en cuestión de los modelados de información en la construcción en diferentes regiones como se da a continuación.

### ***1.1.1.2 Asia***


#### ***a. China***

La metodología de modelado de información de la construcción se incorporó en el doceavo Plan Quinquenal Nacional (2011- 2015) como sugerencia, para el siguiente quinquenio (2016-2020) se plantea desde el Estado como algo mandatorio para fortalecer su adopción, para proyectos que abarquen una superficie superior a 20.000m<sup>2</sup>, en algunos proyectos públicos es requerida y sugerida en la mayoría. (Galindo, 2018).

El valor comercial del modelo de información de construcción en China describe que el porcentaje de quienes usan la metodología en el 2015 crecería durante los próximos dos años o más 90% entre arquitectos y 110% entre contratistas, dando como uno de los grandes ejemplos El Beijing Water Cube, Canke Golden Mileage, el puerto de Tiajin, la terminal internacional de Cruce y Shanghai Tower que son ejemplos de otros casos de éxito de la implementación del modelo de información de construcción (Hore et al., 2017)

La Unión del modelo de información de construcción de China se fundó en 2013. Esta es una organización para desarrollar y promover la tecnología china. Es un comité técnico de la Asociación China para la Construcción de Ingeniería, también está la Estandarización (ZES). Este proyecto cuenta con el apoyo del Ministerio de Ciencia y Tecnología (Karl Baier, 2015)

**Tabla 1** Estado de la Metodología del modelo de información de construcción en China

 <p>China</p>	Implementación del BIM	(2011-2015) como sugerencia (2016-2020) mandato en proyectos
	Nivel actual de implantación	Requerido en proyectos superiores a 20,000.00m <sup>2</sup>
	Regulación	El puerto de Tiajin, la terminal internacional de Cruce, Shangai y Tower son ejemplos de otros casos de éxito de BIM
	Marco legal	En 2013 se fundó la China BIM Unión. Estandarización (ZES). Este proyecto cuenta con el apoyo del Ministerio de Ciencia y Tecnología

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Recuperado de Gracia y Moreno 2019


### ***b. Singapur***

La hoja de ruta de la aplicación a nivel nacional se estableció en 2011. El modelado de información de construcción como parte del sector de la construcción pública para adquisiciones de proyectos (2012). Se incorporó esta metodología para presentación arquitectónica (2013), estructural y M&E (2014). Se requiere el uso obligatorio a partir de 2015 (Galindo, 2018).

Se exige el uso de la metodología para proyectos de nuevas construcciones con un área superior a 20000 m<sup>2</sup> para el 2012 en las especialidad arquitectura, luego en 2015 proyectos con área superior a 5000 m<sup>2</sup> en todas las especialidades , adoptando el 80 % para arquitectos e ingenieros (Karl Baier, 2015).

Una iniciativa gubernamental importante es mejorar la productividad de la industria de la construcción mediante el uso del modelado de información de construcción en un 20-30% y El objetivo a largo plazo del gobierno es crear una red altamente integrada y tecnológicamente avanzada en el sector de la construcción liderada por empresas progresistas y respaldada por una fuerza laboral calificada y competente para 2020. (Hore et al., 2017)

**Tabla 2** Estado de la Metodología del modelo de información de construcción en Singapur

 <p>Singapur</p>	Implementación del BIM	Hoja de ruta del BIM 2011 Uso obligatorio del BIM 2015
	Nivel actual de implantación	Requerido en proyectos superiores a 5000 m2 en todas las especialidades
	Regulación	Productividad de un 20 %-30% con la implementación BIM
	Marco legal	Construcción and Real Estate Network (CORENET) es la principal organización involucrada en el desarrollo e implementación de BIM para el gobierno de Singapur

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Recuperado de Gracia y Moreno 2019

### c. *Corea del sur*

El uso del modelado de información de construcción en el sector público es obligatorio en Corea del Sur. En 2012, el Servicio de Contratación Pública de la República de Corea (PPS) decidió hacer obligatorio el uso de esta metodología para todos los proyectos implementados por el gobierno por valor de más de \$ 44.0 millones. El umbral se redujo en el 2013 a \$ 27,6 millones , ya para el 2016 serán obligatorios en todos los proyectos del sector público (Karl Baier, 2015).

### ***1.1.1.3 América***

#### ***a. Brasil***


Implementación de la metodología del modelado de información de construcción en 2006 por algunas iniciativas privadas, en el 2010 se creó un estudio especial de comisión para el modelado de información de la construcción, Tanto el sector público como el privado en Brasil se dan cuenta de que esta metodología puede mejorar la productividad y la efectividad en la gestión de la construcción. Por ahora, el modelado de información de construcción no está bien desarrollado en Brasil, pero es muy probable que se adopte más ampliamente en un futuro próximo. (Galindo, 2018)

El Departamento Nacional de Infraestructura de Transporte de Brasil adopta el modelado de información de construcción con la esperanza de que ayude a lograr un ahorro de costos del 30% durante todo el ciclo de vida, A pesar de que Brasil no tiene un estándar gubernamental oficial, el uso está aumentando rápidamente para proyectos de construcción e infraestructura brasileños. Entre los programas que podrían beneficiarse de esto se encuentra la autopista BR 040 de 937 km que conecta Brasilia y Río de Janeiro. (CIOB, 2015)

La red del modelado de información de construcción fue fundada en 2008 como resultado de un proyecto de investigación en universidades brasileñas. El objetivo del encuentro fue crear una red de cooperación en la que se pueda debatir sobre la integración e interoperabilidad de los sistemas digitales con respecto al modelado de información de construcción e IFC en el sector de la construcción. (Karl Baier, 2015)



**Tabla 3** Estado de la Metodología del modelo de información de construcción en Brasil

 <b>Brasil</b>	Implementación del BIM	Hoja de ruta en revisión o en consideración
	Nivel actual de implantación	-
	Regulación	Ahorro de costos del 30% durante todo el ciclo de vida
	Marco legal	Grupo Interdisciplinario BIM Red BIM Brasil

**Elaboración:** Autoría Propia


**Fuente:** Recuperado de Gracia y Moreno 2019

#### **b. Canadá**

En 2008, el Consejo del modelado de información de construcción de Canadá se estableció para apoyar la adopción de modelos estandarizados de arquitectura, ingeniería y construcción para gestionar la aplicación nacional e introducir las mejores prácticas y estándares para el uso y aplicaciones obligatorio en proyectos de construcción pública. (Galindo, 2018)

En el 2010 el instituto del modelado de información de construcción en Canadá (IBC), responsables de liderar y facilitar la aplicación en el diseño, construcción y gestión del entorno: la Asociación de Empresas de Ingeniería Consultoras (ACEC), la Asociación Canadiense de la Construcción (CCA), las Especificaciones de Construcción de Canadá (CSC), y el Real Instituto de Arquitectura de Canadá (Hore et al., 2017)

**Tabla 4** Estado de la Metodología del modelo de información de construcción en Canadá

 <b>Canadá</b>	Implementación del BIM	Instituto para el BIM Canadá (IBC) 2010 Consejo Canadiense BIM (CanBIM) 2008
	Nivel actual de implantación	La hoja de ruta no es obligatoria actualmente
	Regulación	-
	Marco legal	El IBC tiene previsto publicar 3 manuales sobre la práctica BIM: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen 1: ¿Qué es BIM?</li> <li>• Volumen 2: BIM: contexto empresarial</li> <li>• Volumen 3: BIM: contexto del proyecto</li> </ul>

**Elaboración:** Autoría Propia


**Fuente:** Recuperado de Gracia y Moreno 2019

### c. *Estados Unidos*

Uno de los países que se mantuvo a la vanguardia en el uso de la aplicación de la metodología del modelado de información de construcción en 2003, la Administración de Servicios Generales (GSA), a través del Servicio de Edificios Públicos (PBS), instituyó el programa nacional del modelado de información de construcción 3D-4D, tuvieron como objetivo de lograr una Adopción estratégica e incrementar tecnologías 3D, 4D y de la metodología del modelado de información de construcción. En 2007 la misma organización puso una disposición obligatoria del uso de la metodología en proyectos públicos (Galindo, 2018)

América del Norte ha experimentado el crecimiento más rápido en la implementación del modelado de información de construcción a nivel mundial, del 28% de los profesionales de la construcción que usaban la metodología en 2007 al 71% en 2012. (Hore et al., 2017)

**Tabla 5** Estado de la Metodología del modelado de información de construcción en Estados Unidos

 <p>Estados Unidos</p>	Implementación del BIM	Implementación de la Metodología BIM (2003)
	Nivel actual de implantación	Diferentes legislaturas por estado
	Regulación	Incremento del 71% del 2007-2012
	Marco legal	Administración de Servicios Generales (GSA) Servicio de Edificios Públicos (PBS)

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Recuperado de Gracia y Moreno 2019

#### 1.1.1.4 Europa


##### a. Dinamarca

Dinamarca es uno de los primeros países en utilizar proyectos durante el año 2001 y en adoptar un mandato del modelado de información de construcción vinculante en un formato abierto (OpenBIM IFC). Desde 2007 ha sido necesario utilizar este método en proyectos que son financiados total o parcialmente por el Estado. (Galindo, 2018)

Dentro de la implementación se cubrió proyectos de construcción establecidos por primera vez por el Reglamento 1365 en 2007. La normativa actual de TIC 118 y 119 para proyectos que superen los 5 millones de coronas danesas están en vigor desde 2013. Bolpagni (2013) reconoce que estos requisitos también están vigentes en el sector público. Proyectos de renovación desde el 1 de enero de 2008 y para viviendas sociales con apoyo estatal desde el 1 de enero de 2009. Desde junio de 2011, el Parlamento danés amplió la adopción obligatoria de la metodología en todos los proyectos locales y regionales por valor de más de 2,7 millones de euros, mientras que los proyectos del gobierno central tenían un umbral más bajo de 677.000 €. (Karl Baier, 2015)

Una de las principales organizaciones, Byggeri Informationsteknologi Produktivitet Samarbejde (BIPS), ha estado promocionando el modelado de información de construcción desde 2003 con el objetivo de aumentar la efectividad del proceso de diseño y construcción, desde el programa de construcción hasta la gestión y el mantenimiento. Dinamarca BuildingSMART forma parte de BIPS desde 2009. Para respaldar la adopción del modelado de información de construcción, BIPS ha publicado varios estándares para respaldar el desarrollo de edificios digitales, incluido el Sistema Danés de Clasificación de Edificios y el trabajo en 3D. Dinamarca es un caso particularmente interesante que proporciona información sobre una iniciativa que marca tendencias y que ha tenido tiempo de desarrollarse. (Hore et al., 2017).

**Tabla 6** Estado de la Metodología del modelado de información de construcción en Dinamarca

 Dinamarca	Implementación del BIM	Implementación de la Metodología BIM (2007)
	Nivel actual de implantación	proyectos cuales superen 5 millones de coronas danesas desde el 2013 proyectos locales y regionales por valor de más de 2,7 millones desde el 2013
	Regulación	-
	Marco legal	Byggeri Informationsteknologi Produktivitet Samarbejde (BIPS) Building SMART Dinamarca

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Recuperado de Gracia y Moreno 2019

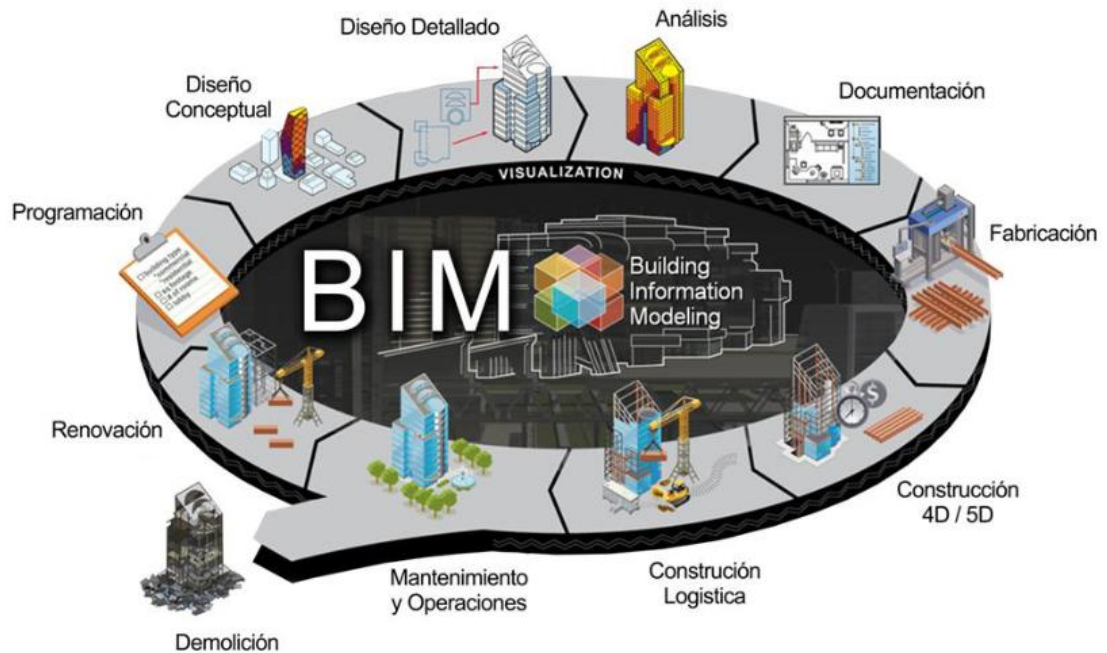
### **1.1.2 Realidad Peruana modelado de información de construcción**

En el Perú el uso del modelado de información de construcción está en el inicio de su difusión, a pesar de que ya existen empresas, grandes y pequeñas, que están empezando a apostar por su implementación, este es el caso de Graña y Montero, Constructora AESA y COSAPI, que desde 2012-2013 implementó un estándar de modelado información de construcción. (Delgado, 2014).

Por otra parte, CAPECO, por medio de su Comité del modelado de información de construcción, ha preparado una serie de documentos denominados Protocolos del modelado de información de construcción que serán usados como la base para el desarrollo de Proyectos utilizando esta Metodología. (CAPECO, 2014)

En el caso particular de la tecnología del modelado de información de construcción, estos protocolos tienen como objetivo definir los procesos, procedimientos, mejores prácticas, técnicas de modelado, niveles de detalle y desarrollo de un modelado de información de construcción, entre otros, incluida la tecnología CAD como parte del proceso, ayudar a que un proyecto tenga éxito y se puede lograr desde la fase de planificación (conceptualización y análisis), el diseño previo y el desarrollo del proyecto (diseño y documentación), la construcción y mantenimiento y operaciones. (CAPECO, 2014).

**Figura 1** Esquema del Proceso del Ciclo de Vida del modelado de información de construcción



**Fuente:** Comité de modelado de información de construcción - CAPECO

Actualmente se está desarrollando el Plan del modelado de información de construcción que contendrá la normativa para la adecuada implementación y ejecución de esta metodología de trabajo en todos los niveles del Estado. El 8 de agosto 2020 en el Artículo N°1 de la Resolución Directoral N.º 007-2020-EF/63.01 el Ministerio de Economía y Finanzas ha publicado los lineamientos para la utilización de la metodología en las inversiones públicas y que tiene como antecedentes el D.L. 1486 y el D.S. N°289-2019-EF. Estos lineamientos son criterios mínimos a considerar, además se recomienda implementar el modelado de información de construcción desde la etapa más temprana del proyecto; esto es, desde su formulación y evaluación, operación y mantenimiento, para asegurar su sostenibilidad. (Diario Gestión, 2020b).

Además, el MEF menciona que una de las ventajas es la efectividad en el manejo de los fondos públicos a lo largo del ciclo de inversión, controlando su información técnica y de gestión. Esto

ayuda a reducir costos y evitar demoras en la ejecución de inversiones. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019a).

En el siguiente epígrafe, se logra visualizar el resumen de acciones para la marcha del Plan del modelado de información de construcción Perú hasta el 2030, en el cual establece las acciones que va a desarrollar el gobierno peruano. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019b).

**Tabla 7** Resumen de Acciones del Plan del modelado de información de construcción del Perú

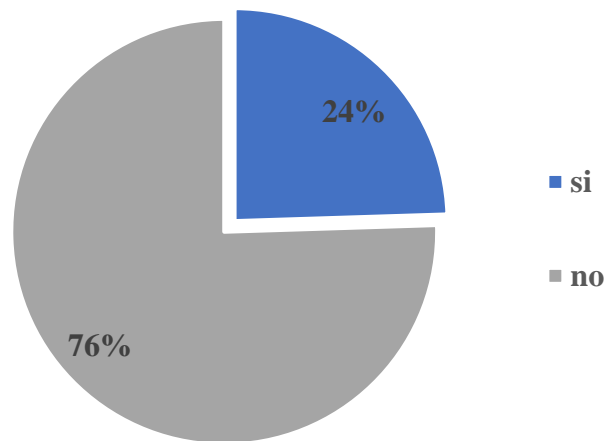
Hito 1	Hasta Jul-2020	Hasta Jul-2025	Hasta Jul-2030
Proyecto de Decreto Supremo que regula el BIM (Set-2019)	Estándares y requerimientos BIM elaborados.	BIM aplicado en proyectos del Gobierno Nacional y Regionales en tipologías seleccionadas.	Plataforma tecnológica habilitante para uso en todo el sector público.
Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM (Mar-2020)	Proyectos pilotos aplicando la metodología BIM	Marco regulatorio para la aplicación del BIM en el sector público y articulación con sistemas administrativos aprobado.	<b>Obligatoriedad del BIM en todo el sector público normada.</b>
	Estrategia de formación de capital humano para el uso del BIM iniciada.	Plataforma tecnológica habilitante para sectores priorizados del Gobierno Nacional.	

**Elaborado:** Autoría Propia

**Fuente:** Recuperado (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019a)

En el primer estudio que se realizó sobre el nivel de adopción del modelado de información de construcción en Lima Metropolitana y Callao muestra el análisis de datos que revela que el 24% de proyectos ha adoptado el modelado de información de construcción. (Murguía, 2018).

**Figura 2** Primer Adopción del modelado de información de construcción en *Proyectos De Edificación en Lima y Callao 2017*





**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Adopción del modelado de información de construcción en Lima (Murguía, 2018)

A continuación, se describe el nivel actual y los documentos que se han venido incorporando a lo largo de los últimos años.

**Tabla 8** Resumen del Nivel de Implementación y Documentos del modelado de información de construcción

	<p>Fecha de Implementación</p> <p>Nivel actual de implementación</p>	<p>Comité BIM Fundado en Setiembre del 2012</p> <p>Mandato BIM para todo el sector público (Julio 2030)</p>
<p>PERU</p>	<p>DOCUMENTO BIM PERU</p>	<p>Actualmente no es de uso obligatorio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreto Supremo N. 237-2019-EF. Plan Nacional de Competitividad y Productividad</li> <li>- Decreto Supremo N. 289-2019-EF. Disposiciones para incorporación progresiva de BIM en la inversión pública</li> <li>- Lineamientos para la utilización de la metodología BIM en las inversiones públicas</li> <li>- Infografía: Conceptos y beneficios del uso de BIM</li> <li>- Plan de implementación y Hoja de ruta del Plan BIM Perú</li> <li>- Infografía: Líneas estratégicas del Plan BIM Perú.</li> <li>- Infografía: Lineamientos para utilizar BIM en inversiones públicas</li> </ul>
	<p>Acogida de la metodología BIM</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> </ul>

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Recuperado del Ministerio de Economía y Finanzas



### 1.1.3 Problema Sociales

El sector construcción habría caído 2% en setiembre y continuaría la tendencia menor cada mes. En cuanto a la obra pública, se produjo una desaceleración del 50.1% entre enero y agosto de este año. En el octavo mes se redujo 38.2%, mientras que en setiembre se estima una baja cerca del 10%. (Diario Gestión, 2020a).

Así mismo, los proyectos de edificaciones desarrollados según el modelo tradicional, en muchos del caso hay pérdida de información, durante el proceso, e inconsistencias en los presupuestos, por errores al momento de obtener las cantidades necesarias para la obra, además conlleva al proyecto a tener pérdida de información, y se alargan los plazos de diseño y construcción. (Pacheco Borja, 2017).

Por otro lado el Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (osce, 2016) en su encuesta que fue realizada a los ejecutores de obra, el obtenido fue, que, en la gran mayoría de los casos, los plazos adicionales y extendidos son porque el contenido del expediente no coincide con las características reales de la obra. Además, comenta que la causa principal de la solicitud adicional es mala preparación del expediente técnico, ya sea porque:

- Hay partidas que no han sido previstas
- Los precios de los materiales no se ajustan a la realidad son precios basados en la realidad de Lima y no de provincia.
- Existen vicios ocultos no indicados en el mismo (tuberías oxidadas que se desmoronan), entre otros.

Por otro lado, en la Tesis de (Hernández Reátegui, 2018), comenta que uno de los porcentajes importantes de los problemas técnicos y gerenciales en la ejecución de los proyectos son consecuencia debido a la baja calidad de los expedientes técnicos.

A su vez, dentro del marco normativo no existen pautas para la correcta formulación y/o elaboración o formulación inadecuada e imprecisa de los términos de referencia del expediente técnico. Considerando lo sucedido, una inadecuada planificación y control en los proyectos de infraestructura desde las primeras etapas que involucran por completo la gestión de la información para la mejora e interpretación de los procesos, respetando los objetivos de costo, tiempo y calidad del proyecto, dependerá de la participación y decisiones efectivas, contribuyendo al desarrollo de proyectos exitosos.

Esto puede significar que en un proyecto S/. 100 millones los adicionales por problemas de diseño ascienden hasta 2.65% del costo directo Según en la conferencia (Delgado, 2014).

Basándonos en estudios de (Hanvey, 2007), comenta que hay muchas formas en que los documentos de diseño e ingeniería Puede influir negativamente en el tiempo y el costo de los proyectos de construcción. Algunos de estos problemas más comunes, que afectan principalmente al emprendedor, son:

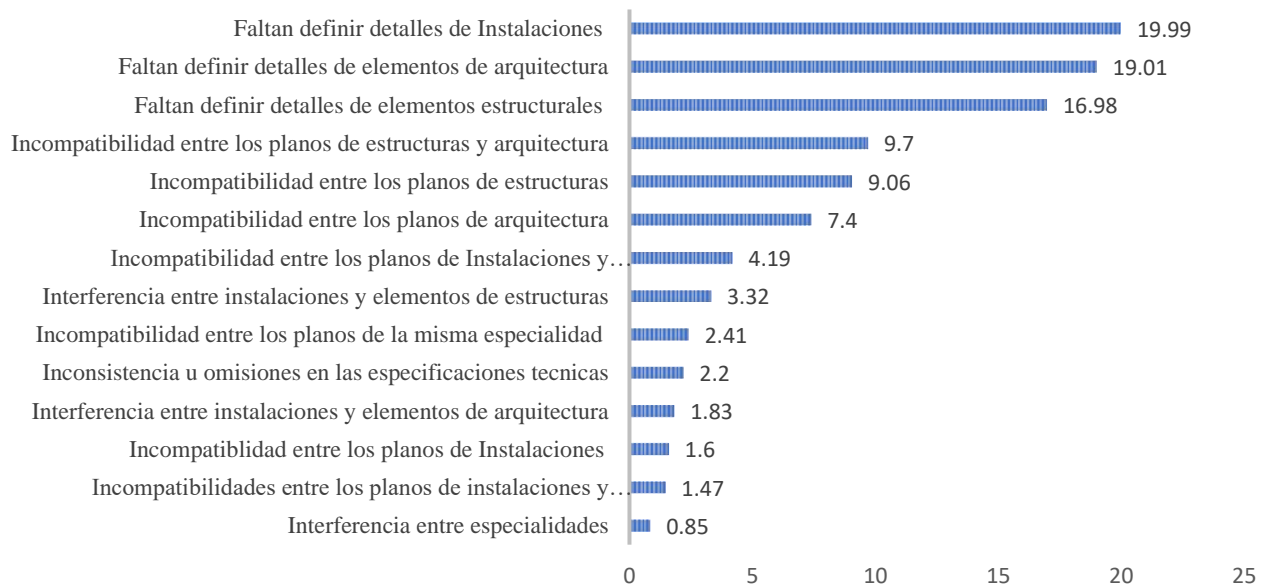
- Documentos de licitación incompletos e inadecuados
- Planos de diseño e ingeniería que llegan tardíamente
- Errores u omisiones en los planos
- Incompatibilidad entre los documentos contractuales de diseño (planos vs especificaciones)
- Excesivas solicitudes de información (SI).
- El tiempo de espera de las SI y los cambios en el diseño

Como se desprende en la clasificación, entre las principales deficiencias en el diseño, se encontró que las más comunes son: falta de detalles en los planos de instalaciones, arquitectura y estructuras, la incompatibilidad entre los planos de estructuras y arquitectura y la incompatibilidad entre los

planos de estructuras. Esto muestra claramente que los planos llegan a funcionar sin ser compatibles y que se descubren errores durante la fase de ejecución y / o construcción del proyecto.

(Alcántara Rojas, 2013)

**Figura 3** Clasificación de Deficiencia por Especialidades



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Recuperado (Alcántara Rojas, 2013)

#### 1.1.4 Necesidades de implementación

La industria de la construcción necesita herramientas que optimicen el flujo de trabajo y permitan un mejor control, colaboración y comunicaciones óptimas con otras especialidades, aumentando la calidad de las entregas y evitando así problemas futuros durante la fase de construcción.

(Sánchez et al., 2019)

El hecho de que los proyectos se modelen en una etapa temprana, construyéndolos virtualmente para que luego se evalúan y ejecutan; mejora la toma de decisiones oportuna al ampliar las posibilidades de influir en altos costos, haciendo que los proyectos sean cada vez más sustentables.

(Eyzaguirre Vela, 2015)

### **1.1.5 Recomendación de investigación**

Según el pensamiento de (Hernández Reátegui, 2018) recomienda la implementación de la constructividad y del modelado de información de construcción a las Gerencias de Infraestructuras, Sector Salud, de Desarrollo y Departamento de ingeniería de la Contraloría General de la Republica, en etapas tempranas para contrarrestar los problemas actuales de los proyectos, ya que favorecerá a la inversión pública para que cumplan con estándares mínimos de calidad, y mejorando las buenas relaciones en el desarrollo de estudios en inversiones, como también protocolos para formular y supervisar el cumplimiento de los expedientes técnicos para los proyectos de infraestructura, capacitando continuamente profesionales a cargo en capacidades técnicas y prácticas para que se desempeñen en todas las fases del proyecto, así lograr el objetivo de optimizar y generar una mayor rentabilidad para el beneficios de la población.

Por otra parte los autores (Sánchez et al., 2019), indican que los resultados del modelado de información de construcción muestra ser óptimo para la gestión total del proyecto tomando como base para la creación de modelo, sin embargo, el hecho de implementar en la fase de ejecución impone reprocesos en los procedimientos, una vez ajustados los componentes y la creación de elementos estructurales y arquitectónicos inexistentes resulta ser una tarea bastante rápida y practica lo cual permite concluir con el sistema del modelado de información de construcción a pesar de lo complejo han alcanzado su nivel de madures deseada, permitiendo recomendar y ser usados por las empresa de construcción civil.

Trabajar con la metodología del modelado de información de construcción en el sector público tiene como objetivo lograr mejoras de calidad y al mismo tiempo reducir costos (Porwal y Hewage, 2013).

Así mismo, la amplia implementación de tecnologías del modelado de información de construcción tanto a nivel nacional como en el extranjero podrían mejorar la productividad del sector y reducir los costos debido a un mejor flujo de información y una mayor colaboración. (Government, 2013)

### **1.1.6 Aporte Académico**

Según el pensamiento de (Eyzaguirre Vela, 2015) indica que Implementando el modelado de información de construcción, se evidencio aportes significativos en la etapa de planificación, logrando incrementar la confiabilidad de los planes, presentando oportunas y anticipadas decisiones, y contribuyendo a la constructividad, con el propósito de optimizar los proyectos haciéndolos más efectivo y sustentable.

## **1.2 Antecedentes**

En la presente investigación se ha venido recopilando información referente a los temas de estudio como la constructividad, proyectos de mediana complejidad, tomando en consideración el estado del arte sobre los temas indicados de los cuales se ordenaron de manera jerárquica por los temas sostenidos a la presente investigación.

1. (De los Rios Carmenado et al., 2014) en su artículo "LA COMPLEJIDAD EN DIRECCIÓN DE PROYECTOS: Dimensión y marcos de trabajo a nivel internacional" convertido del inglés al español realiza la conclusión de:

La complejidad en los proyectos se encuentra influenciada, no sólo por procesos racionales y técnicos, sino que cada vez más afectan los aspectos sociales (intereses, conductas, opiniones y comportamientos) de las personas implicadas que provienen de los distintos ámbitos públicos y privados. Frente a la tradicional visión tecnocrática de la complejidad, que tendía a excluir las consideraciones sociales, aparecen nuevos enfoques de la complejidad que buscan incorporar los

factores sociales desde la naturaleza dinámica del ser humano en relación con el mundo de los proyectos. Para abortar y superar situaciones complejas y lograr el éxito sostenible de los proyectos, los nuevos enfoques y modelos buscan la integración de dos aspectos complementarios: a) por una parte, se busca una mejor comprensión del entorno del proyecto y de las situaciones complejas de una manera holística y en base a la experiencia desde la realidad; y b) por otra, se trata de acompañar la dirección con el desarrollo de competencias interpersonales e intrapersonales, desde los aprendizajes que se generan en el proceso de interacción entre las partes implicadas, para ayudar a la resolución de los problemas. El desarrollo de estas competencias, para hacer frente a la creciente complejidad social, sucede en el marco de la certificación de profesionales para la dirección de proyectos. Los procesos internacionales de certificación de personas muestran una nueva y oportuna trayectoria para la mejor comprensión y manejo de la complejidad desde la vertiente humana. Puesto que el éxito del proyecto está vinculado a la percepción de los resultados que tienen las partes implicadas, en toda decisión es importante la incorporación de la ética, para que los proyectos se basen en un ideal de servicio y sean guiados por unos valores. Elementos fundamentales cuando se trata de superar conflictos morales entre las partes y conseguir el éxito sostenible. Si las personas y sus relaciones hacen compleja la dirección de un proyecto, también es cierto que los proyectos complejos pueden ser dirigidos con mayor facilidad si hay un adecuado sistema de relaciones entre las partes implicadas. Por ello, para abordar la complejidad en la dirección de proyectos se requiere, en cualquier situación, incorporar un componente integrador de aprendizaje social que permita aprender unos de otros y que propicie la generación de ideas y sea fuente de innovación.

2. (Molina et al., 2019) en su artículo "EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DE MODELACIÓN Y COORDINACIÓN DEL MODELADO DE INFORMACIÓN DE

CONSTRUCCIÓN EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN DE MEDIANA ENVERGADURA: UN CASO DE ESTUDIO" menciona:

La investigación desarrollada, se realizó un análisis retrospectivo de un proyecto de edificación de mediana envergadura, considerando a estos como proyectos con superficie edificada menor a 5.000 m<sup>2</sup>, se realizó tanto la metodología tradicional y la metodología BIM, dada las métricas establecidas, la implementación de la metodología en un proyecto de mediana envergadura de estas características representa una operación con efectos negativos en los costos globales del proyecto, independientemente si se implementa la metodología del modelado de información de construcción desde un inicio o se realiza el levantamiento de modelos a partir de la documentación bidimensional, donde este último supone un mayor perjuicio económico. Esto se ve influenciado principalmente debido a que la tarea de modelar los proyectos posteriores a la entrega de la documentación bidimensional representa un costo adicional completamente aparte de los costos propios de la etapa de diseño. No obstante, es posible afirmar que la implementación de la metodología desde la etapa de conceptualización del proyecto tiene ventajas significativas frente al levantamiento de modelos virtuales posterior a la metodología tradicional de diseño.

3. (Tauriainen et al., 2015) en su artículo denominado "LA EVALUACIÓN DE LA CONSTRUCTIBILIDAD: CASOS DEL MODELADO DE INFORMACIÓN DE CONSTRUCCIÓN" convertido del inglés al español realiza la conclusión de:

Presenta 7 estudios donde analiza la práctica actual de evaluación de la Constructividad utilizada en Finlandia, en la actualidad los proyectistas y la contratista no realizan muy consiente la evaluación de la constructividad. Los diseñadores experimentaron que la constructividad se puede trabajar dentro del diseño sin ningún método o proceso de evaluación por separado. En la etapa inicial de diseño, la evaluación se basa en la habilidad y experiencia profesional de estos mismos.

Además, Los problemas de constructividad se genera a través de la participación tardía de los gerentes de producción, discutieron demasiado tarde en el proceso de diseño cambios importantes y trabajo adicional en el diseño, retrasos en las obras de construcción y adquisiciones de materiales, y costos desborda.

Finalmente, comentan que Todos los entrevistados mencionaron que el modelado de información de construcción como una herramienta que se utilizará cada vez más en la evaluación de constructividad. Por el momento, la metodología de evaluación de la constructividad experimental se utiliza en casos de prueba y está bajo en el desarrollo.

4. Según la investigación del autor, la constructividad es una práctica que mejora efectivamente la productividad en la mejora de la gestión de proyectos de construcción, esta práctica capta el conocimiento operativo para que pueda ser utilizado no solo en la fase de construcción, sino que es más importante aprovecharlo en las etapas iniciales y en niveles estratégicos como son la planificación y el diseño. En este artículo han presentado ejemplos concretos que facilitan o ayudar a comprender su aplicación en las diferentes etapas del proyecto de construcción, teniendo un mayor impacto en el proyecto si se lleva a cabo en las etapas iniciales. Finalmente menciona que la constructividad no es un concepto asilado y que para aplicarlo de manera efectivo se debe tener en cuenta otros conceptos de gestión como la teoría de Goldratt, la teoría de Taylor y conceptos relacionados con la constitución lean (Orihuela & Orihuela, 2003).

Hay organizaciones las cuales necesitan implementar la gestión de proyectos en sus procesos organizacionales, como es el conjunto de conocimientos y experiencias que, a lo largo del tiempo, han resultado de gran valor al contexto de la industria de la construcción lo ideal es que cada organización tenga algún tipo de descripción de sus actividades, que sea fácil de entender tanto para un directivo como para los empleados de menor rango y aun para gente ajena a la



organización. La constructividad dentro de la hoja de ruta pretende ser útil para los interesados, lo cual es dirigido a programas corporativos de constructividad y al programa de proyectos de factibilidad de construcción. De la misma forma, el análisis del diseño es mucho mejor basado en la hoja de ruta de la aplicación. Debido que empresa inicia sus funciones corrigiendo errores desde el principio respaldando ahorros potenciales de costos, el uso óptimo del conocimiento y la experiencia en construcción, las operaciones de planificación, diseño y sobre el terreno para alcanzar los objetivos generales del proyecto (Santos Jaimés et al., 2018)

5. Según (Araya, 2019) en su artículo, hace mención que para el crecimiento constante en la industria de la construcción es la metodología de trabajo colaborativo y gestión de proyectos de construcción, debido a que hay presencia de atributos múltiples que hacen que sean susceptibles de disputa durante la etapa de ejecución, como también dentro de la plana de los proyectistas que serían las relaciones adversas entre las partes interesadas, los propios presupuestos del proyecto y la falta de iniciativa en los contratos que fomentan la colaboración, además, esto generaría un impacto negativo en reclamación al proyecto. En cuanto más antes se implemente el modelado de información de construcción durante un proyecto y en un proceso de disputa de construcción será más satisfactorio para los involucrados. Añade también que en cuanto a las disputas en el entorno de la metodología deberá ser más estudiada para su pronta investigación.

En el presente artículo tienes como objetivo capturar los posibles beneficios económicos que tiene la implementación del BIM en aportes en los proyectos de construcción. Investigando un proyecto real de construcción de ferrocarriles en Corea del Sur. En el cual cubre varias vías férreas. Como son estaciones, instalaciones de telecomunicación, instalaciones de infraestructura, estructuras ferroviarias, entre otros. Los autores han identificado 12 errores en 7 proyectos que habiéndose aplicado la metodología hubiera podido prevenir los errores asociados en la construcción o los

retrabajados que en este proyecto se dieron en los costos y riesgos adicionales, el costo de la implementación del modelado de información de construcción a comparación del costo a corregir de los errores en los proyectos hubieras reducidos significativamente y se verificarían en relación al costo y beneficio en porcentajes estimadas a un 1.32 por retraso de un mes y 1.36 por retraso de tres meses, hace mención de que sugerir la pronta implementación a una base para los beneficios de usar un el modelado de información de construcción puede brindar una nueva oportunidad para aplicaciones futuras (Shin et al., 2018).

6. (Arboleda et al., 2016) en su artículo denominado “PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS APLICANDO “BUILDING INFORMATION MODELING” un estudio de caso, llega a la conclusion de:

El modelo paramétrico generado usando las herramientas del modelado de información de construcción permiten la visualización 3D de un edificio coordinada; También tiene los parámetros necesarios para extraer cantidades de trabajo y simulación de cronograma de obra. Además detallan que, el análisis de las cantidades de trabajo permitió mostrar la variación porcentual entre las cantidades presentadas en la documentación y las extraídas del modelo para las partidas propuestos. Se obtuvieron cambios porcentuales casi nulos para algunos ítems, lo que demuestra que la metodología es aplicable y funciona si se ejecuta de manera ordenada. Sin embargo, hubo variaciones porcentuales exageradas para otros elementos, debido a las limitaciones del modelo debido a la falta de detalle en los planes de diseño y otros papeles de trabajo que sirvieron de base para el modelado.

Los errores en la documentación de obra generan dudas y desencadenan retrasos en los cronogramas de obra, errores en la presupuestación, pérdidas de tiempo y dinero en trabajo rehecho. Implementar metodologías de manera adecuada permite garantizar una integración entre

las partes involucradas en el proyecto de construcción que favorece el entendimiento acertado del objeto a construir y el proceso a seguir. De esta forma se ahorra tiempo, dinero y se asegura la calidad.

7. (Pérez Gómez Martínez et al., 2019) en su artículo denominado “MEJORA EN LA CONSTRUCCIÓN POR MEDIO DE LEAN CONSTRUCTION Y BUILDING INFORMATION MODELING”: caso estudio desarrollado se desarrolló en México, llegan a la conclusión de:

En la investigación evaluaron el nivel de trabajo productivo en la empresa, para que puedan determinar los tiempos productivos óptimos en obra según L.C, así mismo también lo determinaron con la metodología, para eso hicieron uso del software denominado “Revit”, con él se pudo realizar el modelo tridimensional manejando toda la información de materiales, se obtuvo como resultado una optimización importante en el tiempo de construcción, se redujo lo establecido por la desarrolladora para terminar las 24 viviendas de 14 semanas, a concluirse con la nueva programación en 11 semanas. Ahorro en tiempo de un 26.56%, lo que repercute en una disminución del precio de venta de la vivienda al reducir los costos indirectos y directos de mano de obra. La utilización del modelado de información de construcción en este tipo de edificación (en la vivienda en general) resulta innovadora, dado que permitió comprobar que se puede tener una mejor gestión de los tiempos y por ende tener un impacto positivo en el valor del producto, al disminuir los costos de la mano de obra. los proyectos implican el trabajo de diversos grupos de personas, donde la comunicación efectiva es clave para el éxito del proceso.

Por último, comentan que se pueden generar eventos que se traducen en pérdidas de tiempo y costo, y que pueden ser relacionados con una mala gestión, en la investigación no provocó más resultado que la disminución en la calidad del producto. Además, los atrasos también fueron causa

de los trabajos rehechos, lo que, aunado a la poca supervisión ya mencionada en los procesos de la obra, fue causa de pérdidas.

8. (Azhar et al., 2008) en su artículo denominado “MODELADO DE INFORMACIÓN DE CONSTRUCCIÓN: UN NUEVO PARADIGMA PARA MODELADO Y SIMULACIÓN INTERACTIVOS PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN” convertido del inglés al español en su investigación de:

Proyecto de \$ 46 millones que consiste en construcción de una instalación de 484,000 pies cuadrados. El desarrollo de uso mixto consta de un Hotel de 14 pisos y 242 habitaciones, una estructura de estacionamiento para 700 vehículos y 25,000 pies cuadrados de área comercial espacio a nivel del suelo, los resultados fueron que identificaron 590 colisiones a través del Coordinación 3D habilitada por el software Navisworks. Estas colisiones se estimaron haber costado potencialmente más de \$ 800,000 y más de 1000 hrs. de trabajo, y en comparación al costo de \$ 40,000 del modelo 3D, uno puede ver fácilmente tanto el dinero como el tiempo beneficios obtenidos a través de la incorporación de del modelado de información de construcción.

Además, indica en su conclusión que el modelado de información de construcción ha surgido como una forma innovadora de gestionar proyectos. Muchos investigadores y profesionales han indicado que la tecnología se convertirá en algo indispensable para diseño y construcción de edificios como la escuadra proverbial o el martillo y el clavo. Como el uso del modelado de información de construcción se acelera, la colaboración dentro de los equipos del proyecto debería aumentar, lo que conducirá a una mejora de la rentabilidad, costos reducidos, mejor gestión del tiempo y mejores relaciones cliente / cliente. Por otra parte, Los equipos que implementan el modelado de información de construcción deben tener mucho cuidado con las trampas legales, como la

propiedad de los datos y problemas asociados de propiedad y riesgo compartido. Estos problemas deben abordarse por adelantado en el contrato documentos.

9. (Suarez et al., 2019) en su artículo ventajas de la Implementación de la Metodología del modelado de información de construcción utilizando Revit en el desarrollo de proyectos de edificaciones, señalaron que: la implementación de esta metodología mediante Revit durante el proceso del proyecto es fundamental para los profesionales de la construcción debido a las ventajas que ofrece en cuanto a integración en el proceso de colaboración entre diferentes especialidades, gestión de defectos, calidad y costes. Como resultados en base a las experiencias en la implementación en la empresa EPIA once, en proyectos del Hotel Coco Real y Coco Caribe en Cuba que actualmente se encuentran en la etapa de ejecución, dieron como resultado que utilizando el software de modelado de edificios dinámico tridimensionales la cual es una herramienta que conjuga eficacia y eficiencia, porque permite optimizar el tiempo en el desarrollo de proyectos de construcción, así como realizar cambios que se replican automáticamente en cada una de las vistas y planes de trabajo.

En el sector de la construcción se han presentado muchas pérdidas por falta de planificación, uno de los grandes factores que se presenta en este artículo es en base a datos e información reales de obra y en general. Uno de los más recurrentes es en la fase ejecución en la parte de terminación de un proyecto cuando presenta modificaciones a causa de no haberlo modelado, y así aumentando los costos de inversión hasta 10 veces. Es por eso que gracias a las herramientas del modelado de información de construcción que nos ofrecen grandes ventajas, al momento de insertar información reales del proyecto, indican resultados precisos y claves para optimización de recursos, tiempo de finalización y comunicación interrumpida en todo los integrantes de la obra y seguimiento a tiempo real del proyecto (Medina et al., 2016).

10. (Hijazi et al., 2009) en su artículo denominado “EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CONSTRUCCIÓN MEDIANTE DEL MODELADO DE INFORMACIÓN DE CONSTRUCCIÓN / 4D MODELO DE SIMULACIÓN CAD” convertido del inglés al español en su investigación de:

En este artículo implementaron una nueva metodología para evaluar la constructividad y del modelado de información de construcción. La importancia de tal evaluación está documentada, en las últimas investigaciones se registraron ciertas limitaciones relativas a conceptos previos a medir la constructividad. Este artículo sostiene la idea de que los modelos basados en el modelado de información de construcción pueden ser efectivos en la generación de un documento de construcción virtual detallado, que facilita la evaluación de datos cuantitativos y cualitativos con precisión. Se utilizaron dos técnicas de evaluación diferentes: AHP y SMART. AHP convirtió evaluaciones subjetivas de importancia relativa en un conjunto de peso total de los factores de constructividad que afectan el diseño del edificio. La técnica SMART fue se utiliza para escalar el rendimiento de cualquier diseño dado en función de las entradas del modelado de información de construcción y 4D modelos. La aplicación de este concepto se demostró a través de un estudio de caso realizado en un edificio de condominios encontrado en Montreal. Se generaron modelado de información de construcción y una breve explicación se proporcionó para mostrar cómo se pueden usar los modelos 4D para verificar los factores de constructividad. Las publicaciones mostrarán más aplicaciones con referencia al concepto propuesto. Uno de Muchos de los beneficios de utilizar tecnologías en dicha evaluación es la facilidad y precisión para modificar el diseño. Debido a las capacidades paramétricas que se encuentran en el modelado de información de construcción modela cualquier cambio individual realizado en cualquier objeto específico se actualizará en el conjunto de construcción automáticamente. Este aspecto tecnológico da a los diseñadores la

libertad de que optimice sus diseños tanto como sea necesario para lograr el mejor resultado posible.

### **1.3 Marco Teórico**

Los fundamentos en cuanto a la teoría BIM que tenemos aspectos importantes como del modelado de información de construcción, constructividad, KPI, complejidad de Proyectos y gestión de proyectos según PMI, de las cuales se va a definir cada uno de ellos a continuación.

#### **1.3.1 Definición conceptual del Modelado de Información de la Construcción**

En el presente estudio se viene estudiando al modelado de información de construcción a través de las variables de la Constructividad y proyectos de mediana complejidad, en el cual dentro los lineamientos para la utilización de la metodología en las inversiones públicas que fue publicado a través del ministerio de economía y finanzas, define (Government, 2012) como un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten formular, diseñar, construir, operar y mantener una infraestructura o edificación de forma colaborativa en un espacio virtual.

Así mismo, (Ministerio de vivienda Construcción y saneamiento, 2019) a través de la Resolución Ministerial N°242-2019-VIVIENDA en uno de sus acápites suscribe que el modelado de información de construcción como una metodología de trabajo colaborativa que utiliza herramientas informáticas para la gestión de un proyecto, cuya aplicación está orientada a aumentar la productividad de la construcción y la sustentabilidad y calidad de los proyectos a partir de una mejor planificación del diseño, reducción de costos y plazos en su ejecución, lo que permite crear un modelo tridimensional inteligente de una edificación u obra civil, a fin de facilitar construcciones seguras y sostenibles; propone su aplicación para las entidades públicas, empresas públicas o privadas o personas naturales.

Según (Alexandre, 2019) indica que el modelado de información de construcción consiste en una metodología de trabajo colaborativa para la creación de modelos digitales de proyectos y su gestión durante todo su ciclo de vida. Este modelo digital podrá incorporar información geométrica, ambiental, de costo, de tiempo, de mantenimiento y de operación, entre otras. Así mismo también indica que al Estado y a la industria de la construcción, el interés principal reside en ejecutar la efectividad en los proyectos de edificaciones o infraestructuras sin sobrecostos y dentro de los tiempos programados.

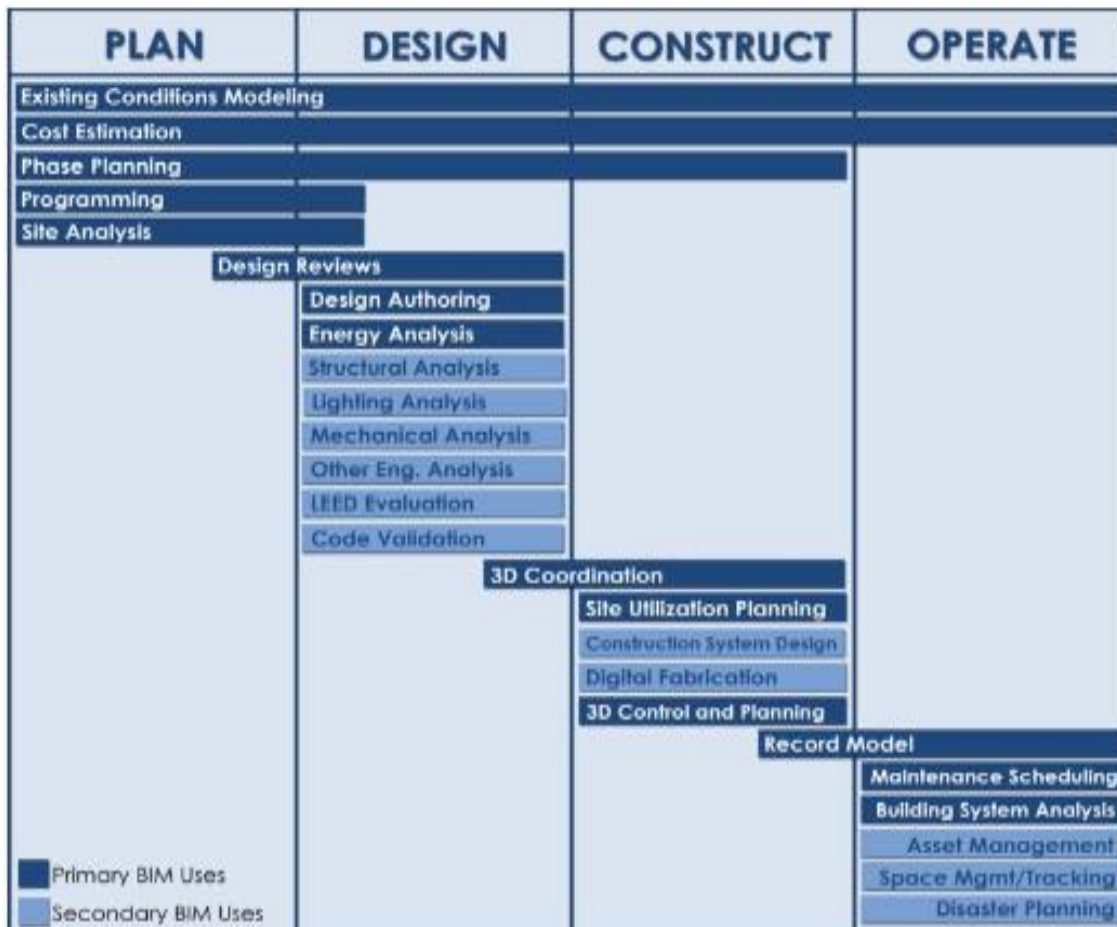
#### *1.3.1.1 Gestiones de las Etapas de la Metodología del modelado de Información en la Construcción*

En la presente investigación se está desarrollando el proyecto de mediana complejidad en la cual nos centraremos en la etapa de diseño, tal como (Saldias Rodolfo, 2010) indica que la toma de decisiones en etapas tempranas del proyecto mejora la habilidad de controlar costos, es decir, en un diseño "inteligente" la idea es trasladar el esfuerzo a la etapa de diseño donde los costos por cambios del diseño de la edificación no son tan cuantiosos. Actualmente, la toma de decisiones más importantes del proyecto se hace en la etapa de construcción, donde los cambios son sumamente costosos.

En los párrafos posteriores se detallarán definiciones de la gestión en las etapas de la metodología del modelado de información de construcción.



**Figura 4** Usos del modelado de información de construcción a lo Largo del Ciclo de Vida del Edificio (organizados en orden cronológico desde la planificación hasta la operación)



Fuente: (Messner et al., 2011)

**a. Gestión en la etapa de Planificación o concepción**

Esta es la primera etapa en todo proyecto, también es conocida como diseño conceptual y es muy importante poder visualizar los objetivos del proyecto desde esta etapa.

Una restricción muy importante a tomar en cuenta desde el inicio es el costo del proyecto, y una aplicación del modelado de información de construcción perfecta para esta restricción es la de estimación de costos, lo que involucra tener una idea inicial de los sistemas a usar en el proyecto y de los proveedores de dichos sistemas. Las estimaciones generadas pueden ayudar al equipo de diseño a tener en cuenta sobre problemas desde esta etapa inicial. Otra aplicación muy importante

es la de modelamiento del lugar donde se realizará el proyecto (emplazamiento). Hay programas que ayudan a la visualización del proyecto, con ideas muy generales del cliente, teniendo en cuenta la distribución de espacios y modelos realistas que den una idea del proyecto final.

**b. *Gestión en la etapa de diseño***

En esta etapa, se debe entender que todos los sistemas del proyecto son diseñados intentando hacer uso de las herramientas de análisis mencionados en la etapa anterior y siendo consistente con los requerimientos de cada especialidad. Sin embargo, llegar a niveles de aceptación por parte de todos los involucrados es complicado sin un soporte adecuado para la discusión de estos problemas (Eastman et al., 2008). Es en este contexto en donde las sesiones ICE son muy útiles. Como ya fue mencionado, en estas sesiones los integrantes son los especialistas de cada sistema a desarrollar en el proyecto, los cuales discuten y debaten los temas que causan problema en el diseño del proyecto.

Este método logra diseños mucho más rápido y con una calidad bastante similar a los métodos tradicionales de diseño y a un precio menor (Chachere et al., 2009). Esto ocurre pues es una solución que involucra la participación de proyectistas, modeladores junto con herramientas de visualización y análisis que entran en un proceso social muy consistente que permite el diseño de un proyecto específico. (Chachere et al., 2009)

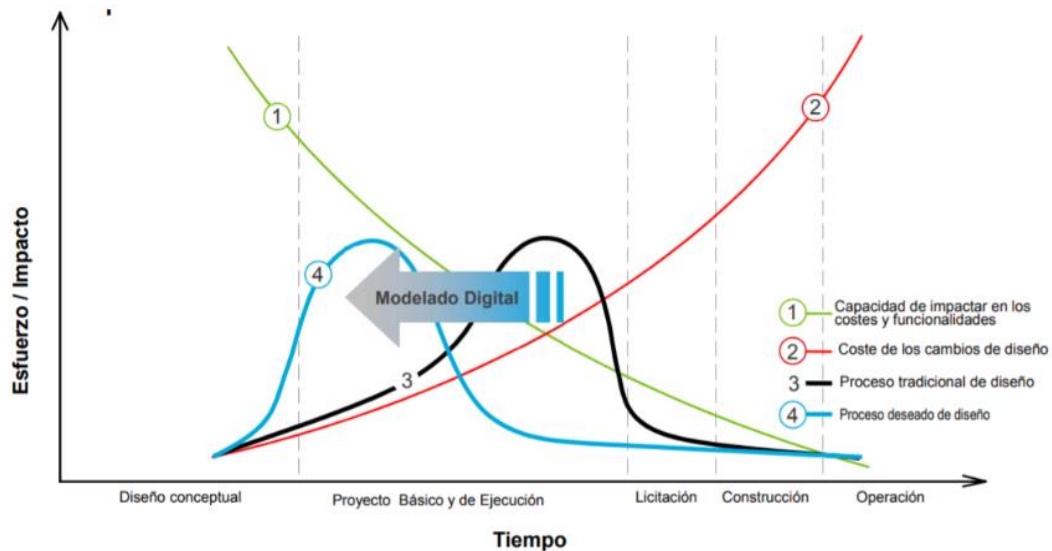
Así mismo este método se base en la reducción del tiempo de latencia para poder lograr mayor efectividad, latencia se define como el tiempo que se demora un sistema o encargado de sistema en resolver un problema o incompatibilidad del proyecto desde que se hizo el requerimiento de información (RFI, por sus siglas en inglés).

*c. Gestión en la etapa de construcción*

La etapa de construcción no debe verse como una fase aislada de la etapa de diseño, el proyecto debe ser integrado y visto como un sistema, entendiendo que un cambio en alguna de las etapas genera cambio en todo el proyecto. A esto se le suma que mientras con mayor anticipación sea llevado a cabo el cambio, mayor impacto tendrá este en el costo total del proyecto. Es función del cliente desarrollar su proyecto con la integración necesaria, teniendo en cuenta que no solamente es el producto, también debe tenerse en cuenta diseñar procesos para producirlo. Como queda demostrado en la figura 5, algún cambio llevado en la etapa de diseño tiene mayor impacto en el proyecto, sin embargo, los cambios son más frecuentes en la etapa de construcción y los cambios llevados a cabo en esta etapa cuestan más para el proyecto. Por ello que se debe gestionar adecuadamente la fase de la construcción y sobre todo, entender que diseño y construcción deben estar integrados adecuadamente (Eastman et al., 2008)

La gestión en esta etapa del proyecto incluye la realización de planos desde el modelado de información de construcción, tarea que usualmente lleva mucho tiempo cuando es realizada con los métodos tradicionales de dibujo como el CAD. Adicionalmente, las especificaciones deben ser desarrolladas con suficiente detalle para que en el momento de la construcción puedan ser seguidas sin ningún problema. (Eastman et al., 2008)

**Figura 5** Curva de esfuerzo del proceso constructivo (MACLEAMY)



Fuente: Extraído de Macleamy

**d. Gestión en la etapa de mantenimiento.**

Los clientes o propietarios que ven todo el ciclo de vida de los proyectos que realizan pueden usar los modelos de información de construcción para muchas labores. Las que agregan valor al proyecto, ya sea por darle más usos o de mejor forma o por evitar los retrabajos a los que se están acostumbrados los que gestionan la etapa de mantenimiento. Es necesario saber la cantidad de personas que usarán el proyecto a construir, con aplicaciones del modelado de información de construcción se pueden realizar modelos de ocupación de personas y tener una mejor idea de lo que se espera durante la etapa de uso y mantenimiento, con esto se puede tener preparado algunas actividades de mantenimiento del proyecto y contemplarlas mucho tiempo antes. Estas consideraciones, al igual que las antes mencionadas, son lideradas por el cliente y parte de él poder llegar a estos modelos y ahorrar la mayor cantidad de trabajo posible.

También es posible aplicar el modelado de información de construcción para la visualización o estimación de las condiciones del proyecto a través del tiempo, esta aplicación puede ser combinada con modelos GIS para saber las condiciones del terreno en cierto intervalo del tiempo

y con ello poder tomar mejores decisiones sobre los mantenimientos respectivos a largo plazo. Adicionalmente, hay programas que ayudan a detectar cambios energéticos durante las labores de mantenimiento o que ayudan a visualizar las consecuencias de realizar estas labores en el proyecto antes de realizarlas. (Eastman et al., 2008)

### ***1.3.1.2 Beneficios de adoptar el modelado de información de construcción***

Según el Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM Perú que fue publicado por el MEF (Ministerio de Economía y Finanzas, 2020), indica que el modelado de información de construcción cuenta con beneficios evidentes en cada fase del ciclo de inversión, desde la programación hasta el diseño y la construcción, así como las etapas de mantenimiento y operación, las cuales se resumen a continuación.

- Transparencia
- Eficiencia
- Calidad
- Optimización del diseño para un mejor rendimiento
- Integración de conjuntos de datos
- Digitalización y movilidad de la información
- Mejor participación de las partes interesadas y comunidad
- Integración de procesos
- Reducción de reprocesos y desperdicios de la construcción
- Diseño para fabricación y ensamblaje
- Mejoras en supervisión y control del avance de la ejecución de obra
- Beneficios medioambientales

Por otro lado, un ejemplo claro es el documento de la estrategia de la industria del sector construcción en el Reino Unido del 2012 (Government, 2012), donde indicó que el ahorro inicial estimado para ese sector en Reino Unido y sus clientes a través de la adopción generalizada del modelado de información de construcción, es de 2 mil millones al año (en moneda de libra esterlina) y, por lo tanto, es una herramienta importante para que el gobierno alcance su objetivo de ahorros del 15-20% en los costos de los proyectos de capital para el 2015.

### **1.3.2 Constructividad**

En el presente estudio se viene estudiando la constructividad como una de las variables principales para el desarrollo de la investigación, en la cual (Hernández Reátegui, 2018) define la constructividad como una herramienta de planificación de proyectos para verificar el desarrollo de la construcción desde el inicio hasta el final, durante la fase de diseño. Es decir, saber reconocer los obstáculos antes de que un proyecto sea ejecutado para disminuir o evitar errores, mayores plazos o sobrecostos.

A continuación, mostramos un breve extracto de los diferentes conceptos que se han venido dando a lo largo del tiempo la industria de la construcción sobre definiciones de la constructividad, así mismo los conceptos se relaciona con las dimensiones e indicadores de la investigación que se está desarrollando.

En 1,986 Instituto de la Construcción en la Industria (C.I.I), ha definido la Constructividad como: El uso óptimo del conocimiento y experiencia de construcción en la planificación, en el diseño, en las adquisiciones y en el manejo de las operaciones de construcción

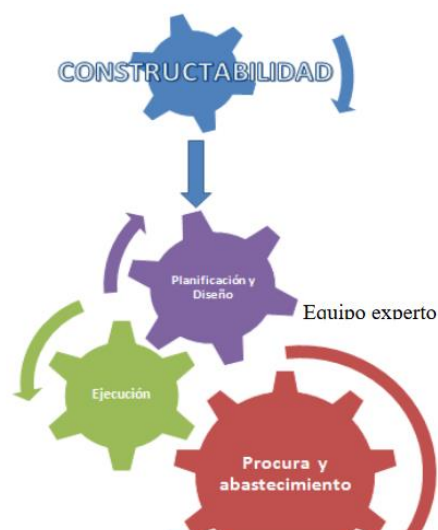
En el libro (Codelco, 2012) en unos de sus acápites define la constructividad como la utilización en cada una de las etapas del proyecto de la experiencia y conocimiento de un equipo de profesionales constituido a esto, con el fin de generarlas acciones tempranas que permitan capturar

durante la etapa de construcción los beneficios de ahorros de costos, reducción de plazos y/o mejoras en la calidad.

Según (Sahifa, 2019) considera que la constructividad es la participación activa de personal con experiencia y capacidad en la industria de la construcción como en todas sus actividades preliminares a un proyecto. Esto ayuda a optimizar la fase de ejecución al prever en la fase de diseño o procura los problemas que pueda presentarse en obra y así tomar medidas preventivas que permitan solucionar o reducir las interferencias e incompatibilidades de manera anticipada y ágil.

Es por esto que la constructividad se convierte en una práctica muy efectiva para lograr mejoramientos en la gestión de proyectos de construcción, siendo una práctica que captura los conocimientos operacionales, no sólo para aplicarlos en la etapa de la construcción, sino sobre las etapas más tempranas y de niveles estratégicos como es la planificación y diseño, donde los beneficios pueden tener alto impacto resumidos en la optimización de costos y tiempo, tal como se verifica en la Figura 6.

**Figura 6** Concepto de Constructividad



**Fuente:** Adoptado de (Espinoza & Pacheco, 2014)

Según (Piqueras, 2019) define la constructividad como el grado con el cual un proyecto facilita el la efectividad de los recursos para facilitar su construcción, satisfaciendo tanto los requerimientos del cliente como otros asociados al proyecto. Además, indica que se trata de un concepto directamente ligado a la fase del proyecto, y por tanto, depende fuertemente del equipo encargado del diseño.

Por otro lado, en el Libro de la Constructividad y Arquitectura indica que incorporar la constructividad para proyectos de construcción genera beneficios como tiempo, costo, calidad y seguridad, en los cuales los define como:

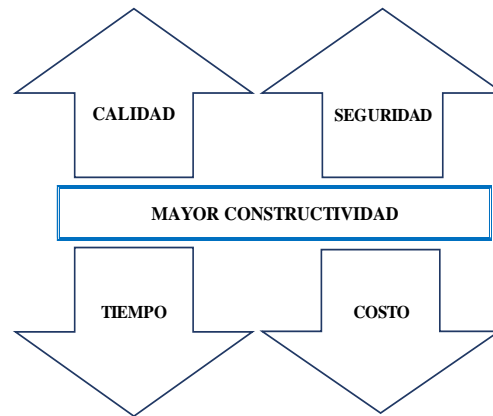
1. **Calidad:** Son los diseños con mejores grados de constructividad que permiten tareas más simples y fluidos, acelerando la curva de aprendizaje en el trabajo, además minimiza las tasas de errores y riesgos técnicos controlando el alcance de los tiempos y reduciendo indirectamente el número de problemas después de la construcción.
2. **Tiempo:** Los diseños con mejor grado de constructividad permite realizar tareas más rápidas, reduciendo el tiempo general en la construcción indirectamente, esto tiene un efecto positivo en las horas de trabajo del conjunto de todo el equipo del proyecto al reducir el número de consultas en la ejecución obra y así la atención de reclamos por trabajos defectuosos.
3. **Costos:** En un primer momento, mayor grado de constructividad tienen un elevado costo pues se requiere equipos, diseñadores, materiales adecuados y sistemas de construcción, así mismo, al analizar el ciclo de vida del proyecto, los costos totales disminuyen severamente. Ante estos problemas, plantean soluciones de diseño más simples que implican ahorro por repetición de tareas mal ejecutadas o no conformidades, optimización de materiales, menor necesidad de supervisión y menor cantidad de desperdicios. A largo



plazo, los costos de mantenimiento y/o reparación del edificio también decrecen, lo que representa ahorro para el cliente y para el constructor.

4. **Seguridad:** Las actividades más simples significan menos riesgos para los trabajadores y maquinarias, lo que aumenta el nivel de seguridad en el trabajo.

**Figura 7 Beneficios de mayor constructividad en los diseños**



**Fuente:** Adoptado de (Vergara & Jarpa, 2010, p. 17)

Por otro lado, la revista (Contratistas, 2020) se refiere a tener en cuenta, en el diseño, los procesos constructivos o de fabricación de elementos, para optimizar el costo de construcción, debido a que, si elegimos elementos estandarizados en la industria, tendrán una mejor calidad y menor costo.

**Figura 8 Capacidad de Influir de en el Costo Durante el Proceso Proyecto-Construcción**



**Fuente:** Adoptado de (Serpell, 2002)

### 1.3.3 Indicador de desempeño (KPI)

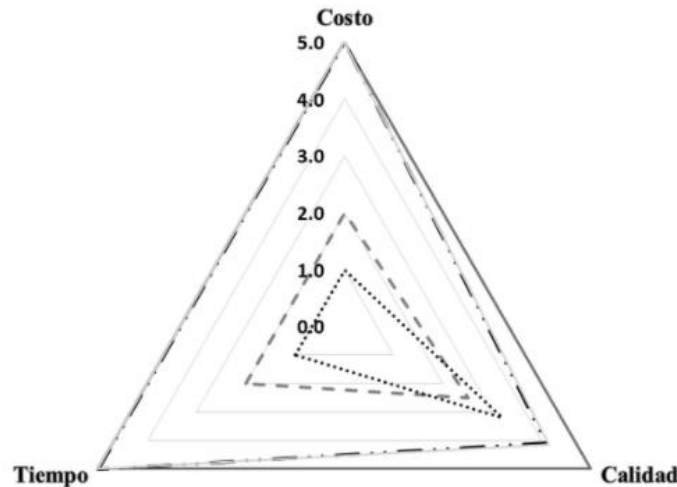
En la presente investigación se viene desarrollando el objetivo de la efectividad para medir la cuantificación de metrados a través del Indicadores Clave de Desempeño (KPI, por sus siglas en inglés), en la cual (Roncancio, 2018) define el indicador de gestión o indicador de desempeño como una forma de medir, si una organización, unidad, proyecto o persona está logrando sus metas y objetivos estratégicos.

Por otro lado, menciona que las organizaciones utilizan indicadores de gestión en múltiples niveles para evaluar su éxito al alcanzar las metas. Los indicadores de gestión de alto nivel pueden enfocarse en el desempeño general de la empresa, mientras que los KPI de bajo nivel pueden enfocarse en los procesos.

Para el desarrollo de la investigación de (Medina Chocetoy et al., 2020) en la cual determinó la efectividad, mediante la evaluación de los indicadores clave de desempeño (KPI) siendo estos la calidad, costo y tiempo, donde considera que lo utilizó debido al alto impacto que implican en las obras, de las cuales le resultó importante el uso de estos para comprender como la implementación de la metodología del modelado de información de construcción tiene relación con los resultados que ha obtenido en su investigación.

Así mismo se menciona que utilizo el triángulo de Benchmarking el cual mide el costo, tiempo y calidad, las cuales son los indicadores de desempeño (KPI).

**Figura 9** Triángulo de Benchmarking de la Cuantificación de Metrados



Fuente: Adoptado de (Medina et, 2020)

### **1.3.4 Gestión de Proyectos-Riesgos, PMI-PMBOK**

En el presente estudio se toma como referencia la gestión de proyectos-riegos y el PMI, ya que para reconocer la interferencia del proyecto mediana complejidad en el cual se viene desarrollando, fue imprescindible recurrir a estos conceptos.

Primeramente, debemos indicar que existen diferentes estándares internacionales, como se describe en el acápite posterior.

#### **1.3.4.1 Estándares Internacionales de La Gestión De Riesgo**

En el campo de la gestión o administración del riesgo existen varios estándares internacionales que sirven de referencia para la dirección de proyectos de construcción. Dichos estándares internacionales han sido desarrollados por sistemas de certificación como: ISO, PMI, IPMA, AIPM, IRM, etc. Todos ellos tienen un fin común, que es alcanzar el éxito de los proyectos que están llevando a cabo.

En Estados Unidos, el Institute Project Management (PMI) desarrolló el Project Management Body of knowledge, Guía PMBOK que es reconocido como un estándar ANSI (American National

Standards Institute) para la dirección de proyectos. El cual contiene una descripción general de los fundamentos para la Gestión de Proyectos, reconocidos como buenas prácticas para lograr un gerenciamiento eficaz y eficiente del proyecto. En la actualidad el PMBOK se encuentra en la sexta edición.

Considerando la carencia de estudios nacionales en este campo, y el hecho que en el ámbito internacional la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK es uno de los más reconocidos, se adoptará dicho estándar como una guía aplicable para el objetivo de la investigación en el cual se viene desarrollando. Empezaremos dando una serie de conceptos para comprender que es el riesgo, la clasificación de riesgos en proyectos y la gestión de riesgo.

#### ***1.3.4.2 Definición de Riesgo***

Para el (PMI (Guía del PMBOK), 2017) El Riesgo es un evento o condición incierta que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos de un proyecto.

Con referencia a su definición en el ámbito de la construcción, acogemos aquella adoptada por los Estándares de Construcción Británicos riesgo como el efecto combinado de la probabilidad de ocurrencia de un evento no deseado y la magnitud del evento.

Por otro lado (Rodríguez Fernández, 2007) menciona a los riesgos relacionados con la realización o terminación de las obras, hacen referencia a los riesgos relacionados con la no realización, terminación, o retraso en la finalización de las obras. Dentro de este grupo mencionan: la no terminación de las obras, Retrasos en la construcción o un sobre costo de la mismas, otros.

(ISO 31000, 2010) define al riesgo como el efecto de la incertidumbre sobre la consecución de los objetivos, introduciendo así mismo ciertos matices:

- Un efecto es una desviación positiva y/o negativa sobre lo previsto.

- Con frecuencia el riesgo se refiere a efectos potenciales a sus consecuencias o a una combinación de ambos.
- Con frecuencia el riesgo se expresa como una combinación del impacto de un suceso y de probabilidad de ocurrencia.

#### ***1.3.4.3 Clasificación De Riesgos en Proyectos de Edificaciones***

La literatura existente posee diferentes enfoques respecto de los tipos de riesgos que afectan a los proyectos de edificación; algunos se relacionan con el entorno, otros con la fuente del riesgo, también otras clasificaciones que se encuentran vinculadas con las etapas en que se presenta el riesgo. Las formas de clasificación son múltiples y no se limitan a las mencionadas anteriormente. Según el (PMI (Guía del PMBOK), 2017), las categorías de riesgo se clasifican como:

- Riesgos Técnicos
- Riesgo de Gestión
- Riesgo Comercial
- Riesgos Externos

#### ***1.3.4.4 Gestión de Riesgos***

La Gestión de Riesgos del Proyecto contienen los procesos de la planificación de gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto.

(PMI, 2013) el objetivo de la gestión de los riesgos es aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el proyecto.

Por otro lado (OSCE, 2017), menciona que el enfoque integral de la gestión de riesgos debe contemplar, por lo menos, los siguientes procesos:

**Figura 10** Gestión de Procesos Mínimos a Considerar



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Adoptado de (OSCE, 2017)

**a. Identificar Riesgo**

Según menciona la OSCE, durante la elaboración del expediente técnico se deben identificar los riesgos previsible que puedan ocurrir durante la ejecución de la obra, entre ellas menciona algunos riesgos que pueden ser identificados al elaborar el expediente técnico, a continuación, se mencionara algunas que pueden influir en la presente investigación.

- Riesgo de errores o deficiencias en el diseño que repercutan en el costo o la calidad de la infraestructura, nivel de servicio y/o puedan provocar retrasos en la ejecución de la obra.
- Riesgo de construcción que generan sobrecostos y/o sobre plazos durante el periodo de construcción, los cuales se pueden originar por diferentes causas que abarcan aspectos técnicos, ambientales o regulatorios y decisiones adoptadas por las partes.
- Riesgo de interferencias/servicios afectados que se traduce en la posibilidad de sobrecostos y/o sobre plazos de construcción por una deficiente identificación y cuantificación de las interferencias o servicios afectados.

**b. Analizar Riesgo**

En este proceso según menciona la (OSCE, 2017) se debe realizar un análisis cualitativo de los riesgos identificados para valorar su probabilidad de ocurrencia e impacto en la ejecución de la obra.

Para la presente investigación se utilizará la Guía PMBOK, según la Matriz de Probabilidad e Impacto.

**Tabla 9** Matriz de Probabilidad e Impacto

<b>1. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA</b>	<b>Muy Alta</b>	<b>0.90</b>	0.045	0.090	0.180	0.360	0.720
	<b>Alta</b>	<b>0.70</b>	0.035	0.070	0.140	0.280	0.560
	<b>Moderada</b>	<b>0.50</b>	0.025	0.050	0.100	0.200	0.400
	<b>Baja</b>	<b>0.30</b>	0.015	0.030	0.060	0.120	0.240
	<b>Muy Baja</b>	<b>0.10</b>	0.005	0.010	0.020	0.040	0.080
<b>2. IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA</b>			<b>0.05</b>	<b>0.10</b>	<b>0.20</b>	<b>0.40</b>	<b>0.80</b>
			<b>Muy Bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Moderado</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy Alto</b>

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** (PMI (Guía del PMBOK), 2017)

### **c. Planificar la Respuesta del Riesgo**

Según la (OSCE, 2017) en este proceso se determinan las acciones o planes de intervención a seguir para evitar, mitigar, transferir o aceptar todos los riesgos identificados.

### **d. Asignar el riesgo**

Teniendo en cuenta qué parte está en mejor capacidad para administrar el riesgo, la Entidad debe asignar cada riesgo a la parte que considere pertinente. (OSCE, 2017)

## **1.3.5 Complejidad de Proyectos**

En la presente investigación se viene estudiando el proyecto de mediana complejidad como una de las variables principales para el desarrollo de la investigación, en el cual tomaremos como referencia el Anexo 10 publicado por el Ministerio de Economía y Finanzas, para la medición de la complejidad del proyecto, lo cual se tuvo como resultado una complejidad media, por lo que a continuación se definirá el criterio utilizado y conceptos relacionados.

La complejidad en los proyectos según (De los Rios Carmenado et al., 2014) indica que se encuentra influenciada, no sólo por procesos racionales y técnicos, sino que cada vez más afectan los aspectos sociales (intereses, conductas, opiniones y comportamientos) de las personas implicadas que provienen de los distintos ámbitos públicos y privados.

Por otro lado (Dombkins, 2008) indica que la dirección de proyectos complejos fue desarrollada específicamente para abordar aspectos de la incertidumbre y el caos, utilizando herramientas que son construidas sobre una amplia gama de disciplinas relacionadas con la complejidad.

Además, en el material que fue publicado MEF define el nivel de complejidad de un proyecto de inversión en función a:

- El nivel de riesgo o incertidumbre de los resultados del proyecto.
- El valor o magnitud del monto estimado de la inversión del proyecto.

Así mismo se tomó como referencia el procedimiento del anexo 10, para la determinación de la complejidad, el primer criterio que es el nivel riesgo o incertidumbre de los resultados del proyecto son clasificados en tres categorías las cuales son: Riesgo Bajo, Medio y Alto tal como se muestra en la tabla 10.

**Tabla 10** Clasificación del Proyecto Según el Nivel de Riesgo

Puntaje total acumulado en el test	Nivel de riesgo
[0 – 4.5]	Bajo Riesgo
[5.0 – 8.5]	Medio Riesgo
[9.0 – 13.0]	Alto Riesgo

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Invierte.pe

El segundo criterio es el valor o magnitud del monto de inversión de un proyecto la cual lo clasifican en tres categorías: Valor bajo, medio y alto, tal como se muestra en la siguiente tabla.



**Tabla 11** Clasificación del Valor o Magnitud del Monto de Inversión Estimado del Proyecto de Inversión

Rango de montos de inversión estimado del proyecto	Clasificación del nivel de riesgo
Menor o igual a 15 mil UIT	Valor bajo
Mayor a 15 mil UIT y menor a 407 mil UIT	Valor medio
Mayor o igual a 407 mil UIT	Valor alto

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Ministerio de economía y Finanzas

### 1.3.6 Ciclo de vida de un Proyecto de Edificación

En el presente estudio se toma como referencia al sistema de inversión porque nos encontramos en el ciclo de ejecución, en el cual se viene desarrollando el diseño y evaluación de acuerdo a los estándares de del modelado de información de construcción Management, proyecto por el cual se viene adaptando los criterios y análisis en cuanto a este sistema que nos da la complejidad, por lo que a continuación se definirá los conceptos en las cuales se subdivide en 4 fases como son:

1. **Programación Multianual de Inversiones (PMI):** Se define indicadores de brechas y se desarrolla la programación multianual. Además, se establece la cartera de proyectos y se realiza la consolidación en el Programa Multianual de Inversiones del Estado (PMIE).
2. **Formulación y Evaluación:** En esta etapa completan las fichas técnicas o se desarrollan estudios de pre inversión, según corresponda. También se realiza la evaluación y registro de cada proyecto en el Banco de Inversiones.
3. **Ejecución:** se trabaja en la elaboración del expediente técnico y ejecución del proyecto. Además, se desarrollan labores de seguimiento físico y financiero a través del Sistema de Seguimiento de Inversiones (SSI).

4. **Funcionamiento:** se realiza el reporte del estado de los activos. Así también, se programa el gasto para fines de operación y mantenimiento, y finalmente, ocurre la evaluación expost de los proyectos de inversión.

*Figura 11 Ciclo de Vida de un Proyecto*



**Fuente:** Adoptado del Invierte.pe

### 1.3.7 Sistema de Contratación de un Proyecto

En la presente investigación se toma como referencia el artículo 35 de la ley de contrataciones del estado ya que el sistema de contratación del proyecto en estudio es a suma alzada, proyecto por el cual se viene adaptando los criterios y análisis en cuanto a este sistema, por lo que a continuación se definirá los conceptos (en adelante definiciones del reglamento):

1. **Suma Alzada:** Es aplicable cuando las cantidades, magnitudes y calidades de la prestación estén totalmente definidas en los planos y especificaciones técnicas respectivas. (OSCE, 2019).

2. **Precios unitarios:** Este sistema es aplicable cuando la naturaleza de la prestación no permita conocer con exactitud o precisión las cantidades o magnitudes requeridas. (OSCE, 2019)
3. **Esquema mixto:** Este sistema se elegirá si en el expediente técnico uno o varios componentes técnicos corresponden a magnitudes y cantidades no definidas con precisión y otros componentes cuyas cantidades y magnitudes están totalmente definidas en el expediente técnico. (OSCE, 2019)

## 1.4 Formulación del problema

### 1.4.1 Problema General

¿Cuál será la constructividad holística de la información de proyectos de mediana complejidad según el rendimiento, efectividad y costos en la Municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna?

### 1.4.2 Problema específico

- ¿Cuál será el rendimiento en la producción en los planos y metrados de las especialidades en el proyecto de mediana complejidad con el uso del método tradicional frente al modelamiento en la Municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna?
- ¿Cuál será la efectividad en la cuantificación de metrados generados en los proyectos de mediana complejidad mediante el modelado de la Municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna?
- ¿Cuál será la incidencia de la aplicación de la metodología del modelado de información de construcción en el proyecto de mediana complejidad frente al costo de las colisiones de la municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna?

## 1.5 Objetivo

### 1.5.1 Objetivo general

Analizar la constructividad holística de los proyectos de mediana complejidad según los rendimiento, efectividad y costos de la Municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna.

### 1.5.2 Objetivos específicos

- Comparar el rendimiento de la producción en los planos y metrados de las especialidades en proyectos de mediana complejidad con el uso del método tradicional frente al modelamiento de la Municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna.
- Determinar la efectividad en la cuantificación de metrados generados en el proyecto de mediana complejidad mediante el modelado de la municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna.
- Establecer la incidencia de la aplicación de la metodología del modelado de información de construcción en proyectos de mediana complejidad frente al costo de las colisiones de la Municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna.

## 1.6 Hipótesis

### 1.6.1 Hipótesis general

Aplicando las herramientas del modelado de información de construcción optimizara el mejoramiento de la constructividad en proyectos de mediana complejidad en la Municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna.

### 1.6.2 Hipótesis específicas

- Usando el modelamiento se obtendrá un óptimo rendimiento frente a métodos tradicionales, en la producción de planos y metrados de la especialidad de estructuras.

- Usando el modelamiento se tendrá una mejor efectividad en los metrados frente al método tradicional, pues se requerirá de menos recursos en cuanto a la cuantificación en la realización de metrados.
- La incidencia de la aplicación de la metodología del modelado de información de construcción en el costo de las colisiones constructivas es menor al 6% del costo de la construcción de la Municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna.

## CAPÍTULO II. METODOLOGIA

### 2.1 Metodología de Investigación

#### 2.1.1 Tipo de investigación

Como indica (Hernández Sampieri, 2014, p. 129) Según el propósito de estudio se sitúa dentro de una investigación experimental, ya que se manipula de manera intencional la variable independiente y se observa el efecto de esta manipulación sobre la variable dependiente tal como sostiene. Así mismo (Maletta, 2009, p. 158) adiciona que los cambios registrados en las variables dependientes se deben exclusivamente a las variables elegidas como variables independientes (salvo pequeñas variaciones aleatorias debidas a factores no controlados).

Y: Constructividad (Independiente)

X: Proyectos de mediana complejidad (Dependiente)

Mostradas las variables dependientes e independientes estas se manipularán tal que la variabilidad de la constructividad (costo, tiempo, calidad) se obtenga incidencias, rendimiento y efectividad entre variables en función a los proyectos de mediana complejidad.

#### 2.1.2 Enfoque de investigación

El enfoque utilizado para la presente pesquisa fue cuantitativo ya que los datos obtenidos se midieron y analizaron, teniendo como resultado, métricas de datos numéricos; los datos tratados pretenden generar información cuantitativa en base a la data trata de los proyectos de mediana complejidad, esta idea es sostenida por (Hernández Sampieri, 2014, p. 4) según indica que las investigaciones con un enfoque cuantitativo utilizan la recopilación de datos para probar hipótesis, basadas en mediciones numéricas y análisis estadístico.

En paralelo (Maletta, 2009, p. 167) apoya el presente enfoque cuantitativo tratando al uso de datos más precisos, más sistemáticos, más rigurosos, o a la aplicación de teorías y modelos más formalizados. Pero a menudo se trata simplemente de una formalidad puramente artificial y de una precisión numérica inexistente.

### **2.1.3 Alcance de investigación**

El nivel de investigación es correlacional ya que se llega a asociar 2 conceptos esenciales como la constructividad y los proyectos de mediana complejidad en función a los objetivos planteados así mismo se medirán las variables y su relación en términos estadísticos, este alcance también conlleva a la descripción y exploración de fenómenos lo cual específica y define un conocimiento de inductivo. (Salkind Neil .J, 1998, p. 10) apoya este pensamiento definiendo que la investigación correlacional tiene como propósito mostrar o examinar la relación entre variables o resultados de variables, uno de los puntos importantes respecto a la investigación correlacional es examinar relaciones entre variables o sus resultados.

El alcance que se pretende llegar a obtener es interpretar los fenómenos obtenidos en base a la inducción de la base de datos y poder inferir explicaciones de los resultados obtenidos.

## **2.2 Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)**

### **2.2.1 Población**

Para la investigación se delimita por una población que abarca a los proyectos de infraestructura clasificados de acuerdo a su mediana complejidad según el marco del sistema nacional de programación multianual de inversiones, ejecutados por el gobierno regional de Tacna-sede central en el año 2020, como se indica en la tabla 12.

Según menciona (Hernández Sampieri, 2014, p. 217), una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones.

**Tabla 12** *Proyectos del gobierno regional de Tacna - Sede central en el año 2020*

N°	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	MONTO DE INVERSIÓN	PLAZO DE EJECUCION	ESTADO DE LA OBRA	AVANCE FISICO
		(S/.)	(días)		(%)
1	Infraestructura para mejoramiento y ampliación de los laboratorios de Faen De La Unjbg.	3,130,045.21	216	Finalizada	99.57
2	Mejoramiento, ampliación de la infraestructura educativa de la escuela académico profesional de educación en la Fech de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Tacna	8,519,079.57	316	Finalizada	98.4
3	Infraestructura académica de la E.A.P. medicina veterinaria y zootecnia de la facultad de ciencias agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna.	8,379,701.63	284	Finalizada	100
4	Mejoramiento, ampliación de la infraestructura académico de la EAP. de ingeniería pesquera de la facultad de ciencias Agropecuarias de La Unjbg de Tacna.	6,349,530.59	280	Finalizada	100
5	Mejoramiento de la infraestructura del centro de servicios al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.	16,797,227.00	419	Finalizada	99.4
6	Mejoramiento de la infraestructura de bienestar universitario en salud para la comunidad universitaria de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann De Tacna.	2,666,650.62	416	Ejecución	61.74
7	Mejoramiento de la infraestructura académica de pre grado de la E.P. de artes-Fiag de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann De Tacna.	8,664,200.42	536	Ejecución	14.62
8	Mejoramiento de la infraestructura de salud en el centro de salud metropolitano en el distrito de Tacna, Provincia Tacna, Región Tacna.	8,896,393.59	505	Ejecución	99.74
9	Mejoramiento de la infraestructura de educación en la I.E. Champagnat en el distrito de Tacna, Provincia de Tacna - Tacna	28,916,813.33	365	Ejecución	4.46

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Recuperado INFRAOBRAS.

### 2.2.2 Muestra

Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización, tal cual sostiene (Hernández Sampieri, 2014, p. 189).



Para esta investigación la selección de la muestra se realizó empleando un muestreo no probabilístico el cual se consideró en base al universo de la población seleccionado de manera no probabilística, así mismo se tuvo en consideración la complejidad del proyecto, el monto de aprobación del proyecto, el plazo de ejecución y el avance físico y el estado de obra finalizada por el gobierno regional de Tacna el gobierno regional de Tacna- sede central durante el año 2020, de lo cual se considera que la muestra a analizar viene ser representativa frente al universo delimitado. Por lo que, se consideró el proyecto del ítem 5 denominado "Mejoramiento de la infraestructura del centro de servicios al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna" que está constituida por una edificación la cual consta de un sótano, 3 pisos y una azotea ubicada en el Distrito y Provincia de Tacna para realizar el modelado en 3D en todas sus especialidades (arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias y eléctricas).

### **2.2.3 Método**

El método de investigación de la presente tesis es hipotético-deductivo, En este método, las hipótesis son los puntos de partida para futuras deducciones. Se parte de unas hipótesis inferidas de principios o leyes o sugeridas por datos empíricos, y aplicación de reglas de deducción, llegamos a pronósticos que están sujetos a verificación empírica, y si hay correspondencia con los hechos, se verifica o no la hipótesis inicial. Incluso cuando la hipótesis conduce a predicciones empíricas contradictorias, las conclusiones que se derivan son muy importantes, ya que esto demuestra la inconsistencia lógica la hipótesis de partida (Jiménez & Alipio, 2017).

### **2.3 Técnica e instrumentos de recolección y análisis de datos**

(Arias, 2012, p. 67) Plantea que una vez operacionalizadas las variables y definidos los indicadores, es el momento de seleccionar las técnicas e instrumentos de recolección de datos

relevantes para verificar las hipótesis o responder a las preguntas planteadas. Todo en correspondencia con el problema, los objetivos y el diseño de la investigación.

Las técnicas e instrumentos que se utilizarán para el análisis de la información y la recolección de datos están directamente vinculados a los objetivos de la investigación, que buscan dar respuesta al problema planteado.

### **2.3.1 Instrumentos**

Para el desarrollo de esta investigación se utilizará como principal instrumento el Modelado de información de construcción que se realizará en todas las especialidades, y el cual será validado a través de expertos.

Así mismo el alcance para el análisis y obtención de resultados se basa partiendo de softwares para el modelado de información en la construcción, procesamientos con paquetes estadísticos, el uso de filosofías de gestión “Project Management Institute” así como base legal referente al Reglamento de Contrataciones del Estado Peruano.

Los instrumentos de recolección de datos se definen como aquellos que pueden presentarse como un recurso para el almacenamiento de información, un dispositivo o registro (digital o físico), a través del cual se pueden almacenar, escribir cualquier información. considerado relevante para la investigación. (Arias, 2012, p. 68).

#### **2.3.1.1 Validez**

En la presente investigación la validez del instrumento se obtuvo bajo el criterio de juicios de expertos (3 especialistas como mínimo). Según este contexto el coeficiente de validez se determinará mediante los 3 expertos.

La elección de 3 jueces se da en base a lo que viene indicando (Bolívar, 2002, p. 4) que es necesario dos jueces o expertos, por lo menos, a los fines de juzgar, de manera independiente, la “bondad”

de los ítems del instrumento, en términos de la relevancia o congruencia de los reactivos con el universo de contenido, la claridad en la redacción y la tendenciosidad o sesgo en la formulación de los ítems.

De acuerdo a (Hernández Sampieri, 2014) la validez es el grado de aceptación respecto a la medición que realiza un instrumento de recolección de información respecto a su variable de análisis.

## **2.4 Procedimiento Recolección de Información**

Para obtener la información, se envió una solicitud a la empresa pertinente, con lo cual cuenta con su equipo de profesionales, así mismo es el encargado de la ejecución la obra escogida para nuestro estudio, así mismo se le solicitó el metrado Base, las Cartas sobre Adicionales (Si es que hubiese), las Especificaciones Técnicas, y los Planos de las especialidades de Estructuras, Arquitectura, Instalaciones Sanitarias e Instalaciones Eléctricas, en el anexo se verifica la solicitud para la adquisición de la información en mención.

### **2.4.1 Revisión de Información**

Una vez recolectada la información, se procede a la revisión de los documentos solicitados, tales como las Especificaciones Técnicas, Metrado y principalmente los planos 2D realizados en AutoCAD para el posterior modelamiento según las especialidades a las que pertenezcan.

Según los planos y demás documentos del proyecto, se reconoció las especialidades de Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Eléctricas e Instalaciones Sanitarias. Teniendo la información contractual que presenta el proyecto, se procedió a realizar el modelamiento 3D de cada una de las especialidades.

### **2.4.2 Procesamiento de Información**

Una vez recolectada y revisada la información, se han establecido los criterios y la metodología para elaborar las fichas comparativas en base a la variación del metrado, tiempo, rendimiento y las fichas del costo de las interferencias. Se procedió a la confección de una hoja de cálculo desarrollado en Excel donde se diseñó el formato por cada objetivo a analizar.

Se procede a realizó el modelamiento de todo el proyecto en estudio poder calcular modelamiento 3D, las planillas de metrados y cuadro de interferencias.

### **2.4.3 Modelado de Información de Construcción**

Para trabajar de manera idónea en con la herramienta Revit según (Paredes, 2015), hay 4 criterios que se deben tener en cuenta:

- Modelar de acuerdo al proceso constructivo
- Respetar las restricciones del programa, y evaluar todos los errores por temas de desencajamientos, compatibilidad o sobrepuestos, ya que al ser paramétrico si tenemos esto, esto se verá reflejado en el cuadro de metrados propio del programa.
- Partir de los niveles del proyecto, ya que todos los elementos del programa estarán vinculados a ellos, y si no los definimos con antelación, posteriori se tornará complicado.
- Crear todas las familias de elementos según las especificaciones técnicas, para luego solo proceder a la colocación de estos.

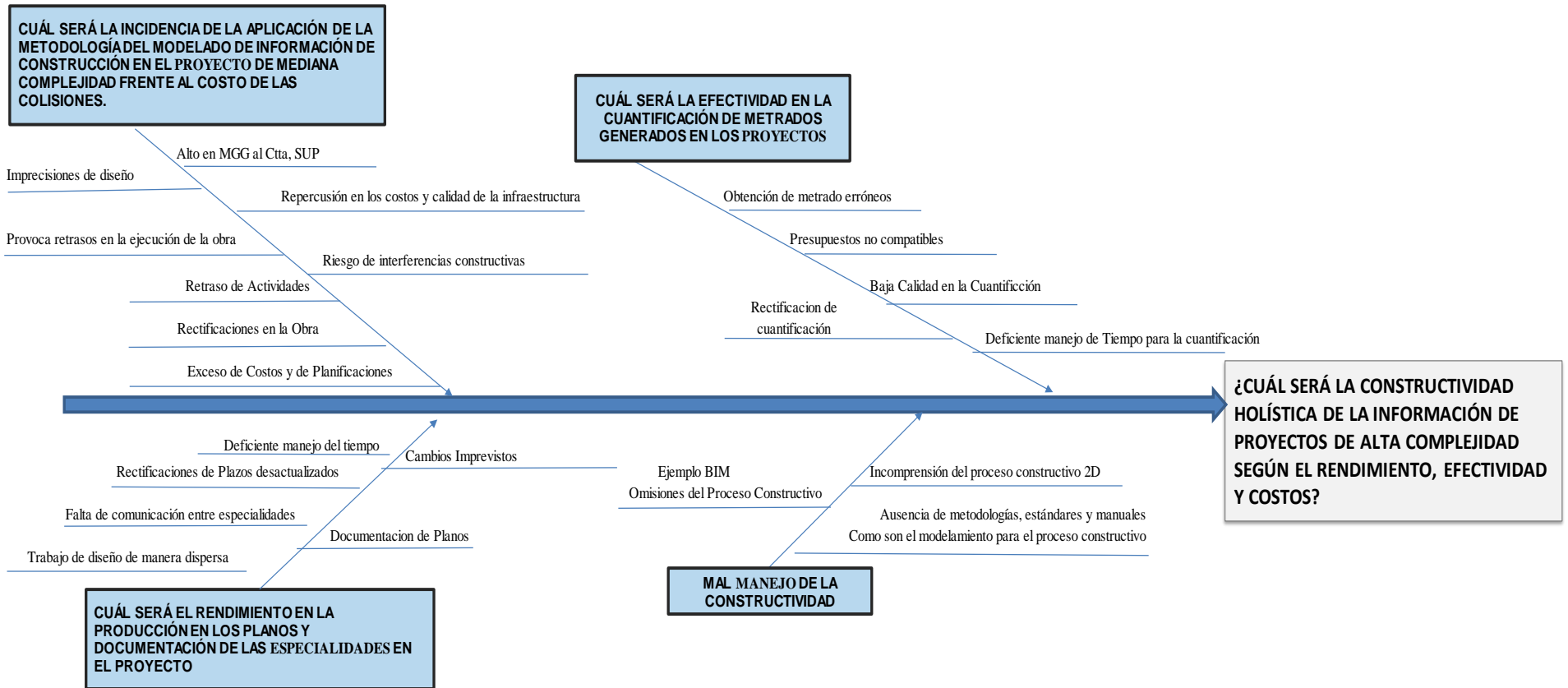
## **2.5 Delimitación**

La investigación conlleva a una delimitación en la cual se consideró aspectos que enfocan a la investigación para el cumplimiento de los objetivos planteados, así mismo estas delimitaciones son discriminadas por efecto externos al objetivo de investigación lo cual son:

- Los análisis basados en interferencias se realizan en base a tiempo, calidad y costo, para esto el análisis temporal es en consideración basándose al reglamento de contratación peruana
- El universo de investigación corresponde a proyectos de sumaalzada.
- Para el análisis de métricas de costo, calidad y tiempo se excluye el tema de seguridad, con fines de determinar la constructividad.

## 2.6 Ishikawa

Figura 12 Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Espina de Pescado

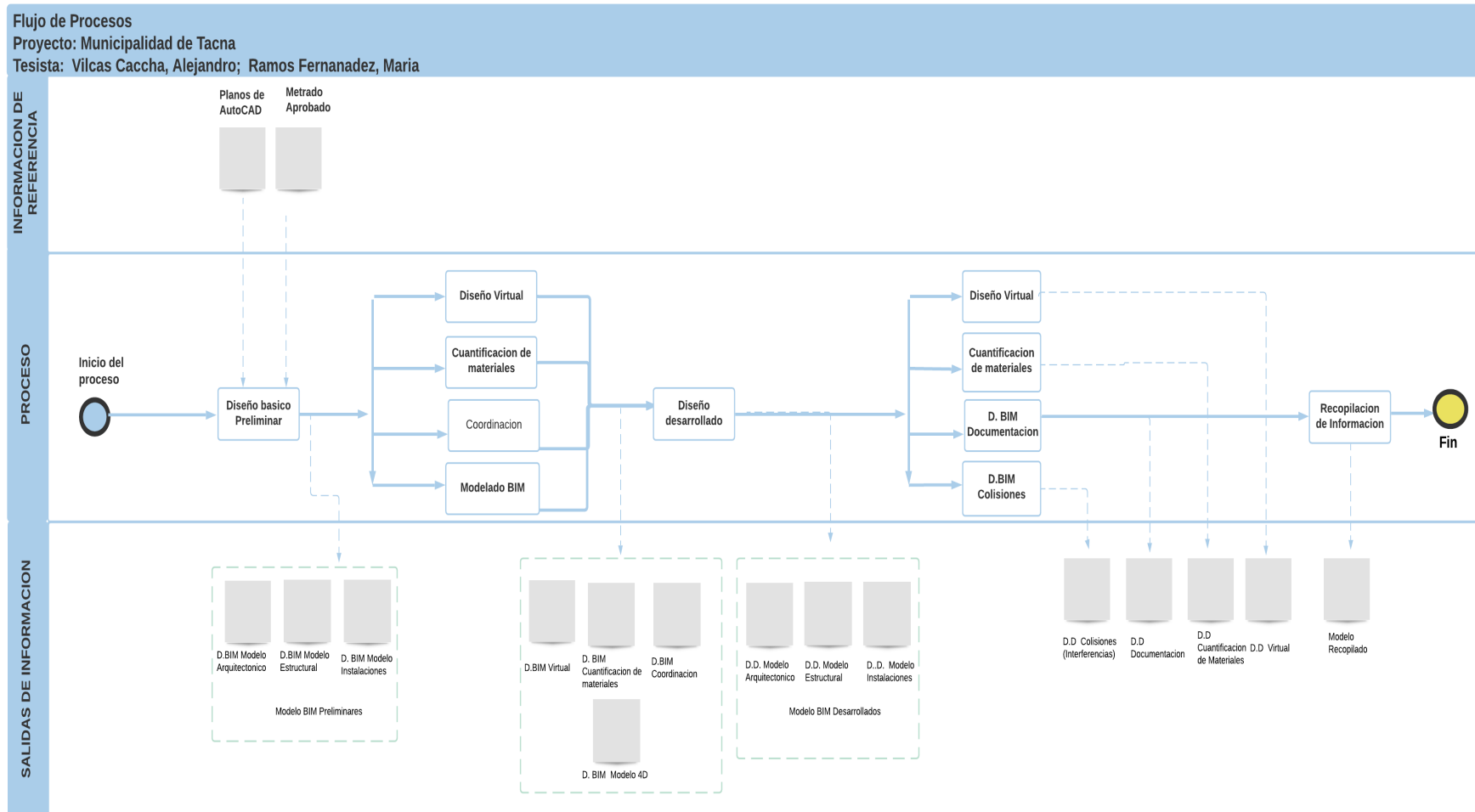


Elaboración: Autoría Propia

## 2.7 Flujo de Proceso

### a. Flujo de Proceso del Modelado

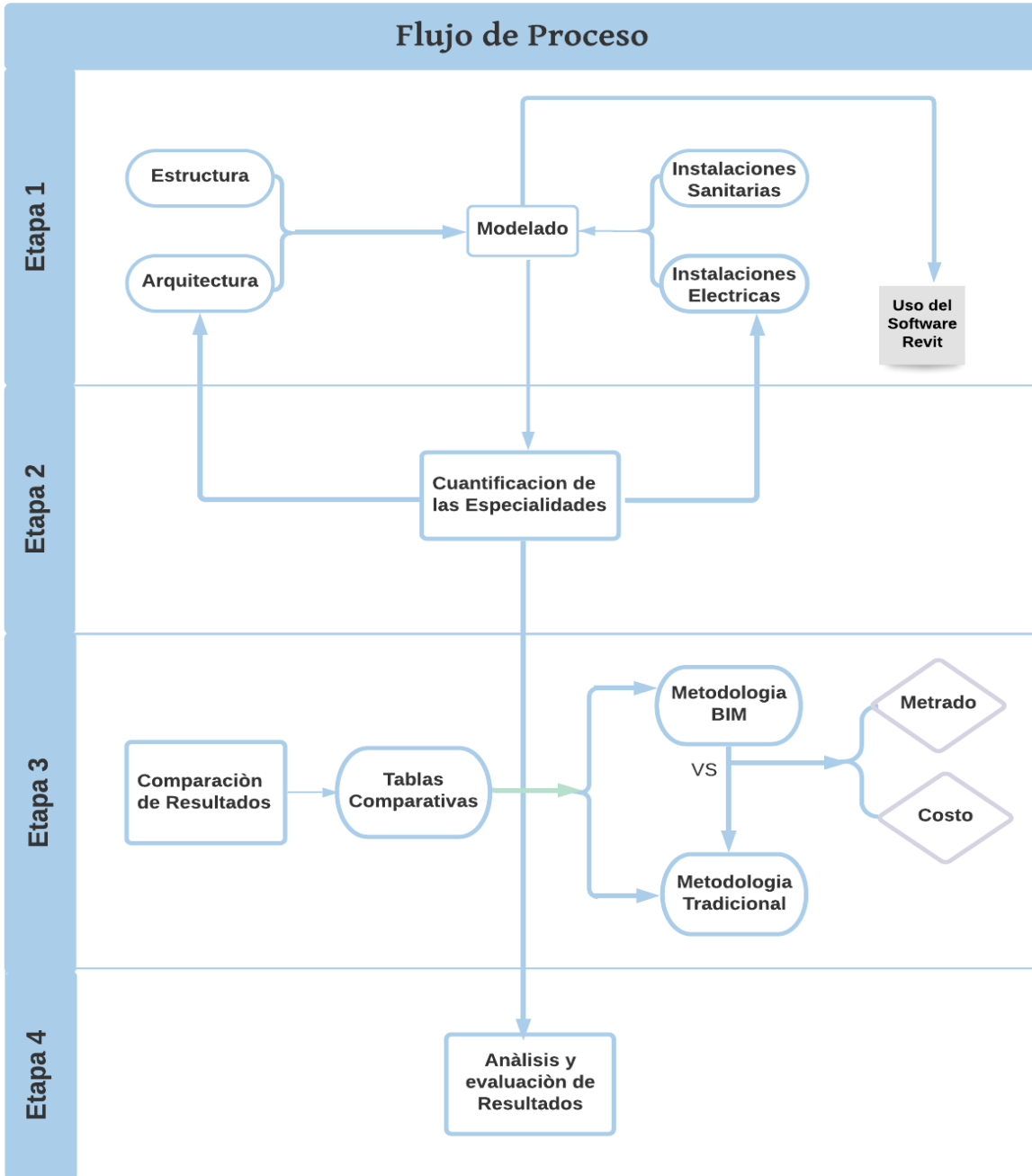
Figura 13 Flujo de proceso del Modelado de Información en la construcción.



Elaboración: Autoría Propia

b. Flujo de Proceso del Objetivo N°01

Figura 14 Flujo de proceso del Rendimiento de la Infraestructura de Distrito y Provincia de Tacna

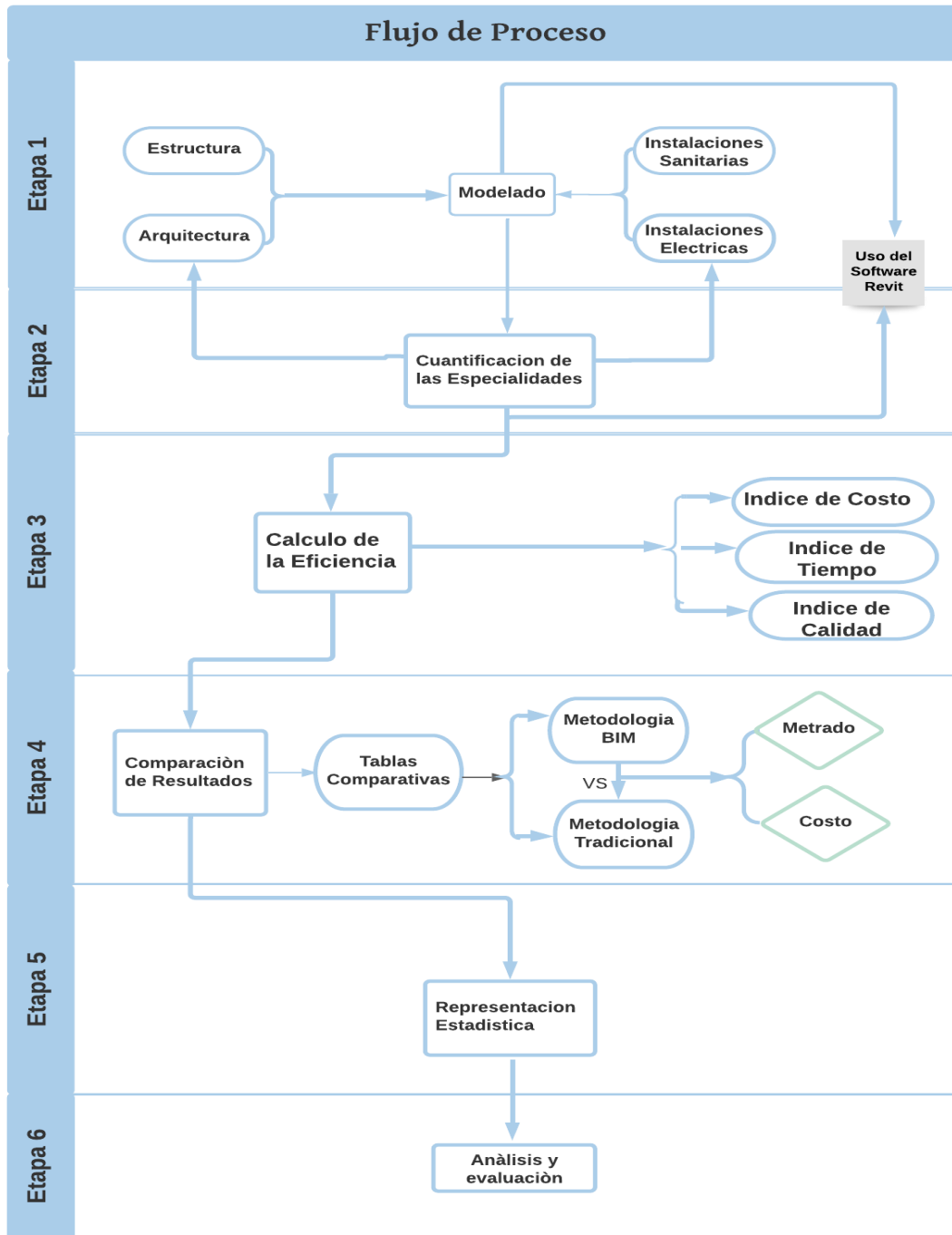


Elaboración: Autoría Propia



**c. Flujo de Proceso del Objetivo N°02**

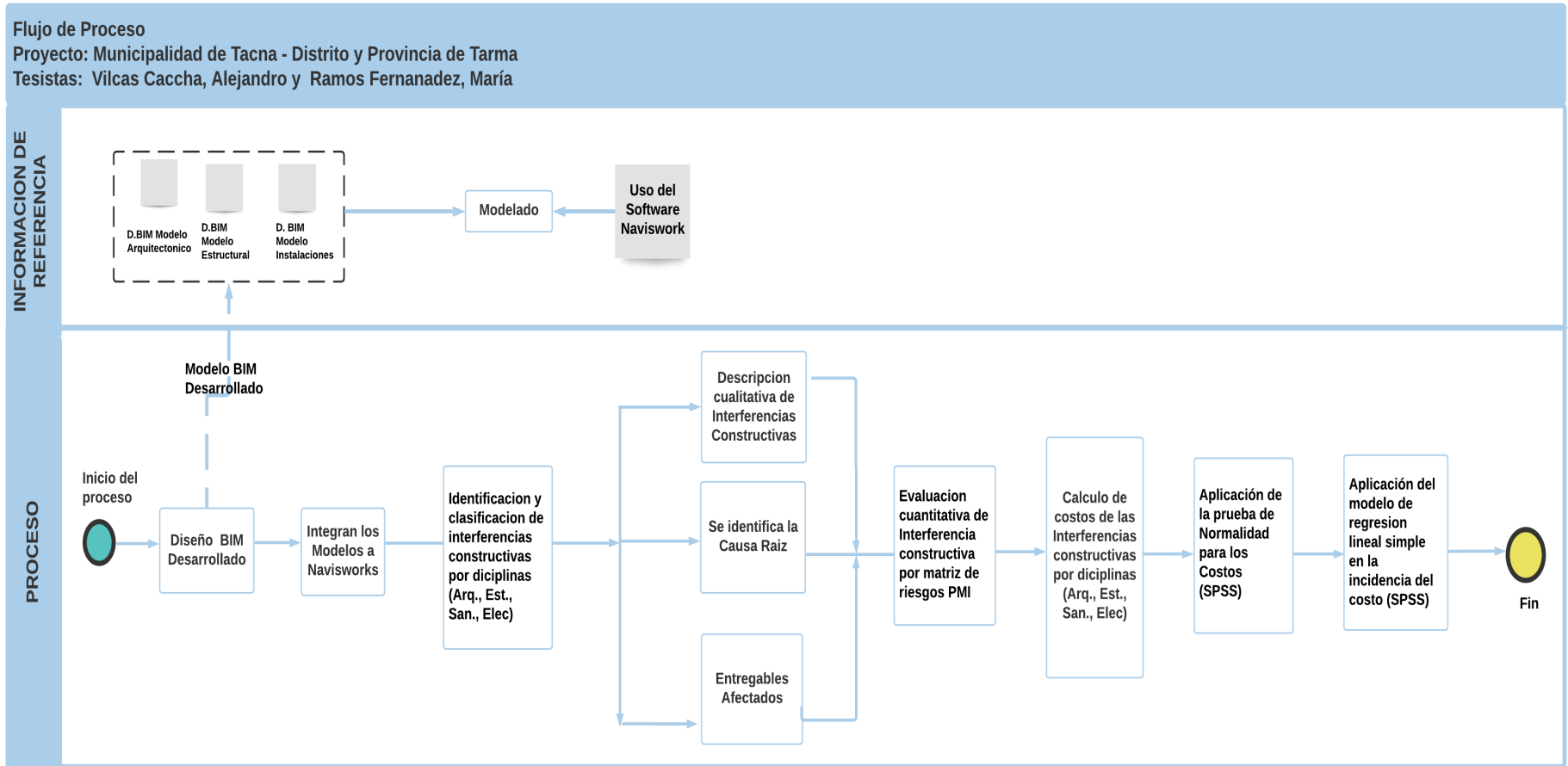
**Figura 15** Flujo del Proceso del Análisis de la Efectividad de la Infraestructura de Distrito y Provincia de Tacna



Elaboración: Autoría Propia

d. Flujo de Proceso del Objetivo N°03

Figura 16 Flujo del Proceso del Análisis de la Incidencia del costo de la Infraestructura de Distrito y Provincia de Tacna



Elaboración: Autoría Propia

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1 Resultados

#### *a. Características de la muestra*

El nombre de la Proyecto en estudio es Infraestructura para Mejoramiento del Centro de Servicios al Contribuyente y Centro de Control y Fiscalización de Tacna, el código SNIP es N°195992, la entidad contratante es la Inversión Pública SUNAT, la contratista es el Consorcio Pacifico, el monto del contrato de inversión de la Obra es S/. 17,185,185.42 (Incl. IGV), así mismo el plazo de ejecución es de 420 días calendarios, y el Sistema de Contratación del proyecto es A SUMA ALZADA.

*Figura 17 Modelamiento de la Infraestructura para Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna*



**Elaboración:** Autoría Propia

### ***b. Ubicación del Proyecto***

El proyecto en estudio se encuentra ubicado en la calle Alto Lima N°1588-1592-1594-1596, avenida Augusto B. Leguía, Distrito, Provincia, Departamento de Tacna.

### ***c. Edificación***

La edificación se distribuye en una edificación que comprende: 01 sótano, piso 1, piso 2, piso 3 y azotea, el área techada total del proyecto de edificación es de 2,990.07 m<sup>2</sup>, que se conforma según el detalle siguiente:

***Tabla 13 Área Techada Total del Proyecto***

Nivel	Área (m <sup>2</sup> )
Sótano	877.12
Piso 1	828.05
Piso 2	641.45
Piso 3	554.35
Azotea	89.10
<b>Total</b>	<b>2990.07</b>

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para el Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna

### **Estructura**

Se ha proyectado con el Sistema estructural mixto, mediante el uso de muros pantalla en el sótano, placas y pórticos de concreto armado que se engarzan desde sótano hasta la azotea. el sistema incluye estructuras metálicas de vigas y columnas.

### **Arquitectura**

Muros de albañilería confinada, muro de albañilería armada, muros de concreto y tabiques de albañilería seca. Cielorraso suspendido con baldosas acústicas de fibra mineral y cielorraso tipo junta tomada. Pisos y contra zócalos de porcelanato, cerámico y cemento pulido con aditivo sellador y endurecedor. Zócalos de baños con aplicación de porcelanato. Hojas de puertas contra placadas con MDF sobre bastidor de madera cedro selecto, marco de madera cedro selecto;

acabados con pintura duco satinado; puertas cortafuego certificadas UL o similar con proveniencia de fábrica certificada; puertas enrollables full visión automatizadas; Puertas metálicas pintadas. Mamparas de cristal con sistema de sujeción tipo Euro, Ventanas con perfiles de aluminio y cristal templado. Barandas de acero inoxidable y rejas de hierro pintado.

### **Instalaciones Sanitarias**

El proyecto incluye los componentes siguientes: Sistema de Agua fría y caliente, sistemas de desagüe y ventilación, Sistema de agua contra Incendios por rociadores y gabinetes, Sistema de drenaje pluvial, Red de drenaje de equipos de climatización. Aparatos sanitarios de losa vitrificada blancos preparados para ahorros de consumo de agua. Griferías y fluxómetros ahorradores para reducir en 40% el uso de agua potable.

### **Instalaciones Eléctricas**

Suministro eléctrico comercial, otorgado por Electro sur S.A, en media tensión. Luego es sometida a una transformación de media a baja tensión, trifásica, 220V, para el edificio.

Suministro eléctrico de emergencia, constituido por un grupo electrógeno insonorizado y encapsulado, todo ello de fábrica, suministrará energía eléctrica a una tensión de 220v, 60Hz, trifásico, 3 hilos.

Suministro de energía eléctrica estabilizada e ininterrumpida, constituida por un sistema en el que se instalara un transformador de aislamiento UPS y baterías, que garanticen un suministro con calidad de energía estabilizada tanto para una u otra opción de suministro, comercial o de emergencia.

Por otro lado, para el desarrollo de los resultados, primero se realizó la validación del modelado a analizar, para esta investigación el proyecto en estudio es la Infraestructura para el Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

De acuerdo a lo que menciona (Bolívar, 2002, p. 4), para la validación es necesario 2 jueces o expertos, como mínimo, para la presente investigación la validez del modelado se realizó a través de 3 expertos, de las cuales se menciona a continuación.

**Tabla 14** Índice de Validez por Juicio de Experto

VALIDEZ	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	OPINION
Nombre y Apellidos	Graciela Cárdenas Malpartida	Luis Alexander Llanco Ballasco	Carlos Javier García Rebaza	<b>APLICABLE</b>

**Elaboración:** Autoría Propia

En la tabla 14 se menciona a los expertos que validaron el modelado del proyecto, el resultado de la opinión de los 3 expertos fue que es Aplicable tal como se verifica ficha de validación en el cual se adjunta en el anexo.

Posterior a ello, la opinión del experto si era aplicable se le dio el valor de 1, sacando el promedio de los 3 expertos, dio como resultado 1, como se verifica en la tabla 15.

**Tabla 15** Promedio del Índice de validez por Juicio de Experto

VALIDEZ	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	PROMEDIO
Ficha de recolección de información	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>INDICE DE VALIDEZ</b>				<b>1.00</b>

**Elaboración:** Autoría Propia

De acuerdo a lo que indica (Bolivar, 2002) si se tiene un valor o rango de 0.81 a 1.00 la magnitud es muy alta, por lo que el instrumento que se está validando viene a ser confiable, la escala de rango y magnitud se detalla en la tabla 16.

**Tabla 16** Clasificación Magnitudes y Rangos de Confiabilidad

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Fuente: Recuperado (Bolívar, 2002)

Por otro lado, se menciona que la clasificación de la complejidad del proyecto, nos basamos a través del material publicado por el Ministerio de Economía y Finanzas, el cual fue Anexo 10 “Criterios para Determinar la Clasificación el Nivel de Complejidad de los Proyectos de Invasión”.

En el cual se indica que se debe seguir 2 criterios para determinar la clasificación del nivel de complejidad, el primero criterio se basa en el nivel de riesgo o incertidumbre de los resultados del proyecto y el segundo criterio es a través del valor o magnitud del monto estimado de la inversión del proyecto.

En la tabla 17 se verifica la relación de preguntas y puntajes para definir el nivel de riesgo o incertidumbre de un proyecto.

Cada pregunta conduce a diferentes opciones de respuesta, los cuales a su vez están asociados a diferentes puntajes. El valor de cada puntaje asignado es directamente proporcional al nivel de riesgo o incertidumbre de la característica examinada.

**Tabla 17** Relación de Preguntas y Puntajes para Definir el Nivel de Riesgo o Incertidumbre de un Proyecto.

N°	Preguntas	Opciones	Puntaje	Calificación
1	¿Qué tipos de fuentes de información requiere el proyecto para la estimación de la demanda efectiva?	Mayoritariamente fuentes de información primaria.	1	1
		Mayoritariamente fuentes de información secundaria.	0	
2		No.	1	

N°	Preguntas	Opciones	Puntaje	Calificación
	¿Se dispone de normas técnicas para el diseño técnico del proyecto?	Sí.	0	0
3	¿Cuál es la naturaleza de intervención del proyecto?	Creación. Recuperación. Ampliación. Mejoramiento.	1 0.5 0.5 0	0 0.5 0
4	¿Cuál es el tipo de Unidad Productora a intervenir?	UP lineal (Requiere de más de una localización específica para los elementos que la integran). UP no lineal (Requieren una localización específica).	1 0	1 0
5	¿Cuál es el número de estudios técnicos preliminares que se necesitan para definir la localización óptima del proyecto?	Se requieren más de 3. Solo se requiere hasta 3.	1 0	1
6	¿El proyecto será afectado por interferencias, expropiación y paso de servidumbre?	Será afectado por los tres (03) casos. Solo será afectado por alguno de los casos. No será afectado por ninguno de los casos.	1 0.5 0	0
7	¿El proyecto se localizará dentro de zonas protegidas o zonas de amortiguamiento de alta exposición a efectos ambientales y/o arqueológicos?	Sí. No.	1 0	0
8	¿El proyecto cuenta con alta exposición y vulnerabilidad frente a peligros naturales y/o socio naturales y/o antrópicos?	Sí. No.	1 0	0
9	¿El proyecto presenta una significativa proporción de TIC y/o intangibles dentro de la inversión?	Más del 50% del costo de inversión. Entre 30% y 50% del costo de inversión. Menos del 30% del costo de inversión.	1 0.5 0	0.5



N°	Preguntas	Opciones	Puntaje	Calificación
10	¿Se dispone de un modelo de gestión del servicio asociado al proyecto?	No se dispone de un modelo de gestión del servicio.	1	0
		Modelo de gestión del servicio implementado.	0	
11	¿El proyecto necesita insumos con costos muy variables o poco conocidos, que requieren de estudios de mercado específicos para ser sustentados?	Sí.	1	0
		No.	0	
12	¿El proyecto requiere de la validación y aceptación por parte de los usuarios o beneficiarios?	Sí.	1	1
		No	0	
13	¿El horizonte de evaluación del proyecto supera los 10 años?	Sí.	1	1
		No	0	
<b>Resultado del puntaje acumulado:</b>				<b>6.00</b>

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Invierte.pe, Ministerio de Economía y Finanzas.

El resultado acumulado de la calificación del riesgo o incertidumbre del proyecto en estudio es de 6, en el cual el nivel de riesgo del proyecto se clasifica en tres categorías que son Riesgo Bajo, Medio y Alto tal como se muestra en la tabla 18, por lo tanto, indicamos que el proyecto en estudio se encuentra en un nivel de riesgo medio.

**Tabla 18** Clasificación del Proyecto Según el Nivel de Riesgo

Puntaje total acumulado en el test	Nivel de riesgo
[0 – 4.5]	Bajo Riesgo
[5.0 – 8.5]	Medio Riesgo
[9.0 – 13.0]	Alto Riesgo

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Invierte.pe, Ministerio de Economía y Finanzas.

El segundo criterio es el valor o magnitud del monto de inversión de un proyecto la cual se clasifican en tres categorías que son el valor bajo, medio y alto, tal como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 19** Clasificación del Valor o Magnitud del Monto de Inversión Estimado del Proyecto de Inversión

Rango de montos de inversión estimado del proyecto	Clasificación del nivel de riesgo
Menor o igual a 15 mil UIT	Valor bajo
Mayor a 15 mil UIT y menor a 407 mil UIT	Valor medio
Mayor o igual a 407 mil UIT	Valor alto

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Ministerio de economía y Finanzas

Se procede a realizar el análisis:

**Tabla 20** Análisis de la Clasificación de Valor Bajo

1 UIT	Rango de Monto de Inversión	Clasificación
4300	15000 S/. 64,500,000.00	VALOR BAJO

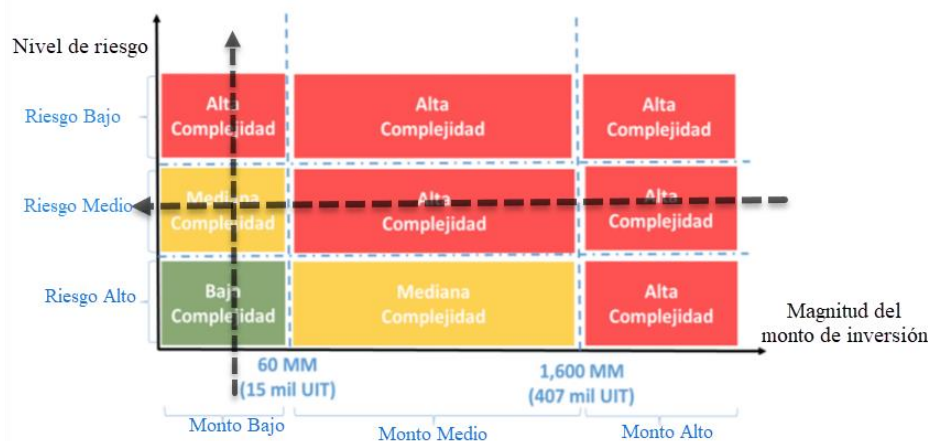
**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Ministerio de economía y Finanzas

Se procedió a convertir los 15000 mil UIT para compararlo con el monto de inversión del proyecto el cual es de 17,185,185.42, por lo cual tiene una clasificación de valor Bajo.

Finalmente se compara con figura 16 el resultado obtenido del nivel de riesgo y la magnitud del monto de la inversión, dando como resultado final que el proyecto es de mediana complejidad, tal como se verifica en la siguiente figura.

**Figura 18** Clasificación del Nivel de Complejidad de un Proyecto de Inversión



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Ministerio de economía y Finanzas

### 3.1.2 Resultado del objetivo N°1

Para el presente resultado del objetivo de rendimiento, se tomaron en cuenta a los que participaron, en esta oportunidad serán los personales calificados que se involucraron en la producción por parte de la empresa (Cadista, modelador y especialistas en la materia), posteriormente se continuo con la recolección del tiempo invertido para la producción de documentación y metrados. continuando se realizará la eliminación de datos externos para así poder tener el rendimiento Factorados final para cada actividad, esto se aplicará para ambas metodologías propuestas. Pasando estos últimos datos por el proceso estadístico para la confiabilidad de los resultados, finalizando así con gráficos y tablas de los resultados obtenidos.

En el presente estudio del proyecto “Infraestructura para el mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna” se compone por 3 niveles de planta, 1 sótano y 1 azoteas.

**Tabla 21** Área techada por niveles del proyecto

N° de Niveles	Subtotal por nivel
Sótano	877.12 m2
Piso 1	828.05 m2
Piso 2	641.45 m2
Piso 3	554.35 m2
Azotea	89.10 m2
<b>TOTAL</b>	<b>2,990.07 m2</b>

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para el Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

#### a. Producción en modelado

El modelado de información contempla todas las especialidades modeladas tanto en software Revit como en el AutoCAD, el proceso de secuencia fue de diseño tradicional y luego el modelado de la metodología de información.

**b. Producción de documentación**

Se lleva a cabo la tarea final, consistente en documentar el modelo de información y redactar el resto de la documentación del proyecto realizado después de que se completa el proceso de modelado. Los planos se crean a partir del modelo, se crea el informe del proyecto y el presupuesto a partir de las Medidas tomadas del modelo. Para ello, el equipo de redacción cuenta con el apoyo del responsable de la elaboración del presupuesto. Lo cual comprueba las medidas y determina los precios correspondientes. Una vez que toda la documentación esté lista se enviará el proyecto completo al organizador, final de Flujo de trabajo. (Latorre Uriz et al., 2019)

**c. Producción de metrados**

Formado por las partidas de estructuras, arquitecturas, sanitarias y eléctricas contemplan las actividades de cuantificación, revisión y corrección, el proceso de secuencia fue primero por metrados tradicionales, luego implementado la metodología BIM en la cuantificación de metrados.

**Tabla 22** Planificación de horas en meses -Metodología Convencional

PRODUCCION		CODIGO	ACTIVIDAD METODLOGIA TRADICIONAL	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO
ESPECIALIDAD								
DOCUMENTACION	ESTRUCTURA	Doc-Est-D	Dibujo	32 h	8 h	8 h		
		Doc-Est-R	Rev y Corr	8 h	8 h	8 h	8 h	
		Doc-Est-L	Laminar				8 h	8 h
	ARQUITECTURA	Doc-Arq-D	Dibujo	32 h	8 h	4 h	4 h	
		Doc-Arq-R	Rev y Corr		8 h	8 h	8 h	8 h
		Doc-Arq-L	Laminar			5 h	5 h	6 h

PRODUCCION	ESPECIALIDAD	CODIGO	ACTIVIDAD METODOLOGIA TRADICIONAL	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO
	SANTARIAS	Doc-San-D	Dibujo	16 h	24 h	4 h	4 h	
		Doc-San-R	Rev y Corr		6 h	3 h	3 h	12 h
		Doc-San-L	Laminar			8 h	4 h	4 h
	ELECTRICAS	Doc-Ele-D	Dibujo		12 h	12 h	12 h	12 h
		Doc-Ele-R	Rev y Corr	6 h	6 h	6 h	6 h	
		Doc-Ele-L	Laminar	4 h		6 h	6 h	
METRADOS	Met-Est	Estructura	30 h	42 h				
	Met-Arq	Arquitectura	32 h		32 h			
	Met-San	Sanitaria	24 h		16 h		12 h	
	Met-Elec	Electricas		32 h	4 h		16 h	
	Met-R	Rev y Corr			8 h	16 h	32 h	

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna

### 3.1.2.2 Proceso estadístico aplicado al rendimiento

Para (Botero Botero, 2002) Es importante realizar un análisis estadístico de los datos obtenidos que permita generar mayor confiabilidad en su uso y establecer cuán confiable pueden ser.

Para el cálculo a realizar en la toma de rendimiento se presenta los procedimientos descritos en el folleto de costo de construcción, elaborado en la escuela de construcción de instituto tecnológico de Costa Rica, por la Ing. Giannina Ortiz Quesada, M.Sc., Ing. Eduardo Paniagua Madrigal, M.Sc, Ing. Milton Sandoval Quirós, MBA. Cartago, 2009, respaldado y recuperados por los autores

(Hernandez Barrantes, 2016), (Brenes Serrano, 2014), (Zamora Pereira, 2016), (Hernández Quesada, 2019), (Guzmán Alfaro, 2015).

a) Datos

En la toma de datos es necesario establecer a los involucrado que contribuirán para obtención de los resultados para la documentación, elaboración de planos y cuantificación de metrados.

b) Cálculo de rendimiento

El cálculo de rendimiento se calcula está basado con la siguiente formula

$$R = \frac{t \times n}{AT}$$

Donde:

R= Rendimiento en horas hombre/unidad (hh/m<sup>2</sup>)

t= Tiempo de duración de la actividad (h)

n= Numero de obreros que participaron en dichas actividades(h)

AT= Es el área techada correspondiente a la subactividad en unidades (m<sup>2</sup>)

c) Eliminación de datos extremos

Para el cálculo mostrado con anterioridad es necesario de tratar de eliminar los valores obtenido que se encuentren lejanos al resto de los datos, con el fin de tener una muestra apropiada

d) Proceso estadístico

El cálculo es la media aritmética como primer paso para el rendimiento

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Cálculo de la desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n}}$$

Por último, se obtiene el coeficiente de variación

$$C.V. = \frac{\sigma}{R}$$

Dónde:

R: Promedio

$\sigma$ : Desviación Estándar

C.V: Coeficiente de Variación

Para tener un cierto criterio de tolerancia, se presentan las siguientes consideraciones, presentadas en el informe del (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2008) según dicha entidad, se considera que para una muestra censual con un coeficiente de variación, respaldados por los autores.

- Hasta del 7%, es precisa;
- Entre el 8 y el 14% significa que existe una precisión aceptable;
- Entre el 15% y 20% precisión regular y por lo tanto se debe utilizar con precaución
- Mayor del 20% indica que la estimación es poco precisa y por lo tanto se recomienda utilizarla sólo con fines descriptivos (tendencias no niveles).

e) Aplicación de factores

Dado que los tiempos utilizados para calcular los rendimientos son netos, y hay determinados tiempos que ocupan trabajadores para necesidades básicas, alimentos, etc. las devoluciones deben verse afectadas por un factor que tenga en cuenta.

Este factor de incremento se calcula:

$$\bar{R} = Rp * (1 + Fi)$$

Por último, debido que los resultados calculados son netos, es necesario aplicar un factor de corrección para contemplar los tiempos de alimentación, transporte de materiales servicios sanitarios, etc. El cálculo del coeficiente se realiza con la ecuación.

$$f.i = \frac{T_c * 100}{(H_d - T_c)}$$

Dónde:

f.i. = Factor de incremento.

T.c.= Tiempo consumido en otras actividades.

h.d.= Horas diarias de trabajo total

**Tabla 23** Estimación de factor de incremento

Factor de incremento	h.d
Almuerzo 00.50 hr	0.5
Servicio sanitario 0.17hr	0.17

**Elaboración:** (Sandoval, Ortiz, & Paniagua, 2009), Diez et al 2011

**Fuente:** Estimación de factor de incremento y el documento sobre indicadores de rendimiento en procesos de gestión



**Tabla 24** Proceso Estadístico para la obtención del rendimiento Factorados en la producción de la Metodología Convencional

PRODUCCION	ESPECIALIDAD	CODIGO	ACTIVIDAD METODOLOGIA TRADICIONAL	SOTANO	PISO 1	PISO 2	PISO 3	AZOTEA	Rendimiento Factorado			Procesos Estadístico		Rendimiento Factorado con coeficiente de variacion
									$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	$f. i = \frac{T_i * 100}{(H_d - T_i)}$	$\bar{R} = Rp * (1 + Fi)$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n}}$	$C. V. = \frac{\sigma}{\bar{R}}$	
									Media Arimetiva	Factor de incremento	Rendimiento factorado	Desviacion estandar	Coefficiente de Variacion	
DOCUMENTACION	ESTRUCTURA	Doc-Est-D	DIBUJO	0.0160 hh/m2	0.0157 hh/m2	0.0168 hh/m2	0.0162 hh/m2	0.0140 hh/m2	0.0157 hh/m2	9.14%	0.0172 hh/m2	0.0010 hh/m2	7%	0.0172 hh/m2 ± 7
		Doc-Est-R	REV Y CORE	0.0114 hh/m2	0.0115 hh/m2	0.0094 hh/m2	0.0099 hh/m2	0.0112 hh/m2	0.0107 hh/m2	9.14%	0.0117 hh/m2	0.0010 hh/m2	9%	0.0117 hh/m2 ± 9
		Doc-Est-L	LAMINAR	0.0058 hh/m2	0.0057 hh/m2	0.0045 hh/m2	0.0051 hh/m2	0.0056 hh/m2	0.0053 hh/m2	9.14%	0.0058 hh/m2	0.0005 hh/m2	10%	0.0058 hh/m2 ± 10
	ARQUITECTUR	Doc-Arq-D	DIBUJO	0.0160 hh/m2	0.0157 hh/m2	0.0168 hh/m2	0.0162 hh/m2	0.0140 hh/m2	0.0157 hh/m2	9.14%	0.0172 hh/m2	0.0010 hh/m2	7%	0.0172 hh/m2 ± 7
		Doc-Arq-R	REV Y CORE	0.0114 hh/m2	0.0115 hh/m2	0.0094 hh/m2	0.0099 hh/m2	0.0112 hh/m2	0.0107 hh/m2	9.14%	0.0117 hh/m2	0.0010 hh/m2	9%	0.0117 hh/m2 ± 9
		Doc-Arq-L	LAMINAR	0.0058 hh/m2	0.0057 hh/m2	0.0045 hh/m2	0.0051 hh/m2	0.0056 hh/m2	0.0053 hh/m2	9.14%	0.0058 hh/m2	0.0005 hh/m2	10%	0.0058 hh/m2 ± 10
	SANITARIAS	Doc-San-D	DIBUJO	0.0160 hh/m2	0.0157 hh/m2	0.0168 hh/m2	0.0162 hh/m2	0.0140 hh/m2	0.0157 hh/m2	9.14%	0.0172 hh/m2	0.0010 hh/m2	7%	0.0172 hh/m2 ± 7
		Doc-San-R	REV Y CORE	0.0080 hh/m2	0.0083 hh/m2	0.0084 hh/m2	0.0076 hh/m2	0.0062 hh/m2	0.0077 hh/m2	9.14%	0.0084 hh/m2	0.0009 hh/m2	12%	0.0084 hh/m2 ± 12
		Doc-San-L	LAMINAR	0.0058 hh/m2	0.0057 hh/m2	0.0045 hh/m2	0.0051 hh/m2	0.0056 hh/m2	0.0053 hh/m2	9.14%	0.0058 hh/m2	0.0005 hh/m2	10%	0.0058 hh/m2 ± 10
	ELECTRICAS	Doc-Ele-D	DIBUJO	0.0160 hh/m2	0.0157 hh/m2	0.0168 hh/m2	0.0162 hh/m2	0.0140 hh/m2	0.0157 hh/m2	9.14%	0.0172 hh/m2	0.0010 hh/m2	7%	0.0172 hh/m2 ± 7
		Doc-Ele-R	REV Y CORE	0.0080 hh/m2	0.0083 hh/m2	0.0084 hh/m2	0.0076 hh/m2	0.0062 hh/m2	0.0077 hh/m2	9.14%	0.0084 hh/m2	0.0009 hh/m2	12%	0.0084 hh/m2 ± 12
		Doc-Ele-L	LAMINAR	0.0058 hh/m2	0.0057 hh/m2	0.0045 hh/m2	0.0051 hh/m2	0.0056 hh/m2	0.0053 hh/m2	9.14%	0.0058 hh/m2	0.0005 hh/m2	10%	0.0058 hh/m2 ± 10
METRADOS	Met-Est	ESTRUCTURA	0.0251 hh/m2	0.0235 hh/m2	0.0218 hh/m2	0.0253 hh/m2	0.0281 hh/m2	0.0248 hh/m2	0.0248 hh/m2	9.14%	0.0270 hh/m2	0.0023 hh/m2	9%	0.027 hh/m2 ± 9
	Met-Arq	ARQUITECTURA	0.0188 hh/m2	0.0211 hh/m2	0.0218 hh/m2	0.0253 hh/m2	0.0224 hh/m2	0.0219 hh/m2	0.0219 hh/m2	9.14%	0.0239 hh/m2	0.0023 hh/m2	11%	0.0239 hh/m2 ± 11
	Met-San	SANITARIAS	0.0171 hh/m2	0.0157 hh/m2	0.0203 hh/m2	0.0170 hh/m2	0.0180 hh/m2	0.0176 hh/m2	0.0176 hh/m2	9.14%	0.0192 hh/m2	0.0017 hh/m2	10%	0.0192 hh/m2 ± 10
	Met-Elec	ELECTRICAS	0.0171 hh/m2	0.0174 hh/m2	0.0187 hh/m2	0.0162 hh/m2	0.0180 hh/m2	0.0175 hh/m2	0.0175 hh/m2	9.14%	0.0191 hh/m2	0.0009 hh/m2	5%	0.0191 hh/m2 ± 5
	Met-R	REV Y CORE	0.0285 hh/m2	0.0298 hh/m2	0.0312 hh/m2	0.0289 hh/m2	0.0258 hh/m2	0.0288 hh/m2	0.0288 hh/m2	9.14%	0.0315 hh/m2	0.0020 hh/m2	7%	0.0315 hh/m2 ± 7

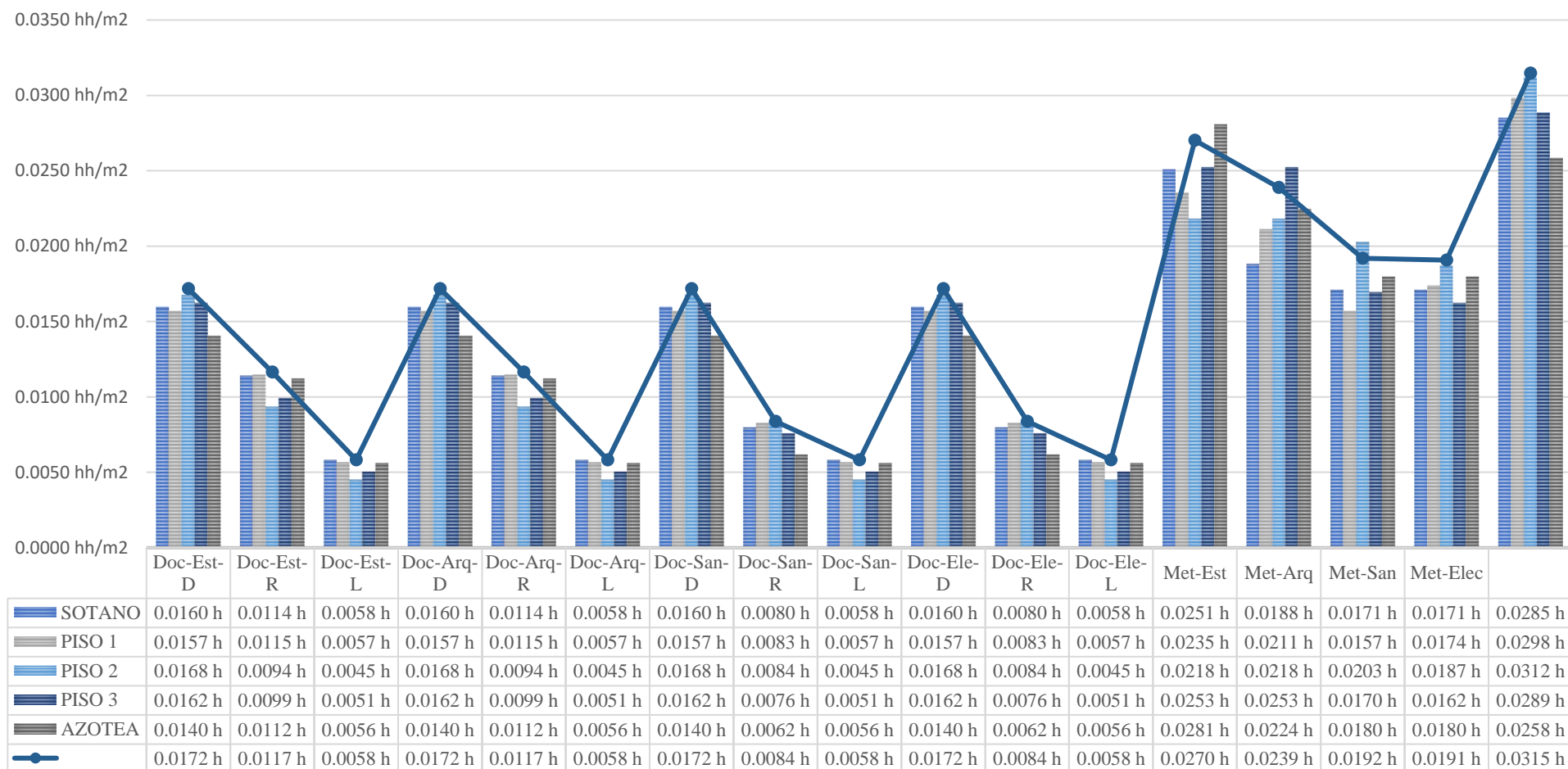
**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna

En la tabla 24 presenta los procesos utilizados para la obtención de los Rendimientos Factorados (última columna) de las actividades para la producción en documentación y metrados en la metodología tradicional y a la vez se despliegan por especialidades las cuales son: estructuras, arquitecturas, sanitarias y eléctricas. Los rendimientos que podemos observar fueron obtenidos para cada nivel del proyecto centro de servicios, luego se procedió a lo ya comentado en el apartado 3.1.1.1 proceso estadístico aplicado al rendimiento, llegando a la finalidad del rendimiento Factorados.

- Para la producción de documentación podemos identificar que se requiere más hh/m<sup>2</sup> en las especialidades de estructuras y arquitectura, dentro de estas se aprecian a las, actividades las cuales representan el motivo por el cual es el incremento a comparación dentro los rendimientos ya mostrados, siendo estos Dibujo, Revisión y Corrección realizado en la metodología tradicional para el proyecto centro de servicios
- Para la producción de metrados podemos identificar que se requiere más hh/m<sup>2</sup> en las especialidades de estructuras, por otro lado, en las especialidades de sanitaria y eléctrica se requieren menos hh/m<sup>2</sup>, si bien dentro de las actividades para la metodología convencional tenemos a la actividad de revisión y corrección que corresponde a las todas las especialidades realizadas para la obtención de metrados.

**Figura 19 Rendimiento por actividades -Metodología convencional**



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna

En la figura 17 se aprecia el rendimiento Factorado final producido de las actividades para la producción en documentos y metrados, el proceso de la obtención se explica en el apartado 3.1.1.1 proceso estadístico aplicado al rendimiento”, dando entender que dentro de todas las actividades la primera en requerir más hh/m<sup>2</sup> en todas las especialidades es en la actividad de documentación seguido de revisión y terminando por el laminado. Dentro del rendimiento tenemos la producción de metrado en la cual la actividad que mayor requiere más hh/m<sup>2</sup>, por especialidades tenemos a la de estructura, arquitectura, sanitaria y eléctricas en la metodología tradicional.

Por otra parte, en la tabla 25 se muestra el proceso estadístico para la obtención del rendimiento Factorado de la producción en la metodología del modelado de información en la construcción del proyecto en estudio.

**Tabla 25** Proceso estadístico para la obtención del rendimiento Factorados de la producción en la Metodología BIM

PRODUCCION	ESPECIALIDAD	CODIGO	ACTIVIDAD METODOLOGIA BIM	SOTANO	PISO 1	PISO 2	PISO 3	AZOTEA	Rendimiento Factorado			Procesos Estadístico		Rendimiento Factorado con coeficiente de variacion
									$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	$f. i = \frac{T_c * 100}{(H_d - T_c)}$	$\bar{R} = Rp * (1 + Fi)$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n}}$	$C. V. = \frac{\sigma}{\bar{R}} \%$	
									Media Arimetiva	Factor de incremento	Rendimiento factorado	Desviacion estandar	Coficiente de Variacion	
DOCUMENTACION	ESTRUCTURA	Doc-Est-D	Dibujo	0.0188 hh/m2	0.0181 hh/m2	0.0187 hh/m2	0.0198 hh/m2	0.0168 hh/m2	0.0185 hh/m2	9.14%	0.0201 hh/m2	0.0011 hh/m2	6%	0.0201 hh/m2 ± 6
		Doc-Est-R	Rev y Corr	0.0028 hh/m2	0.0033 hh/m2	0.0028 hh/m2	0.0030 hh/m2	0.0034 hh/m2	0.0031 hh/m2	9.14%	0.0034 hh/m2	0.0002 hh/m2	8%	0.0034 hh/m2 ± 8
		Doc-Est-L	Laminar	0.0043 hh/m2	0.0044 hh/m2	0.0055 hh/m2	0.0047 hh/m2	0.0056 hh/m2	0.0049 hh/m2	9.14%	0.0053 hh/m2	0.0006 hh/m2	12%	0.0053 hh/m2 ± 12
	ARQUITECTUR	Doc-Arq-D	Dibujo	0.0188 hh/m2	0.0181 hh/m2	0.0187 hh/m2	0.0198 hh/m2	0.0168 hh/m2	0.0185 hh/m2	9.14%	0.0201 hh/m2	0.0011 hh/m2	6%	0.0201 hh/m2 ± 6
		Doc-Arq-R	Rev y Corr	0.0028 hh/m2	0.0033 hh/m2	0.0028 hh/m2	0.0030 hh/m2	0.0034 hh/m2	0.0031 hh/m2	9.14%	0.0034 hh/m2	0.0002 hh/m2	8%	0.0034 hh/m2 ± 8
		Doc-Arq-L	Laminar	0.0043 hh/m2	0.0044 hh/m2	0.0055 hh/m2	0.0047 hh/m2	0.0056 hh/m2	0.0049 hh/m2	9.14%	0.0053 hh/m2	0.0006 hh/m2	12%	0.0053 hh/m2 ± 12
	SANITARIAS	Doc-San-D	Dibujo	0.0188 hh/m2	0.0181 hh/m2	0.0187 hh/m2	0.0198 hh/m2	0.0168 hh/m2	0.0185 hh/m2	9.14%	0.0201 hh/m2	0.0011 hh/m2	6%	0.0201 hh/m2 ± 6
		Doc-San-R	Rev y Corr	0.0028 hh/m2	0.0033 hh/m2	0.0028 hh/m2	0.0030 hh/m2	0.0034 hh/m2	0.0031 hh/m2	9.14%	0.0034 hh/m2	0.0002 hh/m2	8%	0.0034 hh/m2 ± 8
		Doc-San-L	Laminar	0.0043 hh/m2	0.0044 hh/m2	0.0055 hh/m2	0.0047 hh/m2	0.0056 hh/m2	0.0049 hh/m2	9.14%	0.0053 hh/m2	0.0006 hh/m2	12%	0.0053 hh/m2 ± 12
	ELECTRICAS	Doc-Ele-D	Dibujo	0.0188 hh/m2	0.0181 hh/m2	0.0187 hh/m2	0.0198 hh/m2	0.0168 hh/m2	0.0185 hh/m2	9.14%	0.0201 hh/m2	0.0011 hh/m2	6%	0.0201 hh/m2 ± 6
		Doc-Ele-R	Rev y Corr	0.0027 hh/m2	0.0027 hh/m2	0.0025 hh/m2	0.0027 hh/m2	0.0034 hh/m2	0.0028 hh/m2	9.14%	0.0030 hh/m2	0.0003 hh/m2	12%	0.003 hh/m2 ± 12
		Doc-Ele-L	Laminar	0.0042 hh/m2	0.0043 hh/m2	0.0047 hh/m2	0.0041 hh/m2	0.0056 hh/m2	0.0046 hh/m2	9.14%	0.0050 hh/m2	0.0006 hh/m2	13%	0.005 hh/m2 ± 13
METRADOS	Met-Est	Estructura	0.0084 hh/m2	0.0080 hh/m2	0.0078 hh/m2	0.0081 hh/m2	0.0056 hh/m2	0.0076 hh/m2	9.14%	0.0083 hh/m2	0.0011 hh/m2	15%	0.0083 hh/m2 ± 15	
	Met-Arq	Arquitectura	0.0068 hh/m2	0.0060 hh/m2	0.0055 hh/m2	0.0054 hh/m2	0.0056 hh/m2	0.0059 hh/m2	9.14%	0.0064 hh/m2	0.0006 hh/m2	10%	0.0064 hh/m2 ± 10	
	Met-San	Sanitaria	0.0063 hh/m2	0.0048 hh/m2	0.0055 hh/m2	0.0063 hh/m2	0.0056 hh/m2	0.0057 hh/m2	9.14%	0.0062 hh/m2	0.0006 hh/m2	11%	0.0062 hh/m2 ± 11	
	Met-Elec	Electricas	0.0057 hh/m2	0.0048 hh/m2	0.0055 hh/m2	0.0054 hh/m2	0.0056 hh/m2	0.0054 hh/m2	9.14%	0.0059 hh/m2	0.0003 hh/m2	6%	0.0059 hh/m2 ± 6	
	Met-Rev	Rev y Corr	0.0114 hh/m2	0.0115 hh/m2	0.0094 hh/m2	0.0099 hh/m2	0.0112 hh/m2	0.0107 hh/m2	9.14%	0.0117 hh/m2	0.0010 hh/m2	9%	0.0117 hh/m2 ± 9	

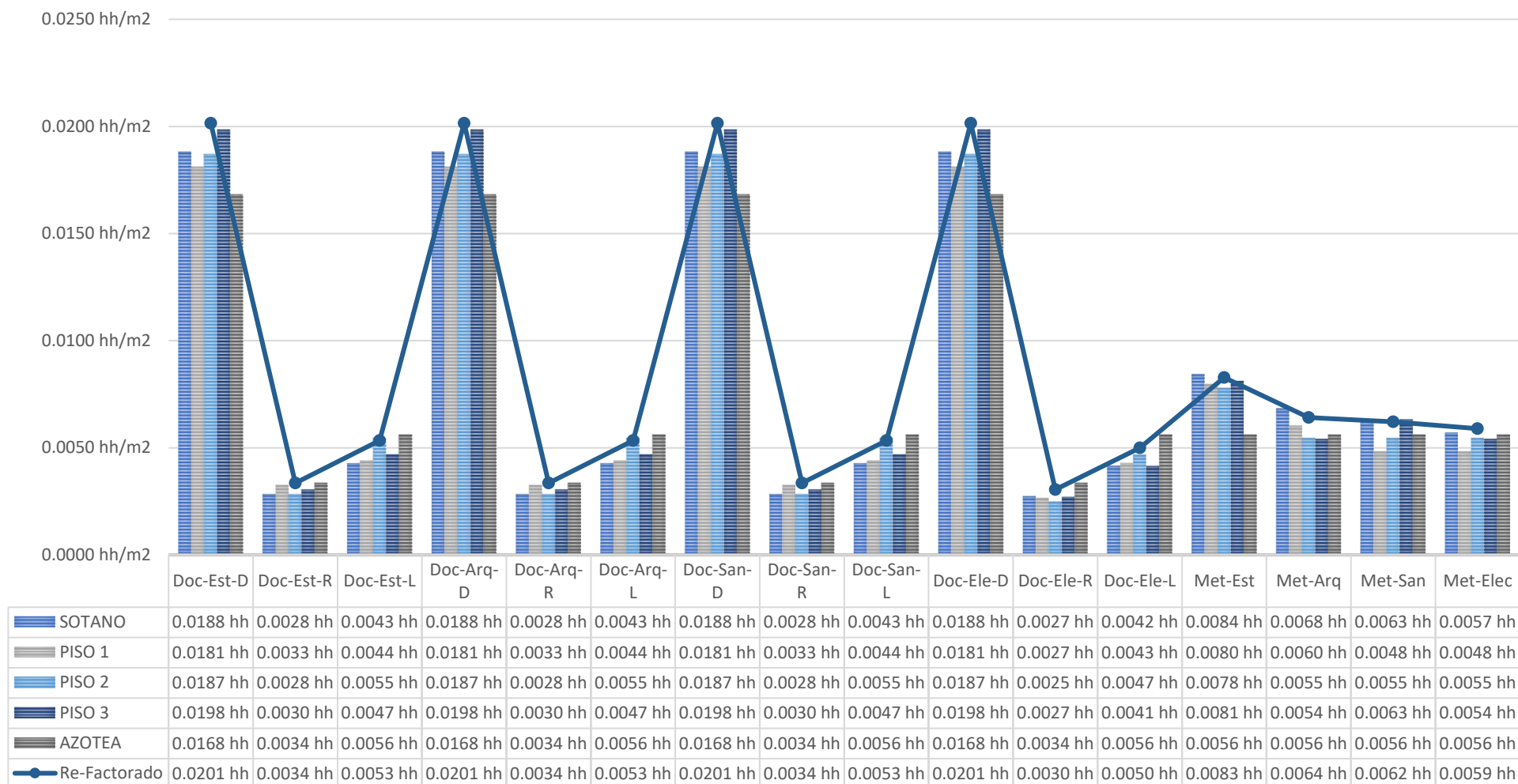
**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna

En la tabla 25 se presenta los procesos utilizados para la obtención del rendimiento Factorado (última columna) de las actividades para la producción en documentación y metrados en la metodología tradicional y a la vez se despliegan por especialidades las cuales son: estructuras, arquitecturas, sanitarias y eléctricas. Los rendimientos que podemos observar fueron obtenidos para cada nivel del proyecto centro de servicios, luego se procedió a lo ya comentado en el apartado 3.1.1.1 proceso estadístico aplicado al rendimiento”, llegando a la finalidad del rendimiento Factorados.

- Para la producción de documentación podemos identificar que se requiere más hh/m<sup>2</sup> en las especialidades de estructuras, arquitectura y sanitarias dentro de estas se aprecian a las, actividades las cuales representan el motivo por el cual es el incremento a comparación dentro los rendimientos ya mostrados, siendo estos Dibujo y laminado realizado en la metodología de modelado de informativo para el proyecto centro de servicios.
- Para la producción de metrados podemos identificar que se requiere más hh/m<sup>2</sup> en las especialidades de estructuras, por otro lado, en las especialidades de sanitaria y eléctrica se requieren menos hh/m<sup>2</sup>, si bien dentro de las actividades para la metodología de información presentan revisión y corrección, todas estas cantidades de rendimiento representa la obtención de metrados en las especialidades realizadas.

**Figura 20 Rendimiento por actividades -Metodología BIM**



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna

Se aprecia el rendimiento Factorado final producido de las actividades para la producción en documentos y metrados en la tabla 18, el proceso de la obtención se explica en el apartado “3.1.1.1 proceso estadístico aplicado al rendimiento”, dando entender que dentro de todas las actividades la primera en requerir más hh/m<sup>2</sup> en todas las especialidades es en la actividad de documentación seguido de revisión y terminando por el laminado. Dentro del rendimiento tenemos la producción de metrado en la cual la actividad que mayor requiere más hh/m<sup>2</sup>, por especialidades tenemos a la de estructura, arquitectura, sanitaria y eléctricas en la metodología tradicional.

**Tabla 26 Rendimiento Factorados Netos De Cada Especialidad por Actividad -Metodología Tradicional**

PRODUCCION	ESPECIALIDAD	ACTIVIDAD METODOLOGIA TRADICIONAL		RENDIMIENTO FACTORADO	RENDIMIENTO PROMEDIO
DOCUMENTACION	ESTRUCTURA	Doc-Est-D	Dibujo	0.0172 hh/m <sup>2</sup>	0.0110 hh/m <sup>2</sup>
		Doc-Est-R	Rev y Corr	0.0117 hh/m <sup>2</sup>	
		Doc-Est-L	Laminar	0.0058 hh/m <sup>2</sup>	
	ARQUITECTURA	Doc-Arq-D	Dibujo	0.0172 hh/m <sup>2</sup>	
		Doc-Arq-R	Rev y Corr	0.0117 hh/m <sup>2</sup>	
		Doc-Arq-L	Laminar	0.0058 hh/m <sup>2</sup>	
	SANITARIAS	Doc-San-D	Dibujo	0.0172 hh/m <sup>2</sup>	
		Doc-San-R	Rev y Corr	0.0084 hh/m <sup>2</sup>	
		Doc-San-L	Laminar	0.0058 hh/m <sup>2</sup>	
	ELECTRICAS	Doc-Ele-D	Dibujo	0.0172 hh/m <sup>2</sup>	
		Doc-Ele-R	Rev y Corr	0.0084 hh/m <sup>2</sup>	
		Doc-Ele-L	Laminar	0.0058 hh/m <sup>2</sup>	



<b>METRADOS</b>	Met-Est	Estructura	0.0270 hh/m <sup>2</sup>	0.0241 hh/m <sup>2</sup>
	Met-Arq	Arquitectura	0.0239 hh/m <sup>2</sup>	
	Met-San	Sanitaria	0.0192 hh/m <sup>2</sup>	
	Met-Elec	Eléctricas	0.0191 hh/m <sup>2</sup>	
	Met-Re	Rev y Corr	0.0315 hh/m <sup>2</sup>	

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna

En la presente tabla 26 podemos observar los resultados finales de los rendimientos factorados obtenido de las actividades para la producción de documentos y metrados, obteniendo en la producción de documentación un total de 0.0110 hh/m<sup>2</sup>, por otra parte, en la producción de metrados tenemos un rendimiento Factorado final de 0.0241 hh/m<sup>2</sup> para la metodología convencional.

**Tabla 27 Rendimientos Factorados Netos de Cada Especialidad por Actividad -Metodología BIM**

ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD	ACTIVIDAD METODOLOGIA BIM		RENDIMIENTO FACTORADO	RENDIMIENTO PROMEDIO
<b>DOCUMENTACION</b>	<b>ESTRUCTURA</b>	Doc-Est-D	Dibujo	0.0201 hh/m <sup>2</sup>	0.0096 hh/m <sup>2</sup>
		Doc-Est-R	Rev y Corr	0.0034 hh/m <sup>2</sup>	
		Doc-Est-L	Laminar	0.0053 hh/m <sup>2</sup>	
	<b>ARQUITECTURA</b>	Doc-Arq-D	Dibujo	0.0201 hh/m <sup>2</sup>	
		Doc-Arq-R	Rev y Corr	0.0034 hh/m <sup>2</sup>	
		Doc-Arq-L	Laminar	0.0053 hh/m <sup>2</sup>	

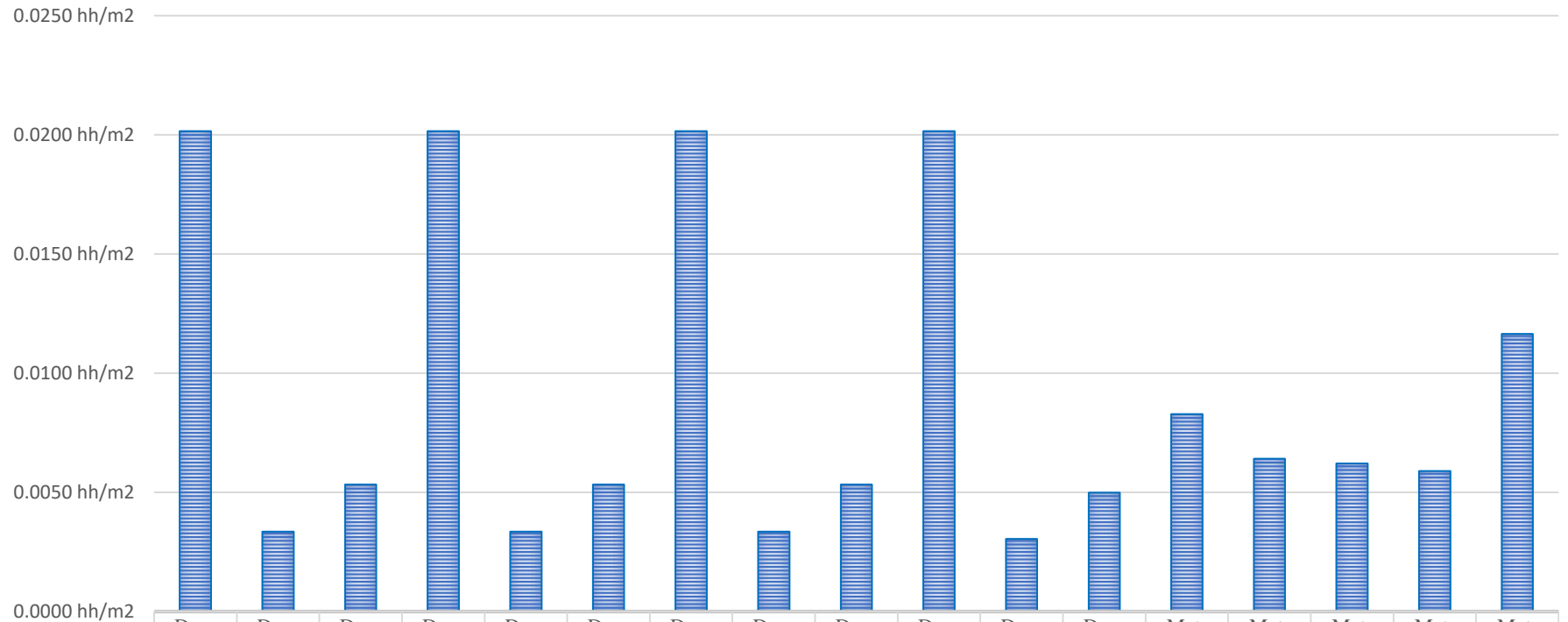
ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD	ACTIVIDAD METODOLOGIA BIM		RENDIMIENTO FACTORADO	RENDIMIENTO PROMEDIO
	SANTARIAS	Doc-San-D	Dibujo	0.0201 hh/m <sup>2</sup>	
		Doc-San-R	Rev y Corr	0.0034 hh/m <sup>2</sup>	
		Doc-San-L	Laminar	0.0053 hh/m <sup>2</sup>	
	ELECTRICAS	Doc-Ele-D	Dibujo	0.0201 hh/m <sup>2</sup>	
		Doc-Ele-R	Rev y Corr	0.0030 hh/m <sup>2</sup>	
		Doc-Ele-L	Laminar	0.0050 hh/m <sup>2</sup>	
METRADOS	Met-Est	Estructura	0.0083 hh/m <sup>2</sup>	0.0077 hh/m <sup>2</sup>	
	Met-Arq	Arquitectura	0.0064 hh/m <sup>2</sup>		
	Met-San	Sanitaria	0.0062 hh/m <sup>2</sup>		
	Met-Elec	Eléctricas	0.0059 hh/m <sup>2</sup>		
	Met-Re	Rev y Corr	0.0117 hh/m <sup>2</sup>		

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna

En la presente tabla 27 podemos observar los resultados finales de los rendimientos factorados obtenido de las actividades para la producción de documentos y metrados, obteniendo en la producción de documentación un total de 0.0096 hh/m<sup>2</sup>, por otra parte, en la producción de metrado tenemos un rendimiento Factorado final de 0.0077 hh/m<sup>2</sup> para metodología de modelado de información.

**Figura 21 Rendimiento neto Factorado – Metodología BIM**



■ RENDIMIENTO FACTORADO	0.0201	0.0034	0.0053	0.0201	0.0034	0.0053	0.0201	0.0034	0.0053	0.0201	0.0030	0.0050	0.0083	0.0064	0.0062	0.0059	0.0117
-------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna

En la Figura 19 podemos observar rendimientos de las actividades para la producción de documentos y metrados para la metodología de información, las actividades que mayor se requería hh/m2 fueron en la actividad de documentación para todas las especialidades, por otro lado, dentro de la producción de metrado tenemos a la especialidad de estructura la cual se requiero mayor hh/m2.

**Tabla 28** Comparativa de Rendimientos Factorado Neto de Metodología

PRODUCCION	ESPECIALIDAD	ACTIVIDAD METODOLOGIA TRADICIONAL		METODOLOGIA TRADICIONAL	METODOLOGIA BIM
DOCUMENTACION	ESTRUCTURA	Doc-Est-Dib	Dibujo	0.0172 hh/m2	0.0201 hh/m2
		Doc-Est-RC	Rev y Corr	0.0117 hh/m2	0.0034 hh/m2
		Doc-Est-Lam	Laminar	0.0058 hh/m2	0.0053 hh/m2
	ARQUITECTURA	Doc-Arq-Dib	Dibujo	0.0172 hh/m2	0.0201 hh/m2
		Doc-Arq-RC	Rev y Corr	0.0117 hh/m2	0.0034 hh/m2
		Doc-Arq-Lam	Laminar	0.0058 hh/m2	0.0053 hh/m2
	SANITARIAS	Doc-San-Dib	Dibujo	0.0172 hh/m2	0.0201 hh/m2
		Doc-San-RC	Rev y Corr	0.0084 hh/m2	0.0034 hh/m2
		Doc-San-Lam	Laminar	0.0058 hh/m2	0.0053 hh/m2
	ELECTRICAS	Doc-Ele-Dib	Dibujo	0.0172 hh/m2	0.0201 hh/m2
		Doc-Ele-RC	Rev y Corr	0.0084 hh/m2	0.0030 hh/m2
		Doc-Ele-Lam	Laminar	0.0058 hh/m2	0.0050 hh/m2

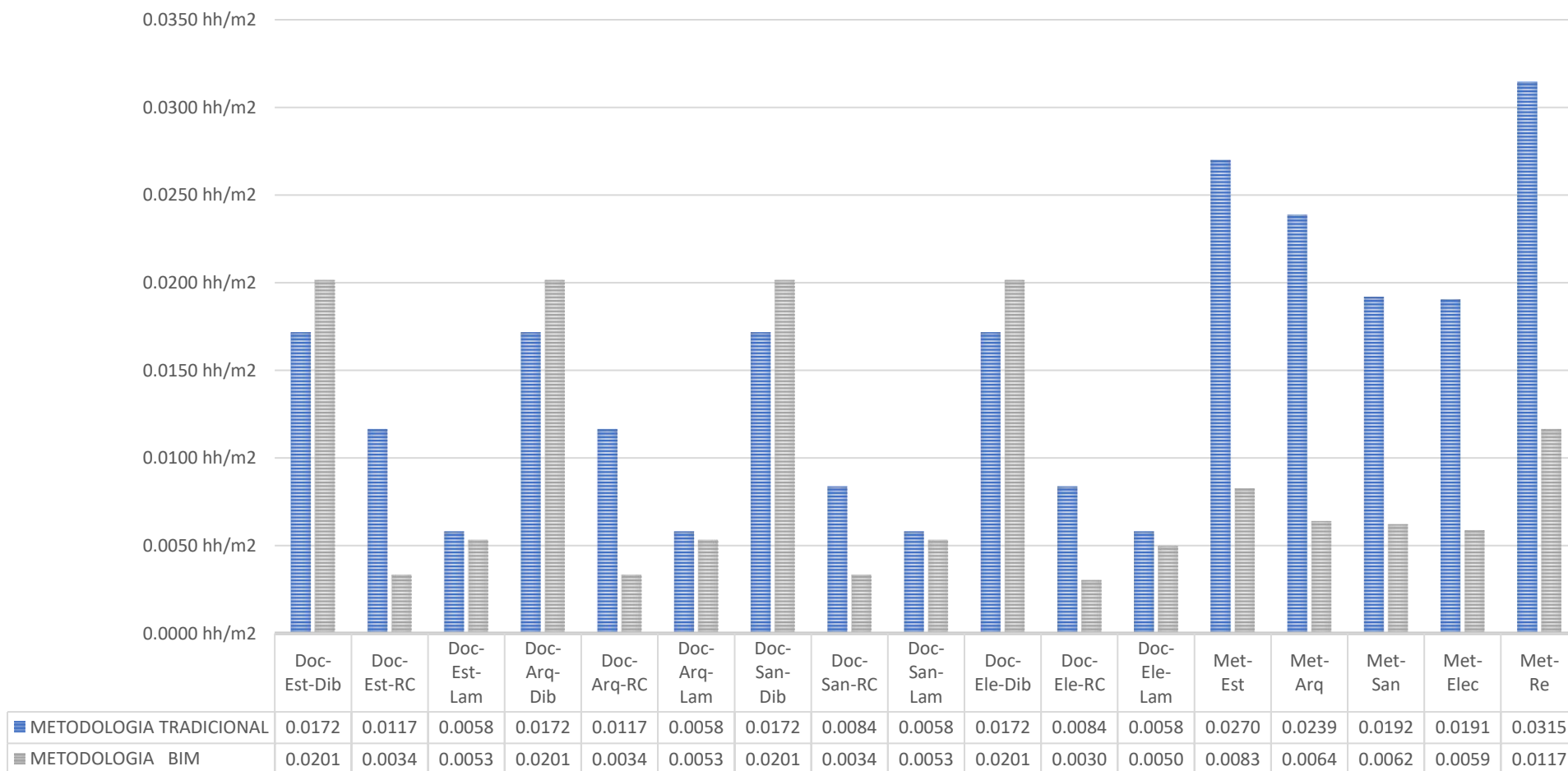
PRODUCCION	ESPECIALIDAD	ACTIVIDAD METODLOGIA TRADICIONAL	METODOLOGIA TRADICIONAL	METODOLOGIA BIM
METRADOS	Met-Est	Estructura	0.0270 hh/m <sup>2</sup>	0.0083 hh/m <sup>2</sup>
	Met-Arq	Arquitectura	0.0239 hh/m <sup>2</sup>	0.0064 hh/m <sup>2</sup>
	Met-San	Sanitaria	0.0192 hh/m <sup>2</sup>	0.0062 hh/m <sup>2</sup>
	Met-Elec	Eléctricas	0.0191 hh/m <sup>2</sup>	0.0059 hh/m <sup>2</sup>
	Met-Re	Rev y Corr	0.0315 hh/m <sup>2</sup>	0.0117 hh/m <sup>2</sup>

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna

En la tabla 28 podemos apreciar los rendimientos factorados finales de las actividades para la producción de documento y metrado, como podemos apreciar en dicha tabla en las actividades que se requiere mayor hh/m<sup>2</sup> dentro de las especialidades están en la elaboración de dibujo para el uso de ambas metodologías, siguiendo con el laminando y culminando el uso mínimo de hh/m<sup>2</sup> está la revisión y corrección.

**Figura 22** Comparativa de Rendimientos Factorado de Metodologías -Tradicional VS BIM



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la Figura 20 se aprecian los rendimientos factorados finales de las actividades para la producción de documento y metrado en ambas metodologías, obteniendo resultado final en las actividades en las que se requiere mayor hh/m<sup>2</sup> para documentación para cada especialidad, seguido de la revisión y corrección y finalizando por el laminado. Por otro lado, en la producción de metrado podemos apreciar que, para la actividad de revisión y corrección para ambas metodologías, el que mayor requiere hh/m<sup>2</sup> es en la metodología convencional.

En conclusión, para el presente objetivo se resumen en la tabla 29, apreciando los valores finales para cada metodología, para la producción de documentación y metrados, mostrando un menor recurso de hh/m<sup>2</sup> en el modelado de información para proyecto de infraestructura de mediana complejidad, por otro lado, en lo tradicional se obtuvo un menor rendimiento, pudiendo contrastar con el pensamiento de (Arboleda et al., 2016, p. 43) que surgen errores en la documentación del trabajo que generan dudas y retrasa en los cronogramas, errores presupuestarios, pérdidas de tiempo y dinero en trabajos rehechos, implementar la metodología de modelado de información nos permite asegurar la integración entre las partes involucradas en el proyecto de construcción que promueve la comprensión del objeto a crear y el proceso a seguir, de esta forma se ahorra tiempo, costo y asegura la calidad del proyecto.

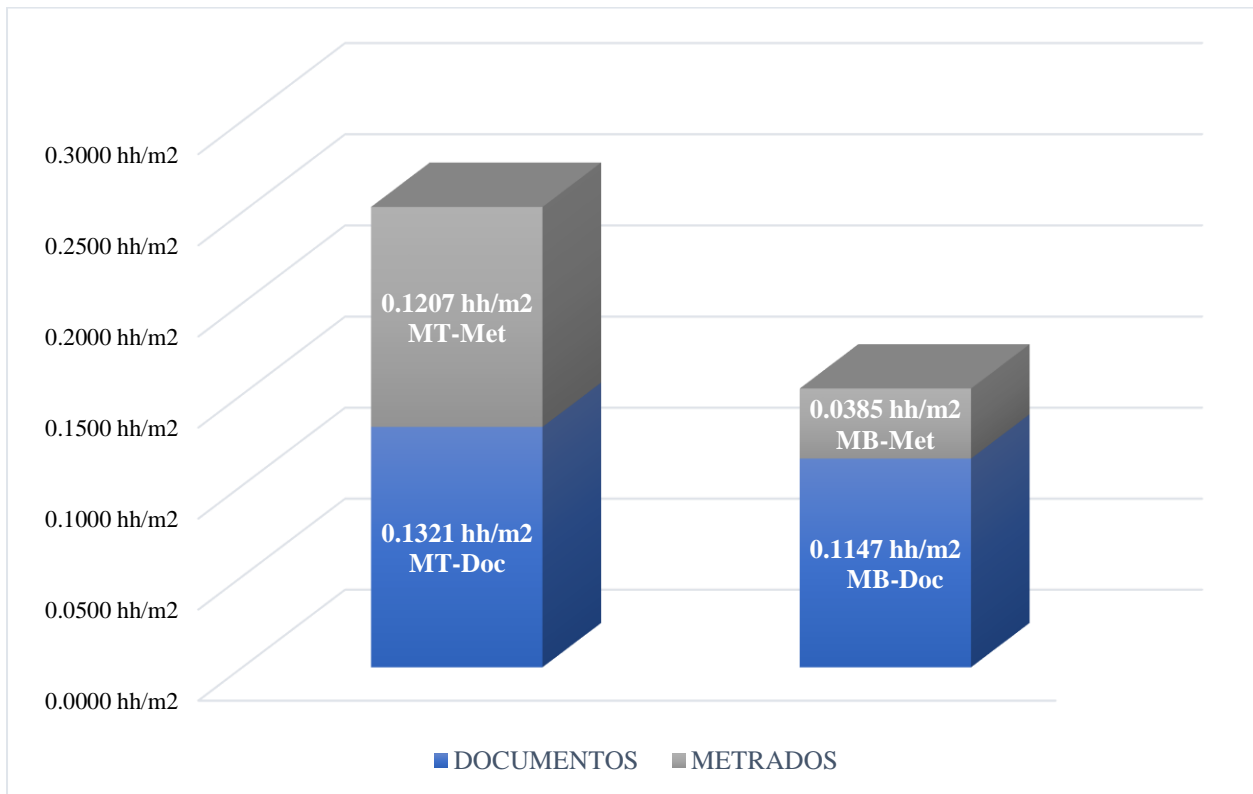
**Tabla 29** Cuadro Comparativo Rendimiento Factorado de Producción

Producción	Método tradicional	Método BIM
	Rendimiento Factorado MT	Rendimiento Factorado BIM
Documentación	0.1321 hh/m <sup>2</sup>	0.1147 hh/m <sup>2</sup>
Metrados	0.1207 hh/m <sup>2</sup>	0.0385 hh/m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	0.252729 hh/m <sup>2</sup>	0.153152 hh/m <sup>2</sup>

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna

**Figura 23** Comparación de rendimientos factorados por producción



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna

En la figura 21 se aprecia el rendimiento para ambas metodologías, mostrando lo ya comentado, que para la metodología convencional se requiere mayor hh/m2 a comparación de la metodología del modelado información que requiere menos hh/m2.

**Tabla 30** Cuadro comparativo de rendimientos factorado de ambas metodologías

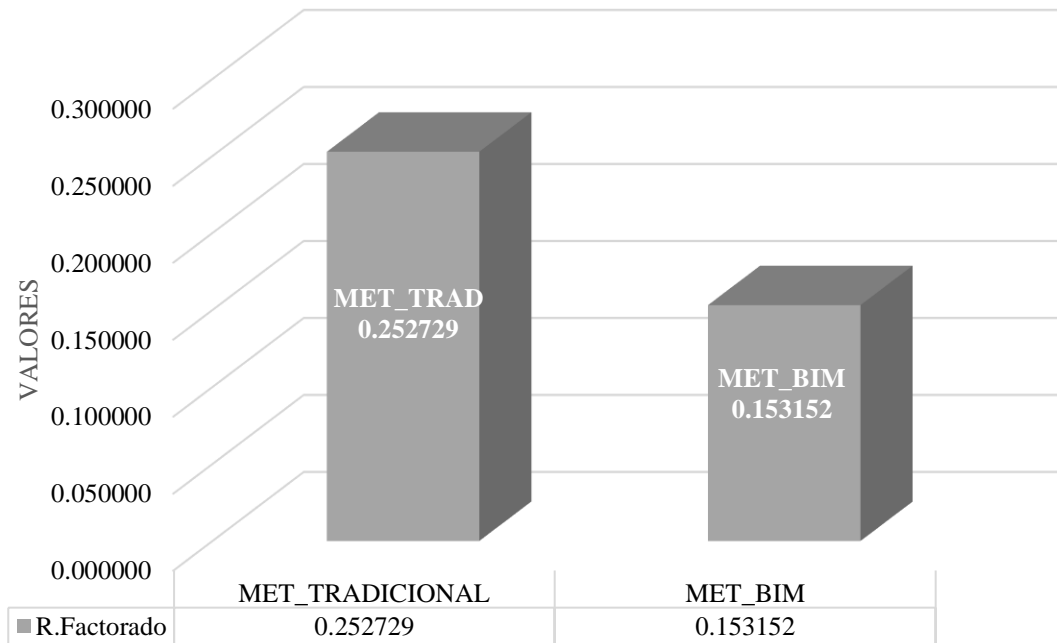
Producción	Método tradicional	Método BIM
	Rendimiento Factorado MT	Rendimiento Factorado BIM
<b>Total</b>	0.252729	0.153152

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna



**Figura 24** Comparación de rendimientos factorados de metodología



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para Mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna

Según lo expuesto se llegó a realizar confrontamiento del rendimiento de la producción en documentación y metrados de las especialidades aplicadas usando el modelado de información en la construcción para proyectos de mediana complejidad de la Municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna, como consecuencia se divisa en la figura 22 el 0.0995 hh/m<sup>2</sup>, como diferencia entre ambas metodologías los cuales como se brindó en mención se identifican factores determinantes para diferencia entre metodologías como actividades documentarias como laminado, revisión y corrección finalizando con el dibujo, el análisis también comprende que esta variación puede ser alterada por factores de expertice, conocimiento y manejo del modelado.

### 3.1.3 Resultado del objetivo N°2

Para el presente resultado se determina la efectividad en la cuantificación de metrados, mediante los indicadores de desempeño (KPI), siendo estos calidad, costos y tiempo, los cuales en la actualidad en el sector de la construcción afronta retos relacionados con lograr una mayor efectividad, este pensamiento es sostenido por (Monteiro & Pocas Martins, 2013) hace conocimiento que para el cálculo de cantidades de trabajo es una tarea clave en la preparación de presupuestos de construcción; siendo estos cálculos rigurosos, efectivo y preciso, es posible reducir significativamente la incertidumbre sobre la duración y el costo total del proyecto, esto se debe a que la medición de los elementos constructivos del proyecto permite calcular el costo y la carga de trabajo correspondientes a cada actividad constructiva en obra.

Para comprender acerca de la efectividad en la cuantificación, es importante poner a prueba y comprender como se relaciona la implementación de modelado de información y el método tradicional en los resultados obtenidos, a continuación se presentan las tablas que en las cuales se recopilamos y fueron generados con escalas de puntuación que van de 0 a 5 para cada indicador y una tabla final que determina el porcentaje efectividad, que se encuentran entre los rangos de 0%-100%, las tablas para la obtención del análisis de la efectividad fueron recuperados de la investigación evaluación de la estimación de metrados para los costos de la partida de arquitectura de una obra Retail en Lima en el 2019 de (Medina Chocquetoy et al., 2020).

Cuando hablamos de una metodología de trabajo interoperable para la creación y gestión de proyectos de construcción, nos referimos al alcance del proyecto, al tiempo y costos necesario para entregar un proyecto de calidad, de acuerdo al (PMI (Guía del PMBOK), 2017, p. 34) en el apartado "Documentos de negocios de la dirección de proyectos", hace mención que para determinar si un proyecto es o no exitoso, es importante tener en cuenta los factores de las métricas

de tiempo, costo, alcancé y calidad, estas métricas mencionadas anteriormente definirán el éxito y logros del objetivo del proyecto.

Para la utilización del indicador clave de rendimiento en la gestión de proyectos de construcción (Diez et al 2011, Citado en Carrasco Guerra, 2018) describe en su investigación consideraciones que se han abordado pautas y estándares de gestión de proyectos con respecto al uso de indicadores de desempeño, en la tabla 31 se señala parámetros de sus estudios y las técnicas o herramientas recomendadas, en algunas de las guías o estándares más importantes para la gestión de proyectos.

**Tabla 31** Enfoque de Desempeño en las Pautas y Estándares de Gestión de Proyectos

ESTÁNDAR	PROCESO	PARÁMETROS	TÉCNICAS
PMI- PMBOK	Comparación del trabajo frente a la ejecución del proyecto.	Costo Tiempo Calidad	Gestión del Valor Ganado KPI

Elaboración: Diez et al 2011

### 3.1.3.1 Indicadores

#### a. Escala de Calidad

En cuanto a la evaluación de la calidad, se tuvo en cuenta la relevancia de la precisión de la cuantificación, para lo cual se propone una escala del 1 al 5 con respecto a la cuantificación incorrecta de los medrado, donde se tomó como referencia el número de revisiones realizadas por las pruebas empleados en la empresa del proyecto centro de servicios. En la tabla 32 se puede apreciar lo comentado anteriormente.

**Tabla 32** Escala del indicador de calidad

Escalas de la Calidad	Nivel de calidad	Variación en la cuantificación	Descripción del Nivel de calidad
4 -5	Muy buena	[0%-5%]	El medrado representa datos con mucha exactitud
3-4	Buena	[6%-15%]	El medrado representa datos con relativa exactitud
2-3	Intermedia	[16%-25%]	El medrado varía, pero se acerca a la realidad
1-2	Mala	[26%-75%]	El medrado varía en gran medida a la realidad
0-1	Muy mala	[71%-100%]	El medrado no representa en absoluto a la realidad

Elaboración : (Medina Chocctoy et al., 2020)

**b. Escala de Tiempo**

Esta escala es debido a que en la metodología de información se reducen los tiempos en la elaboración de planos debido a la automatización de proyectos de complejidad, por lo que, para la evaluación de tiempos, también se propone una escala de 1 a 5 en base a la cuantificación inexacta de los medidores, tomando como referencia el tiempo dedicado al número de evaluaciones realizadas por los encargados en la inspección del proyecto centro de servicios, lo cual se muestra en la Tabla 33 expuesto anteriormente.

**Tabla 33 Escala de indicador de tiempo**

Escalas de la Tiempo	Nivel de tiempo	Variación del tiempo invertido	Descripción del Nivel de Tiempo
4 -5	Muy buena	[0 HH-24HH]	Revisión sin observación
3-4	Buena	[24HH-72HH]	01 revisión con observaciones
2-3	Intermedia	[72HH -144HH]	02 revisiones con observaciones
1-2	Mala	[144HH-216 HH]	03 revisiones con observaciones
0-1	Muy mala	[216 HH -288 HH]	04 o más revisiones con observaciones

**Elaboración :** (Medina Chocquetoy et al., 2020)

**c. Escala de costo**

También se propone una escala de costo debido a que en el proceso de implementación del método de información se tiene un costo diferente al del método convencional. Para la evaluación de costo se propone por tanto una escala de 1 a 5 basada en la cuantificación incorrecta de los planos, en base al costo de referencia del tiempo empleado y realizados por los integrantes de la empresa de seguimiento en el proyecto de centro de servicios Tabla 34.

**Tabla 34 Escala de indicador de costo**

Escalas del costo	Nivel de costo	Variación del Costo	Descripción del Nivel del Costo
4 -5	Muy buena	[ 0- 900]	Revisión sin observación
3-4	Buena	[900-1800]	01 revisión con observaciones
2-3	Intermedia	[1800 - 3600]	02 revisiones con observaciones
1-2	Mala	[3600 - 5400]	03 revisiones con observaciones
0-1	Muy mala	[5400 - 7200]	04 o más revisiones con observaciones

**Elaboración :** (Medina Chocquetoy et al., 2020)

**d. Escala de la efectividad en la cuantificación de metrados en gabinete**

Para evaluar la efectividad, se propone una escala de 0% a 100%, como se muestra en la tabla 35, la cual se identificará la efectividad del proyecto de mediana complejidad con la metodología convencional y se contrastara con la efectividad de implementación del modelado de información del proyecto centro de servicio, donde se indicara si resulto ser efectivo en la estimación de métricas en las especialidades de estructura, arquitectura, sanitaria y eléctricas utilizando la metodología BIM en el proyecto de mediana complejidad.

**Tabla 35** Escala de la Efectividad en la cuantificación de metrados de oficina

Porcentaje de Efectividad	Descripción
75% - 100%	La cuantificación de metrados no demanda un exceso de tiempo y costo, y manteniendo una alta calidad
50% - 75%	La cuantificación de metrados genera un sobrecosto y sobretiempo, y reduce levemente la calidad.
25% -50%	La cuantificación de metrados genera un uso excesivo de tiempo y costo, manteniendo la calidad o no genera excesivos sobrecostos y sobretiempo, pero reduce significativamente la calidad
0% - 25%	La cuantificación de metrados genera un uso excesivo de tiempo y costo, y presenta una baja calidad

**Elaboración :** (Medina Chocetoy et al., 2020)

**3.1.3.2 Proceso para la recolección de datos**

**a. Datos retrospectivos en gabinete**

Los documentos oficiales, como los informes semanales y la revisión de metrados del proyecto centro de servicios se desarrollaron conjuntamente con el equipo de la empresa, la cual se desarrollaron actividades, evaluando las especialidades de estructuras, arquitecturas, sanitarias y eléctricas, considerando Ítems que son cuantificables o tienen semejanza con el modelado de información, dando a mencionar que el proyecto no se llevó a cabo la utilización del modelado de información y que las métricas realizadas se realizaron siguiendo la “norma técnica peruana de metrados”, otorgando un nivel de calidad inicial de 3 (bueno) y sobre estas bases se registraron las

mediciones. Recopilando información sobre cada especialidad, cotejando las observaciones y revisiones conjuntamente con la empresa sobre las partidas evaluadas del proyecto de mediana complejidad.

### **b. Población**

Para el objetivo de cuantificación de metrados estuvo representado por 766 ítems las cuales representan a las especialidades de estructura, arquitectura, sanitarias y eléctricas para el proyecto de mediana complejidad de la presente investigación lo cual se muestra en la tabla 36 expuesto anteriormente.

**Tabla 36** Partidas que Conformas el Proyecto de Mediana Complejidad

N°	Especialidades	N° de partidas
1	Estructura	131
2	Arquitectura	205
3	Instalaciones sanitarias	317
4	Instalaciones eléctricas	113
<b>Total</b>		<b>766</b>

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

### **c. Tamaño de muestra**

Para le cálculo de tamaño de muestra se obtuvo mediante la fórmula general:

$$n = \frac{N x Z_a^2 x p x q}{d^2 x (N - 1) + Z_a^2 x p x q}$$

En donde:

N= Tamaño de población

$Z_a$ = Nivel de confianza

P= Probabilidad de éxito, o proporción esperada

q= probabilidad de fracaso

$d$ = Precisión (error máximo admisible en términos de proporción)

Para el cálculo del tamaño de muestra, se adoptaron valores de  $Z_{\alpha}$ ,  $p$ ,  $q$  y  $d$  empleados por:

$N=766$ : población, número de partidas o ítems

$Z_{\alpha}=1.96$ : nivel de confianza de 95%

$P=0.5$ : 50% de probabilidad de éxito

$q=0.5$ : 50% de probabilidad de fracaso

$d=0.05$ : 5% de error recomendable

Reemplazando los valores en la fórmula general, se obtiene:

$$n = \frac{766 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2 \times (766 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$
$$n=256.6783215$$

Por lo tanto, el tamaño de muestra óptima para la investigación resultó un subtotal de 257 Ítems.

#### ***d. Selección de Muestra***

La técnica de muestreo fue discrecional o muestreo por juicio, lo cual se describe que el investigador selecciona a los individuos a través de su criterio profesional. Lo cual permite basarse en la experiencia de otros estudios anteriores, similares o idénticos y saber con precisión que la muestra que se utilizara será útil para dicho estudio (Requena Serra, 2014).

Por lo tanto, los Ítems que conforman parte de la muestra se elegirán según el objetivo específico que el investigador estime oportuno para la investigación. El tamaño de la muestra está representado por 257 Ítems, lo cual representa la cantidad de elementos o Ítems que Contiene al proyecto de mediana complejidad para su respectivo modelado de información y sus posteriores usos para el presente objetivo, en la tabla 37 se muestra lo expuesto anteriormente.

**Tabla 37** Partidas que Conformas el Proyecto de Mediana Complejidad

N°	Especialidades	N° de partidas
1	Estructura	22
2	Arquitectura	55
3	Instalaciones sanitarias	92
4	Instalaciones eléctricas	88
<b>Total</b>		<b>257</b>

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna

Para la obtención del resultado del modelamiento de información en la construcción se obtuvo los diseños hechos previamente por la metodología convencional del proyecto de mediana complejidad denominado como “Mejoramiento del centro de servicios al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna” lo cuales integran a las especialidades de estructura, arquitectura, sanitaria y eléctricas, en la cual se obtuvieron 257 Ítems por el muestreo discrecional mostrado anteriormente en el apartado de recolección de datos -selección de muestreo y dando pase a la realización de análisis con el cual se consideró de manera principal los Ítems que son cuantificables, el mismo pensamiento lo podemos ver en (Moreno Pineda, 2019, p. 72) considera que para cada partida del proyecto se posee una unidad medible a través de la herramienta de modelado de información, lo cual debe tenerse en cuenta que no todas las partidas de trabajo generados por tablas se pueden cuantificar por la herramienta de modelado virtual, esto se debe a que hasta la versión 2020 aún no posee varias funciones de modelado para cuantificar ciertos Ítems, si bien el modelado de información es un proceso de automatización de información el cual se obtiene de los resultados de la confiabilidad que se utiliza muy frecuente en el rubro de la ingeniería civil. Continuando así con la discriminación en función a las que se pueden analizar bajo el modelado de información y siguiendo con los lineamientos se realizara la contratación de los elementos usados para la obtención de los resultado finales para el objetivo presente, para le



elección de las metodologías se tomó desde un inicio al proceso convencional o como comúnmente algunos autores denominan "clásico o convencional", según (Choclan Gamez et al., 1952) hace referencias que los métodos tradicionales contribuyen a pérdida y errores incensarios, lo cual trae consigo a la ineficiencia que se ve reflejado en el impacto débil de flujo de información, por esta misma instancia se deben incorporar nuevos procesos y adaptar los ya existentes, la adopción metodológica conjuntamente con el modelo digital integrado durante el ciclo de vida del proyecto supone un paso para una buena dirección, continuando con los elementos utilizados tenemos el porcentaje de variación, para llegar a realizar un análisis de la calidad tendremos que pasar un por un porcentaje de variación porcentual; esto se debe a que con respecto al grupo control para ambas metodologías presentan un valor de excedencia o déficit porcentual respecto a una cantidad inicial en la cual llamaremos grupo control (valorización del proyecto centro de servicios).

### 3.1.3.3 Resultado de la Efectividad de las Metodologías Propuestas en la Especialidad de Estructuras para el Proyecto Centro de Servicios.

**Tabla 38** Revisión de Cuantificación y Evaluación de Calidad Especialidad de Estructuras

N° de partidas	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UND	Metodología		Grupo control	Variación porcentual		Evaluación de calidad	
			TRA	BIM		TRA	BIM	TRA	BIM
<b>02</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>								
<b>02.04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>								
<b>02.04.01</b>	<b>SOLADOS Y OTROS</b>								
02.04.01.01	SOLADO MEZCLA 1:12 C:H ESPESOR = 4	m2	367.03	337.05	367.03	0.00%	-8.89%	4	3.32
<b>02.04.04</b>	<b>SOBRECIMENTOS</b>								
02.04.04.01	CONCRETO SOBRECIMENTOS $f_c=140$ kg/cm <sup>2</sup> + 25% P.M.	m3	0.33	0.77	0.33	0.00%	57.14%	4	1.64
02.04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS	m2	4.38	4.95	4.38	0.00%	11.52%	4	3.61
<b>02.04.06</b>	<b>FALSO PISO</b>								
02.04.06.01	FALSO PISO MEZCLA 1:8 e=4"	m2	325.47	343.08	325.47	0.00%	5.13%	4	4.00
<b>02.04.08</b>	<b>PAVIMENTOS</b>								
02.04.08.01	PAVIMENTO DE CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup> -e=20 CM EN ESTACIONAMIENTO Y ACCESO, INC ENCOFRADO	m2	342.36	310.25	342.36	0.00%	-10.35%	4	3.48
<b>02.05</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>								
<b>02.05.01</b>	<b>ZAPATAS</b>								
02.05.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO ZAPATAS $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	158.74	180.67	158.74	0.00%	12.14%	4	3.68
02.05.01.02	ZAPATAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	321.10	327.99	321.10	0.00%	2.10%	4	4.00

N° de partidas	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UND	Metodología		Grupo control	Variación porcentual		Evaluación de calidad	
			TRA	BIM		TRA	BIM	TRA	BIM
<b>02.05.02</b>	<b>VIGA DE CIMENTACION</b>								
02.05.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO VIGA DE CIMENTACION f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	56.44	59.99	56.44	0.00%	5.92%	4	3.00
02.05.02.02	VIGA DE CIMENTACION - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	215.35	236.75	215.35	0.00%	9.04%	4	3.34
<b>02.05.03</b>	<b>SOBRECIMENTOS ARMADOS</b>								
02.05.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO SOBRECIMIENTO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	15.14	18.58	15.14	0.00%	18.51%	4	2.28
02.05.03.02	SOBRE CIMIENTO ARMADO - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	m2	176.56	215.08	176.56	0.00%	17.91%	4	2.21
<b>02.05.04</b>	<b>COLUMNAS</b>								
02.05.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO COLUMNAS f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	103.93	135.79	103.93	0.00%	23.46%	4	2.83
02.05.04.02	COLUMNAS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	m2	800.95	1,025.14	800.95	0.00%	21.87%	4	2.65
<b>02.05.05</b>	<b>PLACAS</b>								
02.05.05.01	CONCRETO PREMEZCLADO PLACAS f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	157.91	159.78	157.91	0.00%	1.17%	4	5.00
02.05.05.02	PLACAS ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	m2	810.33	1,376.13	810.33	0.00%	41.12%	4	2.00
<b>02.05.06</b>	<b>MUROS ANCLADOS</b>								
02.05.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO MUROS ANCLADOS f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	168.89	153.91	168.89	0.00%	-9.73%	4	3.41
02.05.06.02	MUROS ANCLADOS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	m2	675.56	615.59	675.56	0.00%	-9.74%	4	3.42
<b>02.05.07</b>	<b>MUROS DE SOTANO</b>								
02.05.07.01	CONCRETO PREMEZCLADO MUROS DE SOTANO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	6.82	18.01	6.82	0.00%	62.13%	4	2.00
02.05.07.02	MUROS DE SOTANO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	m2	54.52	72.04	54.52	0.00%	24.32%	4	3.00
<b>02.05.11</b>	<b>LOSAS ALIGERADAS</b>								
02.05.11.01	CONCRETO PREMEZCLADO LOSAS ALIGERADAS f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	211.75	217.84	211.75	0.00%	2.80%	4	4.56
02.05.11.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA ALIGERADA	m2	1,738.28	1,660.24	1,738.28	0.00%	-4.70%	4	4.94
02.05.11.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h = 15 cm. PARA TECHO ALIGERADO	und	10,866.00	10,625.56	10,866.00	0.00%	-2.26%	4	4.45

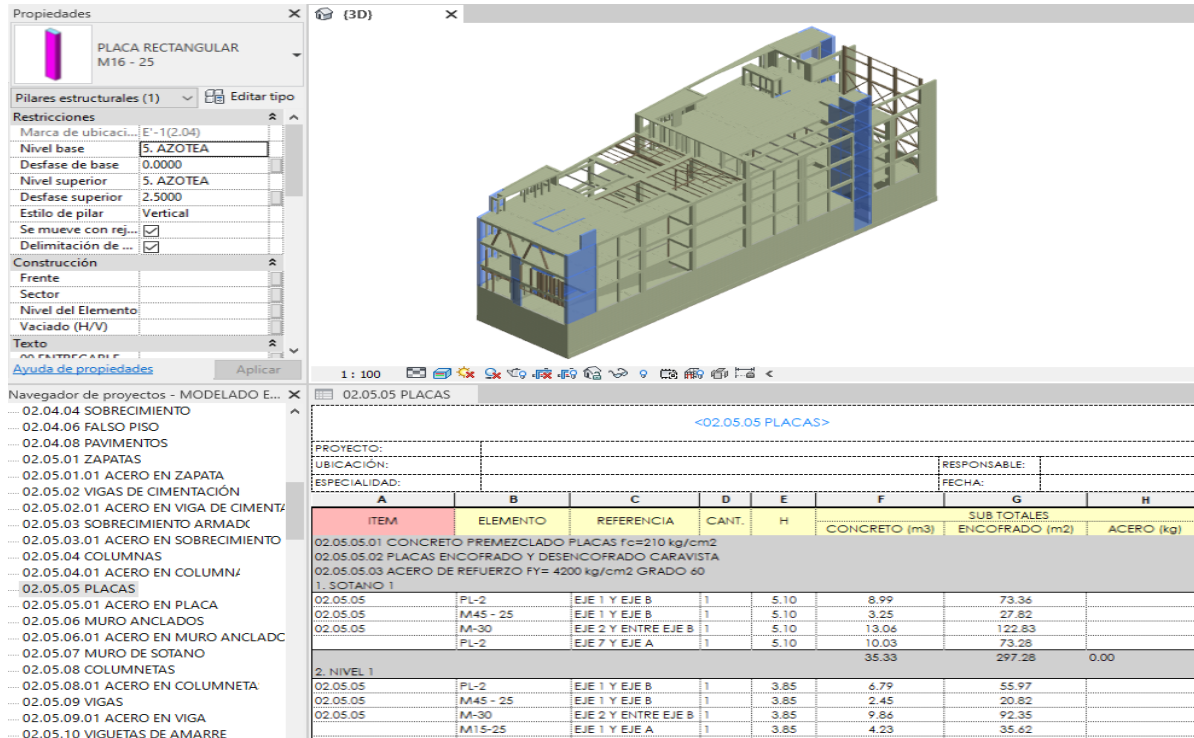
**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna

En la tabla 38 se verifica que para la especialidad de estructuras, se logró cuantificar las partidas ejecutadas del proyecto centro de servicios, alcanzando a identificar las partidas en un total de 22 Ítems, las cuales se puede determinar que en función al grupo control para la metodología de información en la partida “02.05.05.01 Concreto Premezclado Placas F’<sub>c</sub>=210 Kg/cm<sup>2</sup>” se cuantifico 159.78 m<sup>3</sup> lo cual se intuye una cuantificación leve al del metrado establecido en el expediente técnico, para la metodología convencional se logró cuantificar 157.91 m<sup>3</sup>, de lo cual se puede determinar que en función al grupo control el margen de error en la metodología de

información presenta un 1.17% de excedencia de error que la metodología convencional del expediente de un 0.00%.

**Figura 25** Modelamiento de la partida 02.05.05 Placas

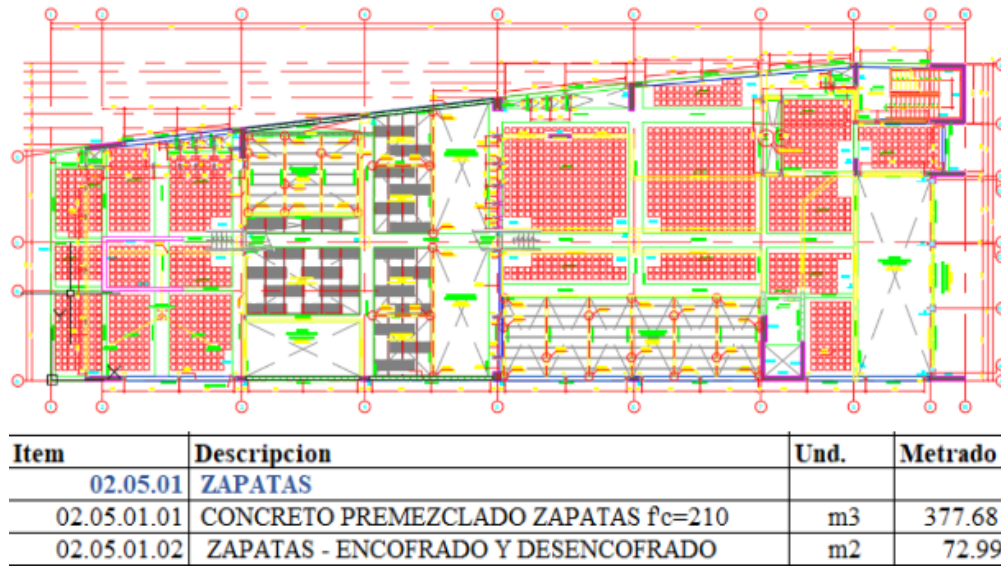


**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la figura 23 se aprecia la cuantificación de elementos realizados por la herramienta de modelamiento de información, en este caso de la partida “02.05.05 Placas” la cual se realizó por medio de la opción de tablas de planificación/cantidades y computo de materiales, que posteriormente se adjuntaron en el apartado.

**Figura 26** Modelamiento de la partida 02.05.05 Placas



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la figura 24 se aprecia la cuantificación para la partida “02.05.05 Placas” recuperados del software AutoCAD y presentados en formato físico y digital en el archivo (\*.xlsx), debido a que este archivo es compatible para el cálculo de cuantificaciones, como podemos apreciar se hace uso de 2 software para obtener la cuantificación y así lograr el objetivo de la investigación.

**Tabla 39** Calidad promedio en estructuras convencional

ESCALA CALIDAD (Tradicional)	
Partidas	Calidad Promedio
22	4.00

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

**Tabla 40** Calidad promedio en estructura BIM

ESCALA CALIDAD (BIM)	
Partidas	Calidad Promedio
22	3.31

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Posteriormente de haber realizado la revisión y plasmado las cuantificaciones mostradas en la tabla 38 se obtuvieron los porcentajes con respecto al grupo control para cada metodología presentada, luego se pasara a realizar el análisis en base a la evaluación de la calidad para cada Ítems presentado, para ello se usó la tabla 32 ( indicador de calidad) y finalizando un promedio total de calidad para ambas metodologías, y así registrando una puntuación de promedio final de 4 que representa a la metodología convencional y 3.31 para la metodología de información.

**Tabla 41** *evaluación de tiempo en estructuras tradicional*

ESCALA DE TIEMPO (T)			
Personal Asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Evaluación de Tiempo
1	2	72	2.22

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

**Tabla 42** *Evaluación de tiempo en estructuras BIM*

ESCALA DE TIEMPO (B)			
Personal Asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Evaluación de Tiempo
1	1	24	5

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En las tablas 41 y 42 muestra el análisis de la capacidad del personal como otros componentes que se empleó para la revisión en la evaluación del tiempo del proyecto centro de servicios, obteniendo un total de 72H Y 24H para cada metodología empleada, tiempo que los involucrados invirtieron en el proyecto de mediana complejidad, resultando una evaluación de tiempo de 2.22 y 5.00 por medio del análisis de medición que se describe en la tabla 33 (indicador de tiempo), lo cual conllevó a obtener un resultado de los costos de personal de los trabajadores involucrados para ambas metodologías, Realizando actividades secundarias de cuantificar y revisar los valores de

medición, lo que represento un costo para la los involucrados de la empresa de S/.12.50 por horas por trabajador.

La tabla 41 y 42 está relacionada con la tabla 43 y 44 con respecto a la estimación de tiempo empleado por el personal en el proyecto centro de servicio, debido a que en base al costo por horas de cada involucrado en la cantidad de revisiones, el costo total de personal para el proyecto con metodología tradicional fue de S/.1,800.00 con una evaluación mediante el análisis de medición que se describe en la tabla 34 (indicador de costos) con una estimación de 4.00 y con la metodología de información obteniendo S/.300.00 con una evaluación de 4.33.

**Tabla 43** Evaluación de costos de arquitectura convencional

ESCALA DE COSTO (T)					
Personal Asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Costo HH	Costo total	evaluación de Costo
1.00	2.00	72.00	12.50	1,800.00	4.00

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

**Tabla 44** Evaluación de costos de arquitectura BIM

ESCALA DE COSTO (B)					
Personal Asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Costo HH	Costo total	evaluación de Costo
1.00	1.00	24.00	12.50	300.00	4.33

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la tabla 45 y 46 se puede apreciar la efectividad esperado por parte de las metodologías realizado en el proyecto de mediana complejidad, obteniendo un porcentaje final de 60% por parte de la metodología convencional y un 80% para el modelado de información, demostrando así que en la cuantificación de metrados se tiene una precisión optima, debido a que se supera al porcentaje de efectividad en la aplicación de la metodología convencional, y así invirtiendo menor cantidad

de horas hombres y manteniendo los estándares de calidad de información en la ejecución del modelado de construcción.

**Tabla 45** Efectividad Porcentual en Estructuras Convencional

OBJETIVO	FACTO DE PESO	INDICADOR	ESCALA	ESCALA PROMEDIO	EFFECTIVIDAD
Cuantificación de metrados	40.00%	costo	4.00	3.41	60%
	30.00%	calidad	4.00		
	30.00%	tiempo	2.00		

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la tabla 45 se observa una efectividad para la especialidad de estructuras por encima del 50%, para (Medina Chocetoy et al., 2020) el valor actual obtenido significa que al encontrarse por encima del porcentaje señalado en la cuantificación de metrados es efectivo en la calidad para cuantificación de metrados.

**Tabla 46** Efectividad porcentual en estructuras con BIM

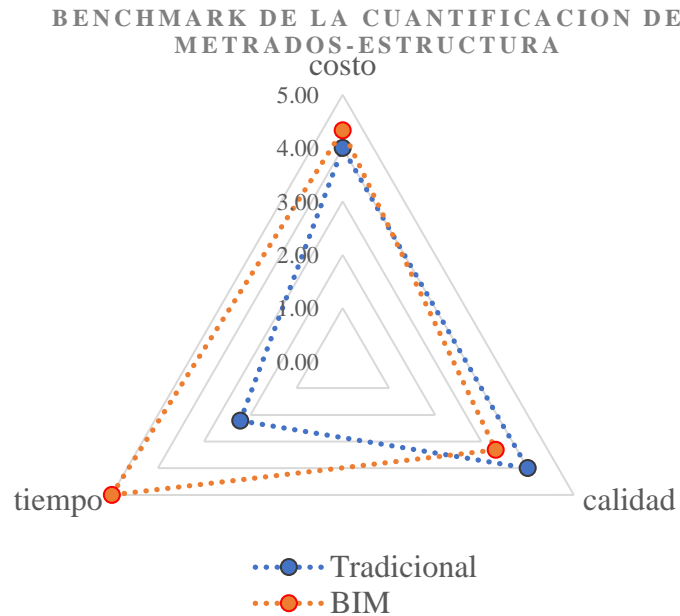
OBJETIVO	FACTO DE PESO	INDICADOR	ESCALA	ESCALA PROMEDIO	EFFECTIVIDAD
Cuantificación de metrados	40.00%	costo	4.33	4.21	80%
	30.00%	calidad	3.31		
	30.00%	tiempo	5.00		

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

El porcentaje de efectividad la cual podemos observar en la tabla 46, es de un valor estimado de 80%, demostrando así que para la cuantificación de metrado tiene una precisión óptima, ya que supera al porcentaje de efectividad base y sobrepasando así a la metodología convencional, esto se debe a que se invierte menor cantidad de horas hombres y se conserva los estándares de calidad en el modelamiento de información.

**Figura 27** Triangulo de Benchmarking para la Especialidad de Estructuras



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la figura 25 se pudo verificar que, en la especialidad de estructura analizadas por ambas metodologías, se puede observar que el indicador de tiempo por parte del modelado brinda una mayor efectividad debido a que en el convencional se requiere mayor tiempo en los procesos de obtención de la cuantificación, además alcanzó 4.33 y 5.00 en los indicadores de costo y tiempo, pero en indicadores de calidad se aproximan a la escala óptima, sin embargo, con la metodología convencional, se obtuvieron puntajes lejanos al óptimo en cada uno de los indicadores se muestra en la figura 25.



### 3.1.3.4 Resultado de la Efectividad de las Metodologías Propuestas en la Especialidad de Arquitectura para el Proyecto Centro de Servicios

**Tabla 47** Revisión de Cuantificación y Evaluación de Calidad Especialidad de Arquitectura

N° de partidas	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UND	P.U	Metodología			Variación porcentual		Evaluación de calidad	
				TRA	BIM	Grupo control	TRA	BIM	TRA	BIM
<b>03</b>	<b>ARQUITECTURA</b>									
<b>03.01</b>	<b>MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERÍA</b>									
<b>03.01.01</b>	<b>MUROS DE LADRILLO</b>									
03.01.01.01	MURO DE LADRILLO KK TIPO IV DE SOGA C/M M:1:4 E=15 CM	m2	68.39	1,059.14	854.00	1,059.14	0.00%	-24.02%	4.00	1.00
03.01.01.02	MURO DE LADRILLO KK TIPO IV DE CABEZA M: 1:4 E=25 CM	m2	106.02	831.16	688.34	831.16	0.00%	-20.75%	4.00	1.00
<b>03.01.02</b>	<b>MUROS DE ALBAÑILERIA ARMADA</b>									
03.01.02.01	MURO DE ALBAÑILERA ARMADA e= 15 cm	m2	135.63	171.15	178.49	171.15	0.00%	4.11%	4.00	4.80
03.01.02.02	MURO DE ALBAÑILERA ARMADA e= 20 cm	m2	140.42	594.29	547.02	594.29	0.00%	-8.64%	4.00	1.00
<b>03.01.03</b>	<b>MUROS DE TABIQUE DRYWALL</b>									
03.01.03.01	TABIQUERIA DE FIBROCEMENTO TIPO RH DOBLE PLACA EN 2 CARAS E=15 PARA EXTERIOR	m2	250.49	37.23	27.52	37.23	0.00%	-35.28%	4.00	1.00
03.01.03.02	TABIQUERIA DE FIBROCEMENTO DOBLE PLACA EN 1 CARA E=9.5 cm	m2	132.31	12.17	154.66	12.17	0.00%	92.13%	4.00	1.00
03.01.03.03	TABIQUERIA DE FIBROCEMENTO DOBLE PLACA EN 2 CARAS E=15 cm	m2	220.61	78.48	49.76	78.48	0.00%	-57.72%	4.00	1.00
03.01.03.04	TABIQUERIA DOBLE PLACA DE ROCA DE YESO EN 2 CARAS E=15 cm +AISLAM. DE LANA DE ROCA	m2	148.52	188.50	126.42	188.50	0.00%	-49.11%	4.00	1.00
<b>03.01.04</b>	<b>MUROS DE CONCRETO</b>									
03.01.04.01	MUROS TABIQUE DE CONCRETO ARMADO E=0.10 M. EN BAÑOS	m2	119.62	21.53	22.41	21.53	0.00%	3.93%	4.00	4.79
<b>03.01.06</b>	<b>PARAPETOS</b>									
03.01.06.02	MURO DE LADRILLO KK TIPO IV de CABEZA M:1:4 E=25 CM	m2	106.02	136.96	131.65	136.96	0.00%	-4.03%	4.00	1.00
<b>03.02</b>	<b>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>									
<b>03.02.01</b>	<b>SOLAQUEADO DE MUROS, COLUMNAS Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO EN FACHADAS</b>	m2	24.50	360.78	269.75	360.78	0.00%	-33.75%	4.00	1.00
<b>03.02.02</b>	<b>SOLAQUEADO DE MUROS, COLUMNAS Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO EN LATERALES HACIA PREDIOS COLINDANTES (DESDE SEGUNDO PISO)</b>	m2	26.88	204.29	312.57	227.05	-11.14%	27.36%	1.00	1.03
<b>03.02.03</b>	<b>SOLAQUEADO DE MUROS, COLUMNAS Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO EN DUCTOS</b>	m2	28.28	343.27	389.40	343.27	0.00%	11.85%	4.00	1.54
<b>03.02.04</b>	<b>SOLAQUEADO EN MURO EXTERIOR LATERAL DE ALBAÑILERIA ARMADA (CMU) HACIA PREDIOS COLINDANTES (DESDE SEGUNDO PISO)</b>	m2	21.09	269.66	239.54	237.14	12.06%	1.00%	3.67	4.20
<b>03.02.06</b>	<b>SOLAQUEADO EN MURO INTERIOR DE ALBAÑILERIA ARMADA (CMU)</b>	m2	22.63	1,031.80	1,045.84	1,031.80	0.00%	1.34%	4.00	4.27
<b>03.02.07</b>	<b>TARRAJEADO DE MURO EXTERIOR DE LADRILLO EN FACHADA</b>	m2	21.36	562.08	188.47	339.58	39.59%	-80.18%	2.19	1.00
<b>03.02.08</b>	<b>TARRAJEADO DE MURO DE LADRILLO</b>	m2	21.36	1,668.48	1,512.17	1,668.48	0.00%	-10.34%	4.00	1.00

N° de partidas	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UND	P.U	Metodología			Variación porcentual		Evaluación de calidad	
				TRA	BIM	Grupo control	TRA	BIM	TRA	BIM
03.02.09	TARRAJEADO CON CEMENTO PULIDO E IMPERMEABILIZANTE (CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS)	m2	25.38	221.94	224.06	221.94	0.00%	0.95%	4.00	4.19
03.02.10	TARRAJEO PRIMARIO RAYADO E=1.5CM MEZCLA1:4	m2	21.79	801.58	682.68	801.58	0.00%	-17.42%	4.00	1.00
03.02.11	TARRAJEO FONDO DE ESCALERAS	m2	23.80	80.74	121.83	80.74	0.00%	33.73%	4.00	1.16
03.02.12	TARRAJEO DE DUCTOS E=1.5CM MEZCLA1:4	m2	39.63	394.06	535.73	394.06	0.00%	26.44%	4.00	1.10
<b>03.05</b>	<b>CIELORRASOS</b>									
<b>03.05.01</b>	<b>CIELO RASO</b>									
03.05.01.02	CIELO RASO TARRAJEO CEMENTO PULIDO C/IMPERMEABILIZANTE	m2	28.25	50.05	49.79	50.05	0.00%	-0.52%	4.00	1.00
<b>03.09</b>	<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>									
<b>03.09.01</b>	<b>PUERTAS</b>									
03.09.01.01	PUERTA TIPO P-01 0.90X2.40 M2 DE MADERA CEDRO TIPO CAJON CONTRAPLACADA MDF 5.5mm CON REJILLA	und	1,296.00	13.00	13.00	13.00	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.09.01.02	PUERTA TIPO P-02 0.60X2.40 M2 DE MADERA CEDRO TIPO CAJON CONTRAPLACADA MDF 5.5mm	und	828.00	10.00	10.00	10.00	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.09.01.03	PUERTA P-03 0.90X2.40 M2 DE MADERA CEDRO TIPO CAJON CONTRAPLACADA MDF 5.5mm	und	1,296.00	9.00	9.00	9.00	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.09.01.04	PUERTA P-04 0.80X2.40 M2 DE MADERA CEDRO TIPO CAJON CONTRAPLACADA MDF 5.5mm CON REJILLA	und	1,152.00	3.00	3.00	3.00	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.09.01.05	PUERTA P-05 1.00X2.40 M2 DE MADERA CEDRO TIPO CAJON CONTRAPLACADA MDF 5.5mm CON REJILLA	und	1,440.00	2.00	2.00	2.00	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.09.01.06	PUERTA P-06 0.80X2.40 M2 DE MADERA CEDRO TIPO CAJON CONTRAPLACADA MDF 5.5mm	und	1,152.00	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.09.01.07	PUERTA TIPO P-07 1.60X2.40 M2 DE MADERA CEDRO TIPO CAJON CONTRAPLACADA MDF 5.5mm DOS HOJAS,	und	2,304.00	3.00	3.00	3.00	0.00%	0.00%	4.00	4.00
<b>03.09.02</b>	<b>MOBILIARIO FIJO ESPECIAL</b>								4.00	4.00
03.09.02.01	BANCAS DE CONCRETO	und	410.00	2.00	2.00	2.00	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.09.02.02	TABLERO DE CONCRETO ARMADO PARA LAVABOS según detalle	m2	97.83	19.08	19.08	19.08	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.09.02.03	TABLERO DE TERRAZO PULIDO ACABADO COLOR NEGRO + ZOCALO DE 100 MM + MANDIL DE 200 MM, CON ORIFICIO PARA OVALINES Y GRIFERIAS	m2	169.95	19.08	19.08	19.08	0.00%	0.00%	4.00	4.00
<b>03.10</b>	<b>CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA</b>									
<b>03.10.01</b>	<b>PUERTAS CORTAFUEGO</b>									
03.10.01.01	PUERTA CORTAFUEGO TIPO PRF-1 (1.20 x 2.40) inc./barra antipánico	und	3,356.67	3.00	3.00	3.00	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.10.01.02	PUERTA CORTAFUEGO TIPO PRF-2 (1.00 x 2.40) inc./barra antipánico	und	3,472.71	7.00	7.00	7.00	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.10.01.03	PUERTA CORTAFUEGO TIPO PRF-3 (1.00 x 2.10)	und	2,439.98	5.00	5.00	5.00	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.10.01.04	PUERTA CORTAFUEGO TIPO PRF-4 (0.60 x 2.10)	und	1,727.49	10.00	10.00	10.00	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.10.01.05	PUERTA CORTAFUEGO TIPO PRF-5 (1.80 x 2.40) inc./barra antipánico	und	4,426.19	2.00	2.00	2.00	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.10.01.06	PUERTA CORTAFUEGO TIPO PRF-6 (1.00 x 2.40)	und	3,017.79	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	4.00	4.00

N° de partidas	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UND	P.U	Metodología			Variación porcentual		Evaluación de calidad	
				TRA	BIM	Grupo control	TRA	BIM	TRA	BIM
03.10.01.07	PUERTA CORTAFUEGO TIPO PRF-7 (1.50 x 2.40) inc./barra antipánico	und	4,009.59	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	4.00	4.00
<b>03.10.02</b>	<b>PUERTAS ENROLLABLES</b>									
03.10.02.01	PUERTA ENROLLABLE PEN-1 (3.25 X 2.80 M), INC. MOTOR DE ALTO TRANSITO, PANEL DE CONTROL	m2	1,131.26	9.10	9.10	9.10	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.10.02.02	PUERTA ENROLLABLE PEN-2 (1.75 X 2.80 M), INC. MOTOR DE ALTO TRANSITO, PANEL DE CONTROL	m2	1,131.26	4.90	4.90	4.90	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.10.02.03	PUERTA ENROLLABLE PEN-3 (2.75 X 2.80 M), INC. MOTOR DE ALTO TRANSITO, PANEL DE CONTROL	m2	1,131.26	7.70	7.70	7.70	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.10.02.04	PUERTA ENROLLABLE PEN- 4 (3.30 X 2.80 M), INC. MOTOR DE ALTO TRANSITO, PANEL DE CONTROL	m2	1,131.26	9.24	9.24	9.24	0.00%	0.00%	4.00	4.00
<b>03.10.03</b>	<b>PUERTAS METALICAS CONTRAPLACADAS Y CON REJILLAS</b>									
03.10.03.01	PUERTA- TIPO PM-1 CONTRAPLACADA CON PLANCHA DE ACERO ACABADO SATINADO c/rejilla (1.00 X 2.40 M)	m2	518.33	7.20	7.20	7.20	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.10.03.02	PUERTA- TIPO PM-2 CONTRAPLACADA CON PLANCHA DE ACERO ACABADO SATINADO c/rejilla (1.20 X 2.40 M)	m2	518.33	2.88	2.88	2.88	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.10.03.03	PUERTA TIPO PM-3 CONTRAPLACADA CON PLANCHA DE ACERO ACABADO SATINADO (1.20 X 1.50 M)	m2	518.33	1.80	1.80	1.80	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.10.03.04	PUERTA TIPO PM-4 CONTRAPLACADA CON PLANCHA DE ACERO ACABADO SATINADO (1.00 X 2.40 M)	m2	518.33	2.40	2.40	2.40	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.10.03.07	PUERTA TIPO PM-7 CON MARCO Y REJILLAS (0.80 X 2.10 M)	m2	518.33	5.04	5.04	5.04	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.10.03.08	PUERTA TIPO PM-8 CON MARCO Y REJILLAS (0.90 X 2.10 M)	m2	518.33	1.89	1.89	1.89	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.10.03.09	PUERTA TIPO PM-9 CON MARCO Y REJILLAS (1.00 X 2.40 M)	m2	518.33	7.20	7.20	7.20	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.10.03.10	PUERTA TIPO PM-10 CON MARCO Y REJILLAS (3.40 X 2.40 M)	m2	518.33	6.80	6.80	6.80	0.00%	0.00%	4.00	4.00
<b>03.10.04</b>	<b>PUERTAS METALICAS CON MALLA ELECTROSOLDADA</b>									
03.10.04.01	PUERTA TIPO PR-1 CON MALLA METÁLICA (1.40 X 2.40 M)	m2	394.00	3.36	3.36	3.36	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.10.04.02	PUERTA TIPO PR-2 CON MALLA METÁLICA (2.90 X 2.40 M)	m2	394.00	6.69	6.69	6.69	0.00%	0.00%	4.00	4.00
03.10.04.03	PUERTA TIPO PR-3 CON MALLA METÁLICA (2.85 X 2.40 M)	m2	394.00	6.84	6.84	6.84	0.00%	0.00%	4.00	4.00

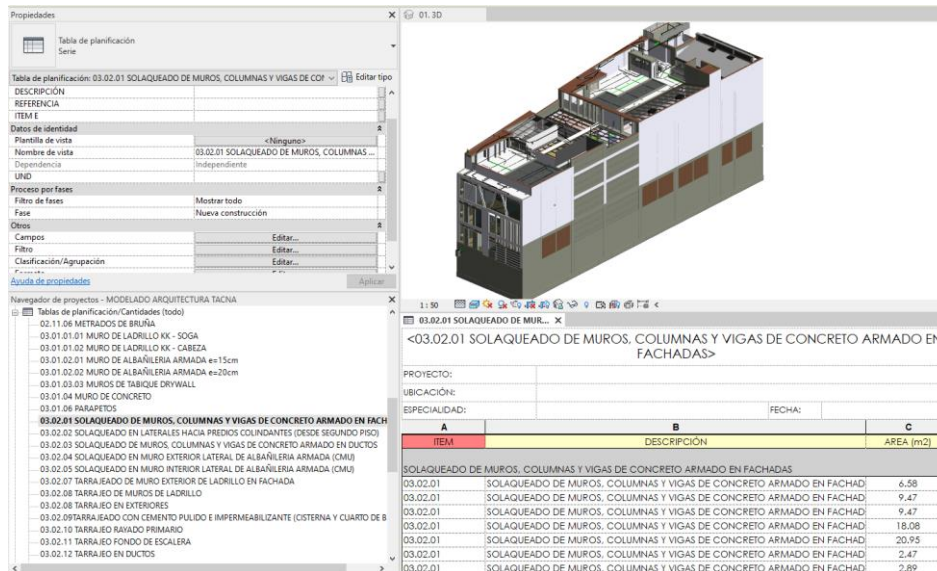
**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la tabla 47 se puede apreciar que para la especialidad de arquitectura realizado en gabinete, se logró cuantificar las partidas ejecutadas del proyecto centro de servicios, alcanzando a identificar las partidas en un total de 55 Ítems, las cuales se puede determinar que en función al grupo control para la metodología de información en la partida “03.02.01 solaqueado de muros, columnas y

vigas de concreto armado en fachadas” se cuantifico 1,045.84 m<sup>2</sup> lo cual se intuye una cuantificación leve al del metrado establecido en el expediente técnico en la metodología convencional con una cuantificación de 1,031.80 m<sup>2</sup> de lo cual se puede determinar que en función al grupo control del margen de error en la metodología de información presenta un 1.34% a igual que en la metodología convencional del expediente de un 0.00% con respecto al grupo control.

**Figura 28** Modelamiento de la “03.02.01 Solaqueo de muros columnas y vigas de concreto armado en fachadas”



The screenshot displays a BIM software interface with a 3D model of a building facade on the right and a table of quantities on the left. The table lists various construction items and their corresponding areas in square meters (m<sup>2</sup>).

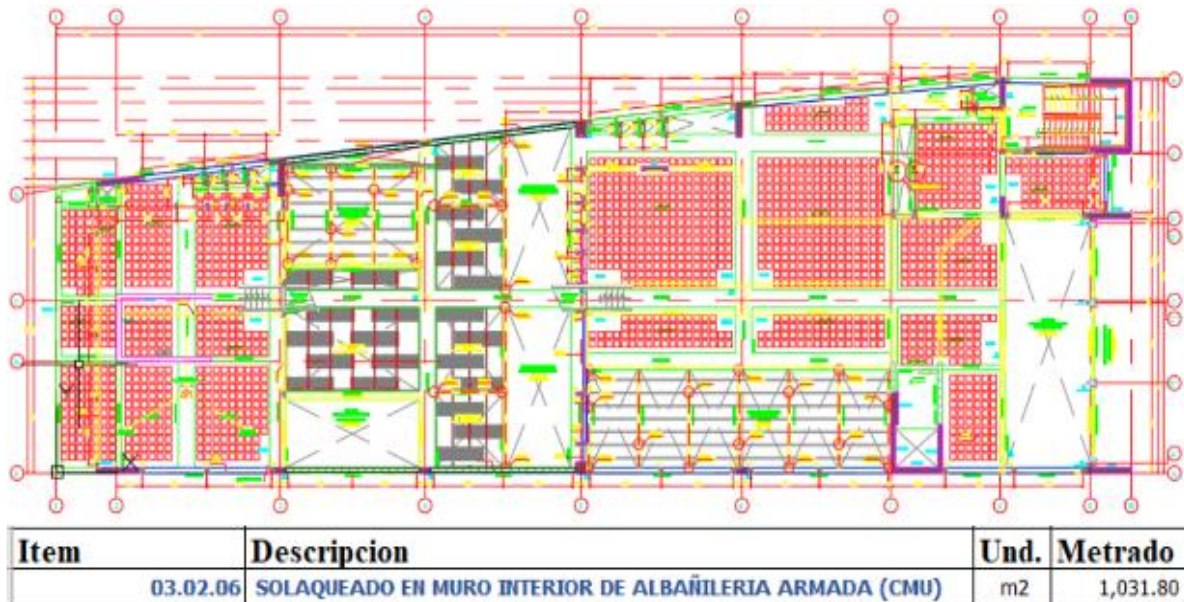
ITEM	DESCRIPCIÓN	AREA (m <sup>2</sup> )
03.02.01	SOLAQUEADO DE MUROS, COLUMNAS Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO EN FACHADA	6.58
03.02.01	SOLAQUEADO DE MUROS, COLUMNAS Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO EN FACHADA	9.47
03.02.01	SOLAQUEADO DE MUROS, COLUMNAS Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO EN FACHADA	9.47
03.02.01	SOLAQUEADO DE MUROS, COLUMNAS Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO EN FACHADA	18.08
03.02.01	SOLAQUEADO DE MUROS, COLUMNAS Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO EN FACHADA	20.95
03.02.01	SOLAQUEADO DE MUROS, COLUMNAS Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO EN FACHADA	2.47
03.02.01	SOLAQUEADO DE MUROS, COLUMNAS Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO EN FACHADA	2.89

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la Figura 26 se aprecia la cuantificación de elementos realizados por la herramienta de modelamiento de información, en este caso de la partida “03.02.01 solaqueo de muros, columnas y vigas de concreto armado en fachadas” la cual se realizó por medio de la opción de tablas de planificación/cantidades y computo de materiales, que posteriormente se adjuntaron en el apartado.

**Figura 29** Modelamiento de la partida “03.02.01 Solaqueo de muros, columnas y vigas de concreto armado”



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la Figura 27 se aprecia la cuantificación para la partida “03.02.01 solaqueo de muros, columnas y vigas de concreto armado en fachadas” recuperados del software AutoCAD y presentados en formato físico y digital en el archivo (\*.xlsx), debido a que este archivo es compatible para el cálculo de cuantificaciones, como podemos apreciar se hace uso de 2 software para obtener la cuantificación y así lograr el objetivo de la investigación.

**Tabla 48** Calidad Promedio en Arquitectura de la Metodología Convencional

ESCALA CALIDAD (Tradicional)	
Paridas	Calidad Promedio
55	3.91

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

**Tabla 49** Calidad Promedio en Arquitectura de la Metodología BIM

ESCALA CALIDAD (BIM)	
Paridas	Calidad Promedio
55	3.13

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Posteriormente de haber realizado la revisión y plasmado las cuantificaciones mostradas en la tabla 47 se obtuvieron los porcentajes con respecto al grupo control para cada metodología presentada, luego se pasara a realizar el análisis en base a la evaluación de la calidad para cada Ítems presentado, para ello se usó la tabla 32 ( indicador de calidad) y finalizando un promedio total de calidad para ambas metodologías, y así registrando un puntuación promedio final de 3.91 que representa a la metodología convencional y 3.13 para la metodología de información.

**Tabla 50** Evaluación de Tiempo Tradicional en Arquitectura

ESCALA DE TIEMPO (T)			
Personal Asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Evaluación de Tiempo
1	2	64	3.83

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

**Tabla 51** Evaluación de tiempo BIM en Arquitectura

ESCALA DE TIEMPO (B)			
Personal Asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Evaluación de Tiempo
1	1	18	4.75

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En las tabla 50 y 51 se muestra el análisis de la capacidad del personal como otros componentes que se empleó para la revisión en la evaluación del tiempo del proyecto centro de servicios, obteniendo un total de 64H Y 18H para cada metodología empleada, tiempo que los involucrados invirtieron en el proyecto de mediana complejidad, resultando una evaluación de tiempo de 3.83

y 4.75 por medio del análisis de medición que se describe en la tabla 33 (indicador de tiempo), lo cual conllevó a obtener un resultado de los costos de personal de los trabajadores involucrados para ambas metodologías, Realizando actividades secundarias de cuantificar y revisar los valores de medición, lo que represento un costo para la los involucrados de la empresa de S/.12.50 por horas por trabajador.

La tabla 50 y 51 está relacionada con la tabla 52 y 53 con respecto a la estimación de tiempo empleado por el personal en el proyecto centro de servicio, debido a que en base al costo por horas de cada involucrado en la cantidad de revisiones, el costo total de personal para el proyecto con metodología tradicional fue de S/.1,600.00 con una evaluación mediante el análisis de medición que se describe en la tabla 34 (indicador de costos) con una estimación de 3.78 y con la metodología de información obteniendo S/.225.00 con una evaluación de 4.25.

**Tabla 52** Evaluación de Costos Tradicional en Arquitectura

ESCALA DE COSTO (T)					
Personal Asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Costo HH	Costo total	evaluación de Costo
1.00	2.00	64.00	12.50	1,600.00	3.78

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

**Tabla 53** Evaluación de Costos BIM en Arquitectura

ESCALA DE COSTO (B)					
Personal Asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Costo HH	Costo total	evaluación de Costo
1.00	1.00	18.00	12.50	225.00	4.25

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la tabla 54 y 55 se puede apreciar la efectividad esperado por parte de las metodologías realizado en el proyecto de mediana complejidad, obteniendo un porcentaje final de 71% por parte

de la metodología convencional y un 76% para el modelado de información, demostrando así que en la cuantificación de metrados se tiene una precisión óptima, debido a que se supera al porcentaje de efectividad en la aplicación de la metodología convencional, y así invirtiendo menor cantidad de horas hombres y manteniendo los estándares de calidad de información en la ejecución del modelado de construcción.

**Tabla 54** Efectividad Porcentual en Arquitectura Convencional

Objetivo	Facto de peso	Indicador	Escala	escala promedio	EFFECTIVIDAD
Cuantificación de metrados	40.00%	costo	3.78	3.84	71%
	30.00%	calidad	3.91		
	30.00%	tiempo	3.83		

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la tabla 54 se observa una efectividad para la especialidad de estructuras por encima del 50% ,para (Medina Chocetoy et al., 2020) el valor actual obtenido significa que al encontrarse por encima del porcentaje señalado en la cuantificación de metrados es efectivo en la calidad para cuantificación de metrados.

**Tabla 55** Efectividad Porcentual en Arquitectura con BIM

Objetivo	Facto de peso	Indicador	Escala	escala promedio	EFFECTIVIDAD
Cuantificación de metrados	40.00%	costo	4.25	4.04	76%
	30.00%	calidad	3.13		
	30.00%	tiempo	4.75		

**Elaboración:** Autoría Propia

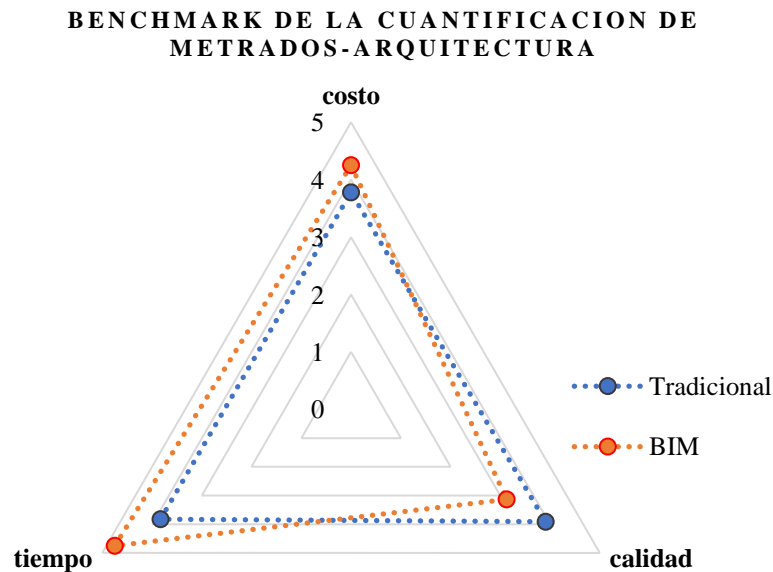
**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

El porcentaje de efectividad la cual podemos observar en la tabla 55, es de un valor estimado de 76%, demostrando así que para la cuantificación de metrado tiene una precisión óptima, ya que supera al porcentaje de efectividad base y sobrepasando así a la metodología convencional, esto



se debe a que se invierte menor cantidad de horas hombres y se conserva los estándares de calidad en el modelamiento de información.

**Figura 30** Triangulo de Benchmarking para la Especialidad de Arquitectura



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la figura 28 se verifica que en la especialidad de arquitectura empleando la metodología BIM alcanzo 4.25 y 4.75 en los indicadores de costo y tiempo, pero en indicadores de calidad se aproximan a la escala optima, sin embargo, con la metodología convencional, se obtuvieron puntajes lejanos al optimo en cada uno de los indicadores.

### 3.1.3.5 Resultado de la Efectividad de las Metodologías Propuestas en la Especialidad de Sanitarias para el Proyecto Centro de Servicios

**Tabla 56** Revisión de Cuantificación y Evaluación de Calidad en la Especialidad de Sanitarias

Nº de partidas	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	und	Metodología		Grupo control	Porcentaje de variación		Evaluación de calidad	
			TRA	BIM		TRA	BIM	TRA	BIM
<b>04</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>								
<b>04.01</b>	<b>APARATOS SANITARIOS Y ACCESORIOS</b>								
<b>04.01.01</b>	<b>SUMINISTRO DE APARATOS SANITARIOS</b>								
04.01.01.01	LAVATORIO SONNET CODIGO 447 O SIMILAR + GRIFERIA TEMPORIZADA CODIGO 610004552 TEBOL O SIMILAR + TUBO DE ABASTO	pza	23.00	23.00	23.00	0.00%	0.00%	4	4
04.01.01.02	LAVATORIO (DISCAPACITADOS) IMPERIAL CODIGO 477 O SIMILAR	pza	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	4	4
04.01.01.03	INODORO HELVEX, MODELO ELITE, IF-1 +TAPA + FLUXOMETRO	pza	18.00	18.00	18.00	0.00%	0.00%	4	4
04.01.01.04	URINODORO (DISCAPACITADOS) TAZA FLUX ADA CODIGO 273 O SIMILAR + FLUXOMETRO	pza	5.00	5.00	5.00	0.00%	0.00%	4	4
04.01.01.05	URINARIO MG FERRY (MG-1) O SIMILAR + FLUXOMETRO	und	9.00	11.00	9.00	0.00%	18.18%	4	2.24
04.01.01.06	URINARIO (DISCAPACITADO) MG FERRY (MG-1) O SIMILAR + FLUXOMETRO	und	3.00	1.00	3.00	0.00%	200.00 %	4	1
04.01.01.07	LAVADERO DE ACERO INOXIDABLE RECTANGULAR 1 POZA C/ ESCURRIDOR, INC. GRIFERIA, TIPO CUELLO DE GANSO Y ACCESORIOS(FREGADERO)	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	4	4
04.01.01.08	LAVADERO DE ACERO INOXIDABLE RECTANGULAR 1 POZA S/ ESCURRIDOR, INC. GRIFERIA, TIPO CUELLO DE GANSO Y ACCESORIOS(FREGADERO)	und	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	4	4
04.01.01.09	LAVADERO DE LOZA VITRIFICADA, INC. GRIFERIA DE BRONCE CROMADO PESADO	und	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	4	4
<b>04.01.02</b>	<b>SUMINISTRO DE ACCESORIOS</b>								
04.01.02.01	GRIFERIA DE DUCHA DE DOS LLAVES DE BRONCE PESADO Y CROMADO CON BRAZO Y ROCIADOR DE BRONCE PESADO	und	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	4	4
04.01.02.02	MEZCLADORA DE DUCHA DE AGUA FRIA Y CALIENTE	und	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	4	4
<b>04.01.03</b>	<b>INSTALACION DE APARATOS SANITARIOS</b>								
04.01.03.01	COLOCACION DE APARATOS SANITARIOS	und	68.00	68.00	68.00	0.00%	0.00%	4	4
<b>04.01.04</b>	<b>INSTALACION DE ACCESORIOS</b>								
04.01.04.01	COLOCACION DE ACCESORIOS SANITARIOS	und	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	4	4
<b>04.02</b>	<b>SISTEMA DE AGUA FRIA</b>								
<b>04.02.02</b>	<b>REDES DE DISTRIBUCION</b>								
04.02.02.01	TUBERIA PVC CLASE 10 C/ ROSCA 1/2	m	94.80	283.20	94.80	0.00%	66.53%	4	1.83
04.02.02.02	TUBERIA PVC CLASE 10 C/ ROSCA 3/4"	m	39.30	10.04	39.30	0.00%	291.43 %	4	1
04.02.02.03	TUBERIA PVC CLASE 10 C/ ROSCA 1"	m	28.30	42.36	28.30	0.00%	33.19%	4	1.15
04.02.02.04	TUBERIA PVC CLASE 10 C/ ROSCA 1 1/4"	m	47.90	59.56	47.90	0.00%	19.58%	4	2.4
04.02.02.05	TUBERIA PVC CLASE 10 C/ ROSCA 1 1/2"	m	18.20	83.00	18.20	0.00%	78.07%	4	1
04.02.02.06	TUBERIA PVC CLASE 10 C/ ROSCA 2"	m	87.50	102.13	87.50	0.00%	14.32%	4	1.81

N° de partidas	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	und	Metodología		Grupo control	Porcentaje de variación		Evaluación de calidad	
			TRA	BIM		TRA	BIM	TRA	BIM
<b>04.02.03</b>	<b>ACCESORIOS PVC PARA AGUA</b>								
04.02.03.01	CODO PVC SAP C-10 Ø 1/2" x 90°	und	24.00	24.00	24.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.03.02	CODO PVC SAP C-10 Ø 3/4" x 90° CON ROSCA	und	13.00	13.00	13.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.03.03	CODO PVC SAP C-10 Ø 1" x 90° CON ROSCA	und	9.00	9.00	9.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.03.04	CODO PVC SAP C-10 Ø 1 1/4" x 90° CON ROSCA	und	28.00	28.00	28.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.03.05	CODO PVC SAP C-10 Ø 1 1/2" x 90° CON ROSCA	und	6.00	6.00	6.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.03.06	CODO PVC SAP C-10 Ø 2" x 90° CON ROSCA	und	9.00	9.00	9.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.03.07	TEE PVC SAP C-10 Ø 1/2" CON ROSCA	und	6.00	6.00	6.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.03.08	TEE PVC SAP C-10 Ø 3/4" CON ROSCA	und	6.00	6.00	6.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.03.09	TEE PVC SAP C-10 Ø 1" CON ROSCA	und	6.00	6.00	6.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.03.10	TEE PVC SAP C-10 Ø 1 1/4" CON ROSCA	und	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.03.11	TEE PVC SAP C-10 Ø 1 1/2" CON ROSCA	und	6.00	6.00	6.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.03.12	TEE PVC SAP C-10 Ø 2" CON ROSCA	und	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.03.13	REDUCCION PVC SAP C-10 Ø 1 1/2" x 1 1/4" CON ROSCA	und	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.03.14	REDUCCION PVC SAP C-10 Ø 1 1/2" x 1" CON ROSCA	und	5.00	5.00	5.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.03.15	REDUCCION PVC SAP C-10 Ø 2" X 1" CON ROSCA	und	8.00	8.00	8.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.03.16	REDUCCION PVC SAP C-10 Ø 2" X 1 1/2" CON ROSCA	und	12.00	12.00	12.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.03.17	REDUCCION PVC SAP C-10 Ø 2" X 1/2" CON ROSCA	und	150.00	150.00	150.00	0.00%	0.00%	4	4
<b>04.02.04</b>	<b>VALVULAS</b>								
04.02.04.01	VALVULA DE BOLA DE BRONCE 150 LB 1/2"	pza	22.00	22.00	22.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.04.02	VALVULA DE BOLA DE BRONCE 150 LB 3/4"	pza	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.04.03	VALVULA DE BOLA DE BRONCE 150 LB 1"	pza	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.04.04	VALVULA DE BOLA DE BRONCE 150 LB 1.1/2"	pza	13.00	13.00	13.00	0.00%	0.00%	4	4
<b>04.02.05</b>	<b>PIEZAS VARIAS</b>								
04.02.05.01	CAJA PARA VALVULA Ø 1/2" - 30 cm x 31 cm	pza	22.00	22.00	22.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.05.02	CAJA PARA VALVULA Ø 3/4" - 30 cm x 31 cm	pza	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.05.03	CAJA PARA VALVULA Ø 1" - 40 cm x 45 cm	pza	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.05.04	CAJA PARA VALVULA Ø 1 1/2" - 40 cm x 45 cm	pza	13.00	13.00	13.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.05.05	COLGADOR PARA UNA TUBERIA Ø 1"	pza	15.00	15.00	15.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.05.06	COLGADOR PARA UNA TUBERIA Ø 1.1/2"	pza	8.00	8.00	8.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.05.07	COLGADOR PARA UNA TUBERIA Ø 2"	pza	45.00	45.00	45.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.05.08	LLAVE ESFERICA DE RIEGO DE 1/2"	und	2.00	2.00	2.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.05.09	GRIFO DE RIEGO DE 1/2"	und	2.00	2.00	2.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.05.10	VALVULA REDUCTORA DE PRESION DE 3/4"	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	4	4
<b>04.02.06</b>	<b>PRUEBAS HIDRAULICAS</b>								
04.02.06.01	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION DE TUBERIAS.	m	356.00	356.00	356.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.06.02	DESINFECCIÓN DE LA CISTERNA DE AGUA	glb	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.06.03	PINTADO Y SEÑALIZADO DE TUBERÍAS	m	356.00	356.00	356.00	0.00%	0.00%	4	4
<b>04.02.07</b>	<b>ALMACENAMIENTO DE AGUA - CISTERNA DE AGUA DE CONSUMO</b>								
04.02.07.01	TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO Ø1" C/ROSCA	m	14.00	14.00	14.00	0.00%	0.00%	4	4

N° de partidas	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	und	Metodología		Grupo control	Porcentaje de variación		Evaluación de calidad	
			TRA	BIM		TRA	BIM	TRA	BIM
04.02.07.02	TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO Ø2" C/ROSCA	m	11.00	11.00	11.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.07.03	TUBERÍA DE ACERO GALVANIZADO Ø2.1/2" C/ROSCA	m	3.60	3.60	3.60	0.00%	0.00%	4	4
04.02.07.04	TUBERIA PVC CLASE-10 SP 6"	m	8.00	8.00	8.00	0.00%	0.00%	4	4
<b>04.02.08</b>	<b>ACCESORIOS EN CUARTO DE BOMBAS</b>								
04.02.08.01	CODO PVC SAP C-10 Ø 6" x 90°	und	2.00	2.00	2.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.02	CODO DE 90° ACERO GALVANIZADO Ø 1" C/R	und	6.00	6.00	6.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.03	CODO DE 90° ACERO GALVANIZADO Ø 2" C/R	und	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.04	CODO DE 90° ACERO GALVANIZADO Ø 2.1/2" C/R	und	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.05	TEE DE ACERO GALVANIZADO Ø 2" C/ROSCA	und	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.06	REDUCCION ACERO GALVANIZADO Ø2 1/2"x Ø2" C/ROSCA	und	3.00	3.00	3.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.07	REDUCCION ACERO GALVANIZADO Ø2 1/2"x Ø1.1/2" C/ROSCA	und	3.00	3.00	3.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.08	REDUCCION ACERO GALVANIZADO Ø2"x Ø1" C/ROSCA	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.09	UNIÓN UNIVERSAL ACERO GALVANIZADO Ø1"	und	6.00	6.00	6.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.10	UNIÓN UNIVERSAL ACERO GALVANIZADO Ø2"	und	6.00	6.00	6.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.11	UNIÓN UNIVERSAL ACERO GALVANIZADO Ø2.1/2"	und	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.12	BRIDA ROMPE AGUA DE ACERO INOXIDABLE AISI 304 SCH-40 DE ANCLAJE L=600 Ø2½"	und	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.13	BRIDA ROMPE AGUA ACERO INOXIDABLE 46 cm x 46 cm - Ø 2 1/2"	und	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.14	BRIDA ROMPE AGUA ACERO INOXIDABLE - Ø 6"	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.15	ADAPTADOR UNIÓN PRESIÓN - ROSCA PVC Ø2"	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.16	ACOPLE FLEXIBLE TIPO VITAU LIC DE Ø 2 1/2"	pza	2.00	2.00	2.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.17	ACOPLE FLEXIBLE TIPO VITAU LIC DE Ø 2.1/2"	pza	6.00	6.00	6.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.18	ELECTRONIVEL	und	7.00	7.00	7.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.19	PASE EN MURO 1.1/2"	und	2.00	2.00	2.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.20	TANQUE PULMON TIPO HIDRONEUMATICO DE 32 GALONES	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.21	MANOMETRO DE GLICERINA DE 0 - 300PSI Ø 3.1/2" UL/FM	und	2.00	2.00	2.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.22	SENSOR TRANSDUCTOR DE PRESION DE 1/2" CON SALIDA ANALOGICA	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.23	SELLADO IGNIFUGO DE PASES EN PISOS Y MUROS	m2	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.08.24	SOPORTERIA EN GENERAL (Material de fierro para soportes: ángulos, pernos, tacos de expansión, varilla roscada, platina, tuercas, arandelas, broca de concreto, ubolt, Unistrut, etc.)	glb	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	4	4
<b>04.02.09</b>	<b>VALVULAS EN CUARTO DE BOMBAS</b>								
04.02.09.01	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE 250 LB 3/4"	pza	2.00	2.00	2.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.09.02	VALVULA FLOTADORA C/BOYA DE COBRE DE 1"	pza	2.00	2.00	2.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.09.03	VÁLVULA DE BOLA DE BRONCE Ø1" C/R	und	3.00	3.00	3.00	0.00%	0.00%	4	4
04.02.09.04	VÁLVULA DE BOLA DE BRONCE Ø2" C/R	und	3.00	4.00	3.00	0.00%	25.00%	4	3
04.02.09.05	VÁLVULA DE BOLA DE BRONCE Ø2.1/2" C/R	und	4.00	3.00	4.00	0.00%	-33.33%	4	1
04.02.09.06	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 2" C/ROSCA	und	3.00	3.00	3.00	0.00%	0.00%	4	4

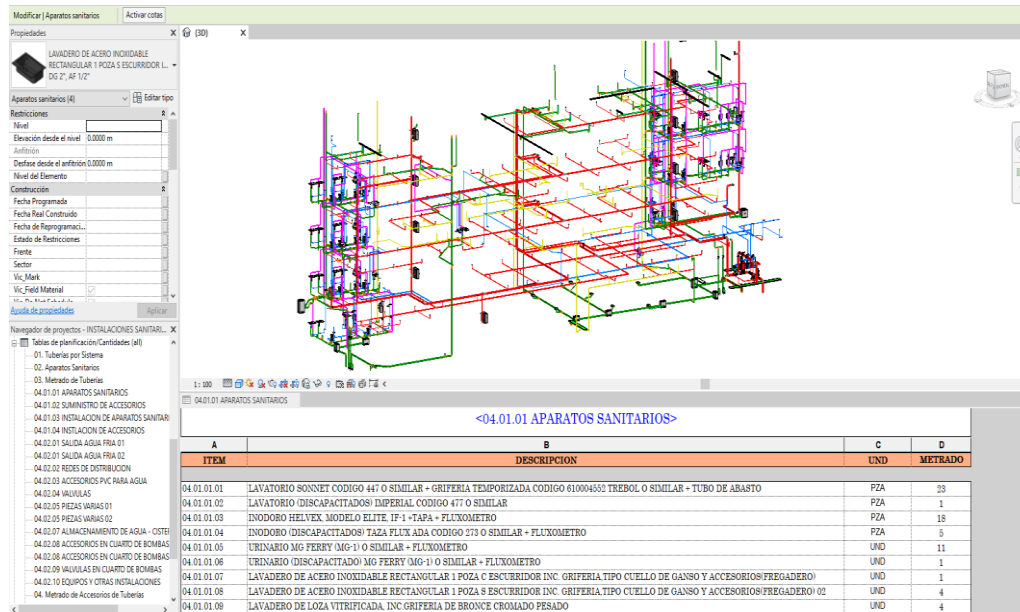
N° de partidas	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	und	Metodología		Grupo control	Porcentaje de variación		Evaluación de calidad	
			TRA	BIM		TRA	BIM	TRA	BIM
04.02.09.07	VALVULA DE PIE CON CANASTILLA 2.1/2"	pza	3.00	3.00	3.00	0.00%	0.00%	4	4
<b>04.02.10</b>	<b>EQUIPOS Y OTRAS INSTALACIONES</b>								
04.02.10.01	ELECTROBOMBA PRESION CONSTANTE Y VELOCIDAD VARIABLE TIPO VERTICAL DE Q=1.90 LPS HDT=42.0 M DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES TÉCNICAS INC. TABLERO DE CONTROL Y 1 VARIADOR DE VELOCIDAD PARA CADA ELECTROBOMBA, PLC, ETC	glb	3.00	3.00	3.00	0.00%	0.00%	4	4
<b>04.03</b>	<b>SISTEMA DE AGUA CALIENTE</b>								
<b>04.03.01</b>	<b>SALIDAS DE AGUA CALIENTE</b>								
04.03.01.01	SALIDA AGUA CALIENTE CPVC C/ ROSCA 1/2"	pto	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	4	4
<b>04.03.02</b>	<b>REDES DE DISTRIBUCION</b>								
04.03.02.01	TUBERIA CPVC CLASE 10 C/ ROSCA 1/2"	m	4.50	4.50	4.50	0.00%	0.00%	4	4
04.03.02.02	TUBERIA CPVC CLASE 10 C/ ROSCA 3/4"	m	11.20	11.20	11.20	0.00%	0.00%	4	4

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la tabla 56 se puede verificar que para la especialidad de Sanitarias realizado en gabinete, se logró cuantificar las partidas ejecutadas del proyecto centro de servicios, alcanzando a identificar las partidas en un total de 92 Ítems, las cuales se puede determinar que en función al grupo control para la metodología de información en la partida “04.01.01.08 lavadero de acero inoxidable rectangular 1 poza s/ escurridor, inc. grifería, tipo cuello de ganso y accesorios(fregadero)” logrando cuantificar 4.00 und lo cual es igual al metrado establecido en el expediente técnico en la metodología convencional, de lo cual se puede determinar que en función al grupo control el margen de error en la metodología de información presenta un 0.00% igual que el margen de error que la metodología convencional del expediente de un 0.00%.

Figura 31 Modelamiento de la Partida 04.01.01 Suministro de Aparatos Sanitarios

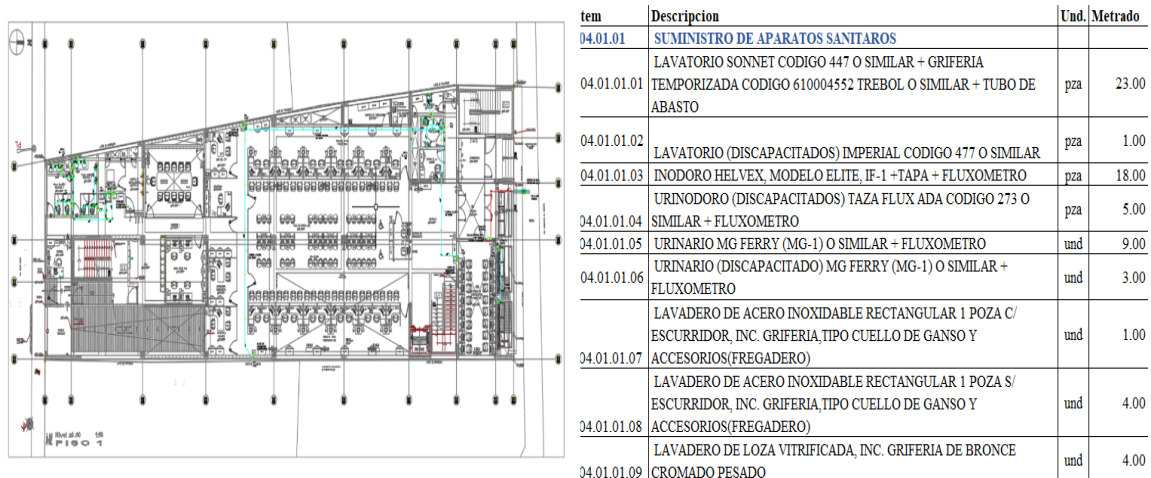


**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la Figura 29 se aprecia la cuantificación de elementos realizados por la herramienta de modelamiento de información, en este caso de la partida “04.01.01 Suministros de aparatos Sanitarios” la cual se realizó por medio de la opción de tablas de planificación/cantidades y computo de materiales, que posteriormente se adjuntaron en el apartado.

Figura 32 Modelamiento de la partida 04.01.01 Suministros de Aparatos Sanitarios



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la Figura 30 se aprecia la cuantificación para la partida “05.01.01.14 PUESTA A TIERRA” recuperados del software AutoCAD y presentados en formato físico y digital en el archivo (\*.xlsx), debido a que este archivo es compatible para el cálculo de cuantificaciones, como podemos apreciar se hace uso de 2 software para obtener la cuantificación y así lograr el objetivo de la investigación.

**Tabla 57** *Calidad Promedio en Sanitarias Convencional*

ESCALA CALIDAD (Tradicional)	
Partidas	Calidad Promedio
92	4.00

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

**Tabla 58** *Calidad Promedio en Sanitarias BIM*

ESCALA CALIDAD (BIM)	
Partidas	Calidad Promedio
92	3.74

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Posteriormente de haber realizado la revisión y plasmado las cuantificaciones mostradas en la tabla 56 se obtuvieron los porcentajes con respecto al grupo control para cada metodología presentada, luego se pasara a realizar el análisis en base a la evaluación de la calidad para cada Ítems presentado, para ello se usó la tabla 32 ( indicador de calidad) y finalizando un promedio total de calidad para ambas metodologías, y así registrando un puntuación promedio final de 4 que representa a la metodología convencional y 3.74 para la metodología de información.

**Tabla 59** *evaluación de tiempo en sanitarias tradicional*

ESCALA DE TIEMPO (T)			
Personal Asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Evaluación de Tiempo
1	2	52	3.58

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

**Tabla 60** Evaluación de tiempo en sanitaria BIM

ESCALA DE TIEMPO (B)			
Personal Asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Evaluación de Tiempo
1	1	17	4.71

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En las tabla 59 y 60 muestra el análisis de la capacidad del personal como otros componentes que se empleó para la revisión en la evaluación del tiempo del proyecto centro de servicios, obteniendo un total de 52H Y 17H para cada metodología empleada, tiempo que los involucrados invirtieron en el proyecto de mediana complejidad, resultando una evaluación de tiempo de 3.58 y 4.71 por medio del análisis de medición que se describe en la tabla 33 (indicador de tiempo), lo cual conllevó a obtener un resultado de los costos de personal de los trabajadores involucrados para ambas metodologías, Realizando actividades secundarias de cuantificar y revisar los valores de medición, lo que represento un costo para la los involucrados de la empresa de S/.12.50 por horas por trabajador.

La tabla 59 y 60 está relacionada con la tabla 61 y 62 con respecto a la estimación de tiempo empleado por el personal en el proyecto centro de servicio, debido a que en base al costo por horas de cada involucrado en la cantidad de revisiones, el costo total de personal para el proyecto con metodología tradicional fue de S/.1,300.00 con una evaluación mediante el análisis de medición que se describe en la tabla 34 (indicador de costos) con una estimación de 3.44 y con la metodología de información obteniendo S/.212.50 con una evaluación de 4.76.

**Tabla 61** Evaluación de Costos de Sanitaria Convencional

ESCALA DE COSTO (T)					
Personal Asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Costo HH	Costo total	evaluación de Costo
1.00	2.00	52.00	12.50	1,300.00	3.44

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente centro de control y fiscalización de Tacna.



**Tabla 62** Evaluación de Costos de Sanitaria BIM

ESCALA DE COSTO (B)					
Personal Asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Costo HH	Costo total	evaluación de Costo
1.00	1.00	17.00	12.50	212.50	4.76

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la tabla 63 y 64 se puede apreciar la efectividad esperado por parte de las metodologías realizado en el proyecto de mediana complejidad, obteniendo un porcentaje final de 67% por parte de la metodología convencional y un 85% para el modelado de información, demostrando así que en la cuantificación de metrados se tiene una precisión optima, debido a que se supera al porcentaje de efectividad en la aplicación de la metodología convencional, y así invirtiendo menor cantidad de horas hombres y manteniendo los estándares de calidad de información en la ejecución del modelado de construcción.

**Tabla 63** Efectividad Porcentual en Sanitaria Convencional

Objetivo	Facto de peso	Indicador	Escala	escala promedio	Efectividad
Cuantificación de metrados	40.00%	costo	3.44	3.67	67%
	30.00%	calidad	4.00		
	30.00%	tiempo	3.58		

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la tabla 63 se observa una efectividad para la especialidad de estructuras por encima del 50%, para (Medina Chocetoy et al., 2020) el valor actual obtenido significa que al encontrarse por encima del porcentaje señalado en la cuantificación de metrados es efectivo en la calidad para cuantificación de metrados.

**Tabla 64** Efectividad porcentual en sanitarias con BIM

Objetivo	Facto de peso	Indicador	Escala	escala promedio	Efectividad
Cuantificación de metrados	40.00%	costo	4.76	4.21	85%
	30.00%	calidad	3.74		
	30.00%	tiempo	4.71		

**Elaboración:** Autoría Propia

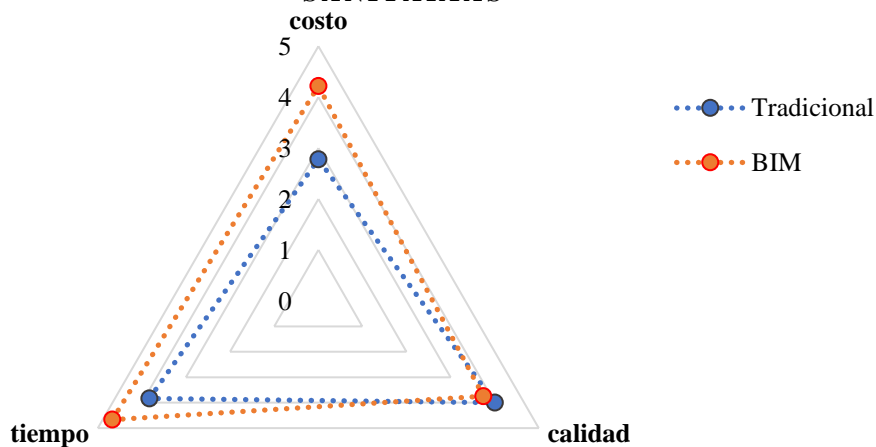
**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

El porcentaje de efectividad la cual podemos observar en la tabla 64 es de un valor estimado de 85%, demostrando así que para la cuantificación de metrado tiene una precisión optima, ya que supera al porcentaje de efectividad base y sobrepasando así a la metodología convencional, esto se debe a que se invierte menor cantidad de horas hombres y se conserva los estándares de calidad en el modelamiento de información.

En la Figura 31 se pudo verificar que en la especialidad de sanitarias que se empleó metodología BIM alcanzo 4.76 y 4.71 en los indicadores de costo y tiempo, pero en indicadores de calidad se aproximan a la escala optima, sin embargo, con la metodología convencional, se obtuvieron puntajes lejanos al optimo en cada uno de los indicadores.

**Figura 33** Triangulo de Benchmark Para La Especialidad De Sanitarias

**BENCHMARK DE LA CUANTIFICACION DE METRADOS - SANITARIAS**



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

### 3.1.3.6 Resultado de la Efectividad de las Metodologías Propuestas en la Especialidad de Eléctricas para el Proyecto Centro de Servicios

*Tabla 65 Revisión de Cuantificación y Evaluación de Calidad en la Especialidad de Eléctricas*

N° de partidas	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	und	Metodología		Grupo control	Porcentaje de variación		Evaluación de calidad	
			TRA	BIM		TRA	BIM	TRA	BIM
<b>05</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>								
<b>05.01</b>	<b>BAJA TENSION</b>								
<b>05.01.01</b>	<b>SALIDAS Y CAJAS</b>								
<b>05.01.01.01</b>	<b>SALIDAS PARA ALUMBRADO</b>								
05.01.01.01.01	SALIDA PARA ALUMBRADO (CENTRO DE LUZ) NH 80 LSOH 4mm2	pto	448.00	462.00	448.00	0.00%	3.03%	3	4.61
05.01.01.01.02	SALIDA PARA ALUMBRADO EN PISO	pto	8.00	7.00	8.00	0.00%	-14.29%	3	1
05.01.01.01.04	SALIDA PARA ALUMBRADO EN PARED	pto	20.00	13.00	20.00	0.00%	-53.85%	3	1
05.01.01.01.05	SALIDA PARA ECRAN ELECTRICO	pto	3.00	2.00	3.00	0.00%	-50.00%	3	1
05.01.01.01.06	SALIDA PARA SEÑALETICA RETROILUMINADA	pto	30.00	24.00	30.00	0.00%	-25.00%	3	1
05.01.01.01.07	SALIDA PARA TV	pto	15.00	11.00	15.00	0.00%	-36.36%	3	1
05.01.01.01.08	SALIDA PARA PROYECTOR	pto	4.00	3.00	4.00	0.00%	-33.33%	3	1
05.01.01.01.09	SALIDA PARA ALUMBRADO DE EMERGENCIA	pto	145.00	138.00	145.00	0.00%	-5.07%	3	1
05.01.01.01.10	SALIDA PARA SENSOR DE MOVIMIENTO PARED	pto	6.00	3.00	6.00	0.00%	-100.00%	3	1
05.01.01.01.11	SALIDA PARA SENSOR DE MOVIMIENTO CORREDOR	pto	25.00	27.00	25.00	0.00%	7.41%	3	3.16
05.01.01.01.12	SALIDA SENSOR DE MOVIMIENTO AMBIENTES 360°	pto	64.00	61.00	64.00	0.00%	-4.92%	3	1
<b>05.01.01.02</b>	<b>SALIDAS PARA TOMACORRIENTES</b>								
05.01.01.02.01	SALIDA PARA TOMACORRIENTE BIPOLAR DOBLE C/ LINEA A TIERRA PVC SAP/CONDUIT 20mm TIPO SHUKO + TRES EN LINEA	pto	361.00	232.00	361.00	0.00%	-55.60%	3	1
05.01.01.02.02	SALIDA PARA TOMACORRIENTE BIPOLAR DOBLE C/ LINEA A TIERRA ESTABILIZADO PVC SAP/CONDUIT 20mm (LSOH 4 mm2) TIPO TRES EN LINEA	pto	95.00	93.00	95.00	0.00%	-2.15%	3	1
05.01.01.02.03	SALIDA PARA TOMACORRIENTE BIPOLAR DOBLE C/ LINEA A TIERRA A PRUEBA DE AGUA E INTEMPERIE CON GFCI PVC SAP 20mm (LSOH 4 mm TIPO SHUKO + TRES EN LINEA	pto	5.00	6.00	5.00	0.00%	16.67%	3	2.07
<b>05.01.01.03</b>	<b>SALIDAS PARA INTERRUPTORES</b>								
05.01.01.03.01	SALIDA PARA INTERRUPTOR UNIPOLAR SIMPLE PVC SAP 20mm (LSOH 4 mm2)	pto	23.00	24.00	23.00	0.00%	4.17%	3	4.83
05.01.01.03.02	SALIDA PARA INTERRUPTOR DOBLE PVC SAP 20mm (LSOH 4 mm2)	pto	2.00	1.00	2.00	0.00%	-100.00%	3	1
05.01.01.03.03	SALIDA PARA INTERRUPTOR TRIPLE PVC SAP 20mm (LSOH 4 mm2)	pto	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
<b>05.01.01.04</b>	<b>SALIDAS DE FUERZA</b>								
05.01.01.04.01	SALIDA DE FUERZA, PARA ASCENSOR, TUBERIA CONDUIT 55mm (3 X 25mm2 LSOH + 1 X 10mm2 LSOH)	pto	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.04.02	SALIDA DE FUERZA PARA BOMBA DE AGUA, TUBERIA CONDUIT 25 mm (2x6mm2 + 1x6mm2 LSOH)	pto	3.00	3.00	3.00	0.00%	0.00%	3	4

N° de partidas	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	und	Metodología		Grupo control	Porcentaje de variación		Evaluación de calidad	
			TRA	BIM		TRA	BIM	TRA	BIM
05.01.01.04.03	SALIDA DE FUERZA, PARA BOMBA SUMIDERO DE AGUA, TUBERIA CONDUIT 25mm (2x6mm <sup>2</sup> + 1x6mm <sup>2</sup> LSOH)	pto	2.00	2.00	2.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.04.04	SALIDA DE FUERZA, PARA BOMBA AGUAS NEGRAS, TUBERIA CONDUIT 25mm (2x6mm <sup>2</sup> + 1x6mm <sup>2</sup> LSOH)	pto	2.00	2.00	2.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.04.05	SALIDA DE FUERZA, PARA BOMBA JOCKEY, TUBERIA CODUIT 20mm (3x6mm <sup>2</sup> + 1x4mm <sup>2</sup> LSOH)	pto	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.04.06	SALIDA DE FUERZA, PARA BOMBA DE AGUA CONTRA INCENDIO, TUBERIA CONDUIT 80mm (3x70mm <sup>2</sup> + 1x25mm <sup>2</sup> LSOH)	pto	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.04.07	SALIDA DE FUERZA, PARA EXTRACCION DE MONOXIDO DE CARBONO, TUBERIA CONDUIT 25mm (3x4mm <sup>2</sup> + 1x4mm <sup>2</sup> LSOH)	pto	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.04.08	SALIDA DE FUERZA, PARA INYECCION Y EXTRACCION DE AIRE, EVAPORADOR DE A/A TUBERIA CONDUIT 25mm (3x6mm <sup>2</sup> +1x6mm <sup>2</sup> LSOH) / (3x4mm <sup>2</sup> +1x4mm <sup>2</sup> LSOH)	pto	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.04.09	SALIDA DE FUERZA UC-01 (3-1x70mm <sup>2</sup> LSOH+ 1-1x25mm <sup>2</sup> LSOH)/ TUBERIA CONDUIT 80mm	pto	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.04.10	SALIDA DE FUERZA UC-02 (3-1x35mm <sup>2</sup> LSOH+ 1-1x16mm <sup>2</sup> LSOH)/ TUBERIA CONDUIT 55mm	pto	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.04.11	SALIDA DE FUERZA UC-03 (3-1x16mm <sup>2</sup> LSOH+ 1-1x10mm <sup>2</sup> LSOH)/ TUBERIA CODUIT 55mm	pto	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.04.12	SALIDA DE FUERZA UC-04 (3-1x6mm <sup>2</sup> LSOH+ 1-1x6mm <sup>2</sup> LSOH)/ TUBERIA CODUIT 25mm	pto	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.04.13	SALIDA DE FUERZA, PARA PUERTA LEVADIZA, TUBERIA CONDUIT 25mm (3x4mm <sup>2</sup> + 1x4mm <sup>2</sup> LSOH)	pto	4.00	4.00	4.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.04.14	SALIDA DE FUERZA, PARA THERMA, TUBERIA CONDUIT 25mm (3x4mm <sup>2</sup> + 1x4mm <sup>2</sup> LSOH)	pto	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
<b>05.01.01.05</b>	<b>CAJAS DE PASE</b>								
05.01.01.05.01	CAJA DE PASE CUADRADA CON TAPA 100 X 100 X 50 mm	und	197.00	103.00	197.00	0.00%	-91.26%	3	1
<b>05.01.01.06</b>	<b>BANDEJA METALICA</b>								
05.01.01.06.01	BANDEJA METALICA CON TAPA DE 300 X 100 mm Y BASE PERFORADA	m	125.00	137.65	125.00	0.00%	9.19%	3	3.35
05.01.01.06.05	TEE HORIZONTAL METALICA GALVANIZADA CON TAPA Y BASE PERFORADA 300 x 100 mm, E = 2mm	und	2.00	2.00	2.00	0.00%	0.00%	3	4
<b>05.01.01.07</b>	<b>CANALIZACION, CONDUCTORES O TUBERIAS</b>								
05.01.01.07.01	TUBERIA CONDUIT F°G° DE ø 20 mm	m	2,000.00	#####	#####	0.00%	52.39%	3	1.54
05.01.01.07.02	TUBERIA CONDUIT F°G° DE ø 25 mm	m	950.00	936.93	950.00	0.00%	-1.39%	3	1
05.01.01.07.03	TUBERIA CONDUIT F°G° DE ø 55 mm	m	190.00	511.84	190.00	0.00%	62.88%	3	1.75
05.01.01.07.04	TUBERIA CONDUIT F°G° DE ø 80 mm	m	125.00	150.34	125.00	0.00%	16.86%	3	2.1
05.01.01.07.06	TUBO CURVA CONDUIT F°G° DE ø 20 mm	und	660.00	542.52	660.00	0.00%	-21.65%	3	1
05.01.01.07.07	TUBO CURVA CONDUIT F°G° DE ø 25 mm	und	220.00	235.46	220.00	0.00%	6.57%	3	3.06
<b>05.01.01.09</b>	<b>TABLEROS</b>								
05.01.01.09.01	TGP TABLERO GENERAL PRINCIPAL AUTOSOPORTADO 220V 3Ø, 60 Hz	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.09.02	T BCOND TABLERO BANCO DE CONDENSADORES 220V, 3Ø, 60Hz	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4

N° de partidas	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	und	Metodología		Grupo control	Porcentaje de variación		Evaluación de calidad	
			TRA	BIM		TRA	BIM	TRA	BIM
05.01.01.09.03	TTA-1 TABLERO TRANSFERENCIA AUTOMATICO TGE AUTOSOPORTADO 220V, 3Ø, 60Hz	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.09.04	TTA-2 TABLERO TRANSFERENCIA AUTOMATICO BCI AUTOSOPORTADO 220V, 3Ø, 60Hz	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.09.05	TGE TABLERO GENERAL DE EMERGENCIA AUTOSOPORTADO 220V, 3Ø, 60 Hz	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.09.06	TFS TABLERO DE FUERZA SOTANO ADOSADO, 220V, 3Ø, 60 Hz	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.09.07	TF1 TABLERO DE FUERZA 1ER PISO ADOSADO, 220V, 3Ø, 60 Hz	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.09.08	TF2 TABLERO DE FUERZA 2DO PISO ADOSADO, 220V, 3Ø, 60 Hz	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.09.09	TAA TABLERO GENERAL DE AIRE ACONDICIONADO ADOSADO IP64, 220V, 3Ø, 60 Hz	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.09.10	TAA-E TABLERO DE AIRE ACONDICIONADO EMERGENCIA ADOSADO IP 64, 220V, 3Ø, 60 Hz.	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.09.11	TDS TABLERO DISTRIBUCION SOTANO ADOSADO, 220V, 3Ø, 60 Hz	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.09.12	TD1 TABLERO DISTRIBUCION 1ER PISO ADOSADO, 220V, 3Ø, 60 Hz.	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.09.13	TD2 TABLERO DISTRIBUCION 2DO PISO ADOSADO, 220V, 3Ø, 60 Hz.	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.09.14	TD3 TABLERO DISTRIBUCION 3ER PISO ADOSADO, 220V, 3Ø, 60 Hz	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.09.15	TGS TABLERO GENERAL ESTABILIZADO ADOSADO 380/ 220V + N, 3Ø, 60 Hz	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.09.16	TS1 TABLERO ESTABILIZADO 1ER PISO ADOSADO, 380/220V + N, 3Ø, 60 Hz	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.09.17	TS2 TABLERO ESTABILIZADO 2DO PISO ADOSADO, 380/220V + N, 3Ø, 60 Hz	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.09.18	T ASC TABLERO ASCENSOR ADOSADO IP64 , 220V 3Ø, 60 Hz.	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.09.19	T-UPS TABLERO UPS, 3Ø, 60 Hz, 380 V + N	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
<b>05.01.01.10</b>	<b>ARTEFACTOS DE ILUMINACION</b>								
05.01.01.10.01	ARTEFACTO DE ILUMINACION DOWNLIGHTS LED 23W	pza	55.00	37.00	55.00	0.00%	-48.65%	3	1
05.01.01.10.02	ARTEFACTO TIPO BASIC LED 15W	pza	55.00	53.00	55.00	0.00%	-3.77%	3	1
05.01.01.10.03	ARTEFACTO TIPO BASIC LED 25W	pza	124.00	132.00	124.00	0.00%	6.06%	3	3.01
05.01.01.10.04	ARTEFACTO TIPO BASIC LED 30W	pza	12.00	12.00	12.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.10.05	ARTEFACTO TIPO LEDA LED E 48W	pza	42.00	43.00	42.00	0.00%	2.33%	3	4.47
05.01.01.10.06	ARTEFACTO TIPO PLG LED PARED 50W	pza	13.00	13.00	13.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.10.07	ARTEFACTO TIPO GEA LED 9x3W	pza	8.00	8.00	8.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.10.08	ARTEFACTO TIPO ESSENCE LED 48W	pza	103.00	94.00	103.00	0.00%	-9.57%	3	1
05.01.01.10.09	ARTEFACTO TIPO AHR LED 36W	pza	57.00	66.00	57.00	0.00%	13.64%	3	3.78
05.01.01.10.10	ARTEFACTO TIPO ZORUS 250W	pza	7.00	7.00	7.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.10.11	CINTA LED	m	25.00	24.00	25.00	0.00%	-4.17%	3	1
05.01.01.10.12	LUMINARIA ALUMBRADO EMERGENCIA	pza	147.00	138.00	147.00	0.00%	-6.52%	3	1
05.01.01.10.13	PANEL SEÑALETICA RETROILUMINADA	und	28.00	24.00	28.00	0.00%	-16.67%	3	1
05.01.01.10.14	SENSOR DE MOVIMIENTO PARED	und	6.00	3.00	6.00	0.00%	-100.00%	3	1
05.01.01.10.15	SENSOR DE MOVIMIENTO CORREDOR	und	25.00	27.00	25.00	0.00%	7.41%	3	3.16

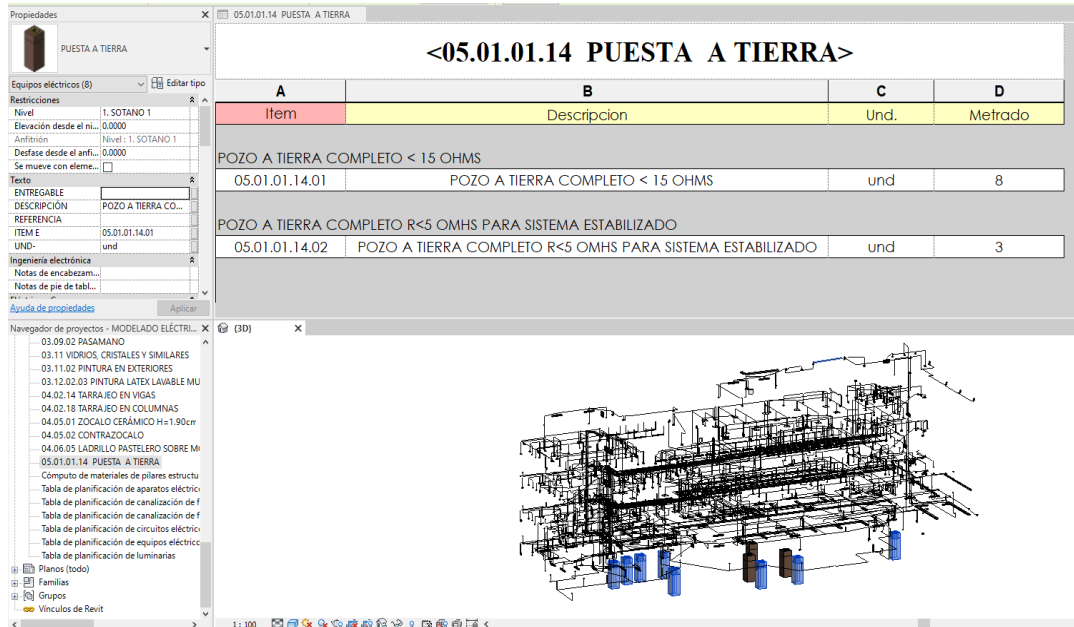
N° de partidas	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	und	Metodología		Grupo control	Porcentaje de variación		Evaluación de calidad	
			TRA	BIM		TRA	BIM	TRA	BIM
05.01.01.10.16	SENSOR DE MOVIMIENTO AMBIENTES 360°	und	64.00	61.00	64.00	0.00%	-4.92%	3	1
<b>05.01.01.11</b>	<b>TOMACORRIENTES</b>								
05.01.01.11.01	TOMACORRIENTE BIPOLAR DOBLE C/ LINEA A TIERRA TIPO SHUKO + TRES EN LINEA (BLANCO), 16A	pto	365.00	232.00	365.00	0.00%	-57.33%	3	1
05.01.01.11.02	TOMACORRIENTE BIPOLAR DOBLE C/ LINEA A TIERRA ESTABILIZADO TRES EN LINEA + TRES EN LINEA (ROJO), 10A	pto	95.00	93.00	95.00	0.00%	-2.15%	3	1
05.01.01.11.03	TOMACORRIENTE BIPOLAR DOBLE C/ LINEA A TIERRA A PRUEBA DE AGUA E INTEMPERIE TIPO SHUKO + TRES EN LINEA (BLANCO), 16A	pto	5.00	6.00	5.00	0.00%	16.67%	3	2.07
<b>05.01.01.12</b>	<b>INTERRUPTORES</b>								
05.01.01.12.01	INTERRUPTOR UNIPOLAR SIMPLE (BLANCO)	pza	23.00	24.00	23.00	0.00%	4.17%	3	4.83
05.01.01.12.02	INTERRUPTOR UNIPOLAR DOBLE (BLANCO)	pza	2.00	1.00	2.00	0.00%	-100.00%	3	1
05.01.01.12.03	INTERRUPTOR UNIPOLAR TRIPLE (BLANCO)	pza	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
<b>05.01.01.13</b>	<b>EQUIPO UPS</b>								
05.01.01.13.02	UPS 30 KVA	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.13.03	ESTABILIZADOR PARA ASCENSOR 10KW	und	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4
<b>05.01.01.14</b>	<b>PUESTA A TIERRA</b>								
05.01.01.14.01	POZO A TIERRA COMPLETO < 15 OHMS	und	8.00	8.00	8.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.14.02	POZO A TIERRA COMPLETO R<5 OHMS PARA SISTEMA ESTABILIZADO	und	3.00	3.00	3.00	0.00%	0.00%	3	4
05.01.01.14.03	MALLA DE PUESTA A TIERRA	und	1.00	3.00	1.00	0.00%	66.67%	3	1.83
<b>05.02</b>	<b>MEDIA TENSION</b>								
<b>05.02.01</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS MEDIA TENSIÓN SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MT 10KV</b>								
05.02.01.01	INSTALACIONES ELECTRICAS MEDIA TENSION	glb	1.00	1.00	1.00	0.00%	0.00%	3	4

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la presente tabla 65 para la especialidad de eléctricas realizado en gabinete, se logró cuantificar las partidas ejecutadas del proyecto centro de servicios, alcanzando a identificar las partidas en un total de 88 Ítems, las cuales se puede determinar que en función al grupo control para la metodología de información en la partida "05.01.01.14 PUESTA A TIERRA" la cual se cuantifico 8 und lo cual se puede apreciar que es igual a la metodología convencional, de lo cual se puede determinar que en función al grupo control el margen de error en la metodología de información presenta un 0.00% de margen error que la metodología convencional del expediente en un 0.00%.

**Figura 34** Modelamiento de la Partida 05.01.01.14.01 Pozo a Tierra Completo



The screenshot displays the Revit interface for a 3D model of an electrical system. The main window shows a table with the following data:

A	B	C	D
Item	Descripcion	Und.	Metrado
POZO A TIERRA COMPLETO < 15 OHMS			
05.01.01.14.01	POZO A TIERRA COMPLETO < 15 OHMS	und	8
POZO A TIERRA COMPLETO R<5 OMHS PARA SISTEMA ESTABILIZADO			
05.01.01.14.02	POZO A TIERRA COMPLETO R<5 OMHS PARA SISTEMA ESTABILIZADO	und	3

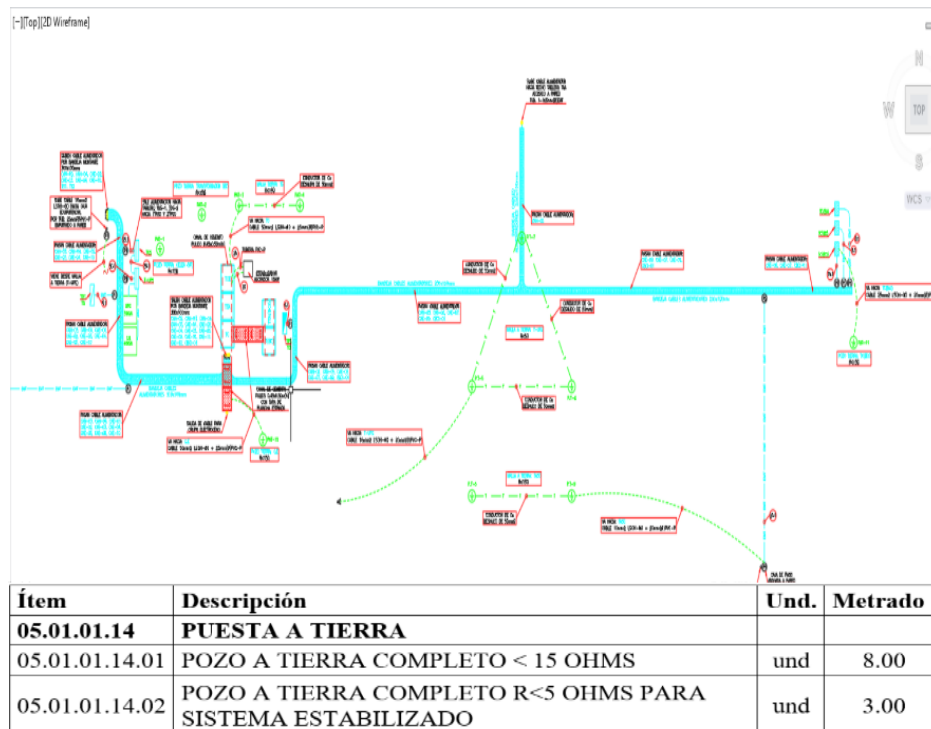
The interface also includes a left-hand navigation pane with a project tree and a right-hand 3D view of the electrical model.

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la figura 32 se aprecia la cuantificación de elementos realizados por la herramienta de modelamiento de información, en este caso de la partida 05.01.01.14 puesta a tierra la cual se realizó por medio de la opción de tablas de planificación/cantidades y computo de materiales, que posteriormente se adjuntaron en el apartado.

**Figura 35** Modelamiento de la partida 05.01.01.14.01 Pozo a tierra completo



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la figura 33 se aprecia la cuantificación para la partida “05.01.01.14 PUESTA A TIERRA” recuperados del software AutoCAD y presentados en formato físico y digital en el archivo (\*.xlsx), debido a que este archivo es compatible para el cálculo de cuantificaciones, como podemos apreciar se hace uso de 2 software para obtener la cuantificación y así lograr el objetivo de la investigación.

**Tabla 66** Calidad Promedio en Eléctricas Convencional

ESCALA CALIDAD (Tradicional)	
Partidas	Calidad Promedio
88	4.00

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.



**Tabla 67** Calidad Promedio en Eléctricas BIM

ESCALA CALIDAD (BIM)	
Partidas	Calidad Promedio
88	3.38

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Posteriormente de haber realizado la revisión y plasmado las cuantificaciones mostradas en la tabla 65 se obtuvieron los porcentajes con respecto al grupo control para cada metodología presentada, luego se pasara a realizar el análisis en base a la evaluación de la calidad para cada Ítems presentado, para ello se usó la tabla 32 ( indicador de calidad) y finalizando un promedio total de calidad para ambas metodologías, y así registrando un puntuación promedio final de 4.00 que representa a la metodología convencional y 3.38 para la metodología de información.

**Tabla 68** evaluación de tiempo en eléctricas tradicional

ESCALA DE TIEMPO (T)			
Personal Asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Evaluación de Tiempo
1	2	56	3.67

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

**Tabla 69** Evaluación de tiempo en eléctricas BIM

ESCALA DE TIEMPO (B)			
Personal Asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Evaluación de Tiempo
1	1	16	4.67

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En las tabla 68 y 69 muestra el análisis de la capacidad del personal como otros componentes que se empleó para la revisión en la evaluación del tiempo del proyecto centro de servicios, obteniendo un total de 56H Y 16H para cada metodología empleada, tiempo que los involucrados invirtieron

en el proyecto de mediana complejidad, resultando una evaluación de tiempo de 3.67 y 4.67 por medio del análisis de medición que se describe en la tabla 33 (indicador de tiempo), lo cual conllevó a obtener un resultado de los costos de personal de los trabajadores involucrados para ambas metodologías, Realizando actividades secundarias de cuantificar y revisar los valores de medición, lo que represento un costo para la los involucrados de la empresa de S/.12.50 por horas por trabajador.

La tabla 68 y 69 está relacionada con la tabla 70 y 71 con respecto a la estimación de tiempo empleado por el personal en el proyecto centro de servicio, debido a que en base al costo por horas de cada involucrado en la cantidad de revisiones, el costo total de personal para el proyecto con metodología tradicional fue de S/.1,400.00 con una evaluación mediante el análisis de medición que se describe en la tabla 34 (indicador de costos) con una estimación de 3.56 y con la metodología de información obteniendo S/.200.00 con una evaluación de 4.22.

**Tabla 70** Evaluación de costos de eléctricas convencional

ESCALA DE COSTO (T)					
Personal Asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Costo HH	Costo total	evaluación de Costo
1.00	2.00	56.00	12.50	1,400.00	3.56

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

**Tabla 71** Evaluación de costos de eléctricas BIM

ESCALA DE COSTO (B)					
Personal Asignado	Cantidad de revisiones	Horas invertidas	Costo HH	Costo total	evaluación de Costo
1.00	1.00	16.00	12.50	200.00	4.22

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la tabla 72 y 73 se puede apreciar la efectividad esperado por parte de las metodologías realizado en el proyecto de mediana complejidad, obteniendo un porcentaje final de 69% por parte de la metodología convencional y un 74% para el modelado de información, demostrando así que en la cuantificación de metrados se tiene una precisión optima, debido a que se supera al porcentaje de efectividad en la aplicación de la metodología convencional, y así invirtiendo menor cantidad de horas hombres y manteniendo los estándares de calidad de información en la ejecución del modelado de construcción.

**Tabla 72** Efectividad porcentual en eléctricas convencional

Objetivo	Facto de peso	Indicador	Escala	escala promedio	Efectividad
Cuantificación de metrados	40.00%	costo	3.56	3.41	69%
	30.00%	calidad	3.00		
	30.00%	tiempo	3.67		

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la tabla 72 se observa una efectividad para la especialidad de estructuras por encima del 50%, para (Medina Chocetoy et al., 2020) el valor actual obtenido significa que al encontrarse por encima del porcentaje señalado en la cuantificación de metrados es efectivo en la calidad para cuantificación de metrados.

**Tabla 73** Efectividad porcentual en eléctricas con BIM

Objetivo	Facto de peso	Indicador	Escala	escala promedio	Efectividad
Cuantificación de metrados	40.00%	costo	4.22	4.01	74%
	30.00%	calidad	3.13		
	30.00%	tiempo	4.67		

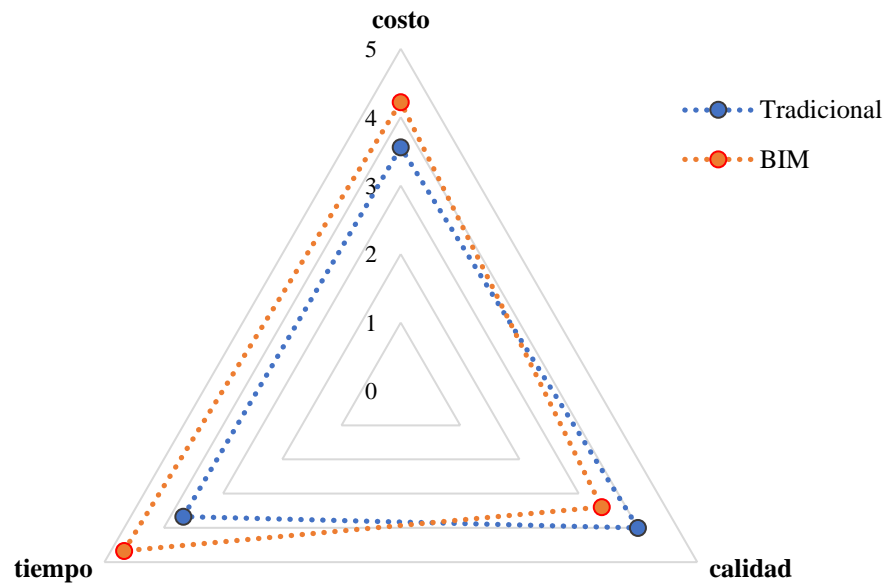
**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

El porcentaje de efectividad la cual podemos observar en la tabla 73, es de un valor estimado de 74%, demostrando así que para la cuantificación de metrado tiene una precisión optima, ya que supera al porcentaje de efectividad base y sobrepasando así a la metodología convencional, esto se debe a que se invierte menor cantidad de horas hombres y se conserva los estándares de calidad en el modelamiento de información.

**Figura 36 Triangulo de Benchmark para la Especialidad de Eléctricas**

**BENCHMARK DE LA CUANTIFICACION DE METRADOS-ELECTRICAS**



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la figura 34 se pudo verificar que, en la especialidad de estructura analizadas por ambas metodologías, se puede observar que el indicador de tiempo por parte del modelado brinda una mayor efectividad debido a que en el convencional se requiere mayor tiempo en los procesos de obtención de la cuantificación, además alcanzo 4.33 y 5.00 en los indicadores de costo y tiempo, pero en indicadores de calidad se aproximan a la escala optima, sin embargo, con la metodología convencional, se obtuvieron puntajes lejanos al optimo en cada uno de los indicadores.

Como resultado final tenemos que en el proyecto realizado con la metodología convencional tiene una baja efectividad, esto se debe a que por parte de la especialidad de estructura hay una diferencia de 20%, en arquitectura de 5%, sanitarias 18% y eléctricas 5% con respecto a la metodología de modelado de información, todo conlleva en la estimación de la efectividad en la cuantificación de metrados, llegando así a aumentar el costo y tiempo de la empresa, debido a que se requeriría en el proyecto más revisiones, tiempo y más costo, obteniendo una baja calidad en la estimación de metrados.

Por otro lado, en la implementación del modelo de información, se obtuvo una alta efectividad, con valores en sus respectivas especialidades: estructura 80%, arquitectura 76%, 82% sanitarias, 74% eléctricas, esto se debe a que los indicadores de costo y tiempo alcanzaron valores promedio de 4.25 y 4.77 siendo puntajes óptimos y para la escala de calidad 3.39, verificando así, que la implementación del modelo de información virtual en proyectos de mediana complejidad resulta ser efectivo y contrastando la hipótesis planteada para la presente investigación.

### 3.1.4 Resultado del Objetivo N°03

En la presente investigación se tuvo como resultado determinar la incidencia de la aplicación del modelado de información en la construcción en proyectos de mediana complejidad frente al costo de las interferencias de la Infraestructura de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna., para lograr el objetivo propuesto se obtuvo como base el (PMI (Guía del PMBOK), 2017), (OSCE, 2017), el Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado (OSCE, 2019).

Por otro lado, según el pensamiento (Ojeda, 2016, p. 79) indica que las interferencias representan una de las principales causas de problemas que ocurren en obra. Cuando se trabaja con la metodología tradicional, los planos no son analizados integrando las diferentes especialidades, es entonces que, durante la construcción, se encuentran las interferencias entre los diferentes elementos que componen las disciplinas.

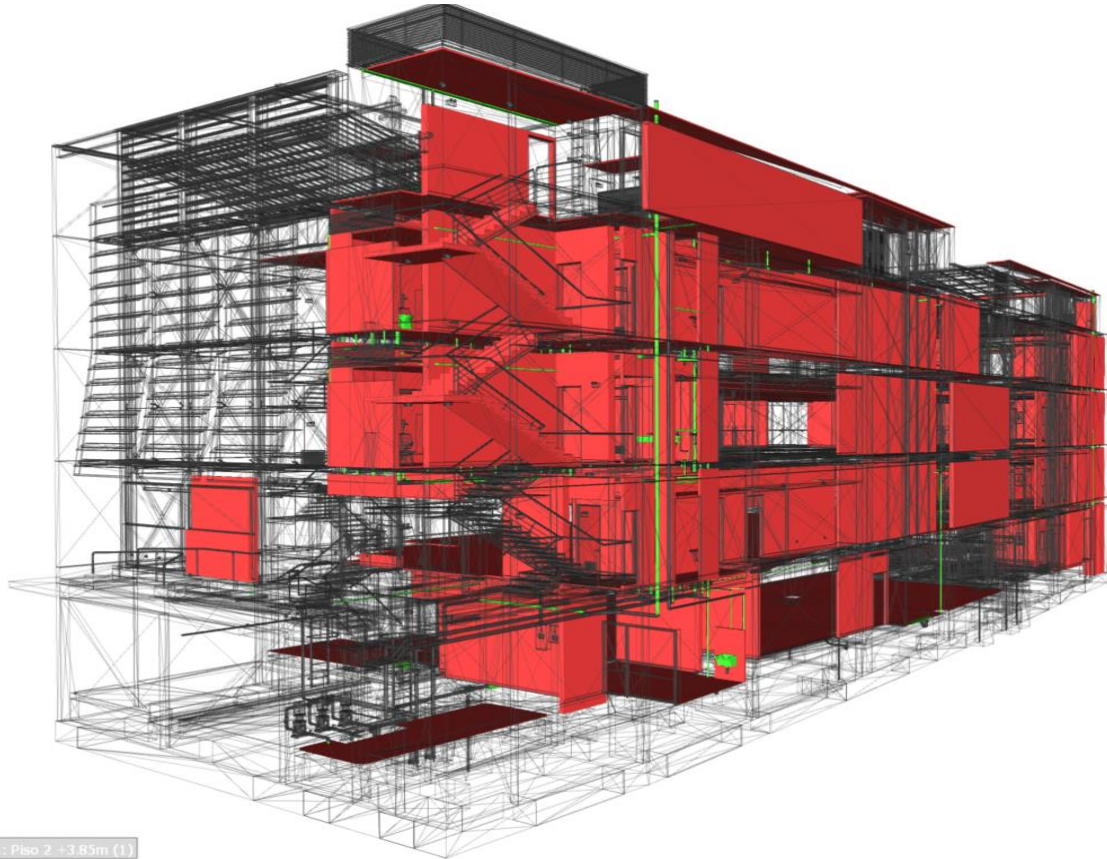
#### *3.1.4.1 Procedimiento del Análisis de Interferencia del Modelado*

En esta sección se va a explicar cómo se lleva a cabo la integración entre las disciplinas involucradas en el proyecto, para identificar cada una de las colisiones que se dan en el modelo. Una vez que todos los archivos se encuentran modelado, se importan y se crea un modelo federado el cual incluye todas las disciplinas del proyecto (Estructura, Arquitectura, Instalaciones Sanitarias e Instalaciones Eléctricas), posterior a ello se procede a identificar y detectar las colisiones constructivas, esta consiste en la compatibilización o integración de los planos de todas las especialidades correspondientes al proyecto con la finalidad de visualizar y analizar los elementos que no guarden relación entre una y otra especialidad.

Para el caso de estudio, se hizo un levantamiento de todas las interferencias del proyecto con el uso del software Navisworks, esta función consiste en confrontar dos tipos de elementos, o

modelos en sí el cruce de recorridos de tuberías de IIEE y IISS, el cruce de tuberías por elementos de concreto, la colocación de vanos en muros no existentes, etc.

*Figura 37 Interferencias del Modelado de Todas las Especialidades del Proyecto*



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Esta aplicación de la tecnología del modelado de información en la construcción, se comporta de manera versátil, se genera reportes en el cual se indican el status de las interferencias, ya que otra de las facilidades que nos brinda esta herramienta, es que una vez que se ha detectado la interferencia, se hace el análisis y se plantea una solución, evitando retrasos, sobrecostos en la fase de construcción (Adicionales o Ampliaciones de Plazos) y mejorando la coordinación entre los especialistas involucrados.

Por otro lado, según la investigación de (Morales Ríos, 2018) indica que algunas de las interferencias suelen deberse a errores de dibujo, que no se detectaron durante el modelado, lo cual menciona que toda interferencia debe revisarse para eliminar aquellos que no impliquen modificación en el campo.

Con todo lo mencionado anteriormente, es importante señalar que, de manera excepcional, que, durante el proceso del modelado del proyecto en estudio, se realizó la validación a través de juicios de expertos, en este caso fueron 3 expertos entre Arquitectos e Ingenieros de gran conocimiento en el tema de la metodología del Modelado de Información en la construcción, en el anexo 1 se adjunta las Cartas de Validación del modelado.

Como se ha mencionado en el párrafo anterior, se realizó la validación durante el proceso del modelado, se tuvo 3 reuniones con los expertos, obteniendo diferentes resultados en cada sesión, a continuación, se presenta el resultado.

Estas interferencias se obtuvieron a través de las comparaciones entre especialidades que conforma el proyecto (Estructura, Arquitectura, Instalaciones Sanitarias e Instalaciones Eléctricas), las cuales fueron:

**Tabla 74** Cantidad de interferencias detectadas del Proyecto del Modelamiento.

INTERFERENCIAS POR ESPECIALIDAD							
ESPECIALIDADES	EST Y IISS	EST Y IEE	ISS Y IEE	EST Y ARQ	ARQ Y IISS	ARQ Y IEE	TOTAL
<b>REVISION 1</b>	211	32	15	624	888	74	<b>1835</b>
<b>REVISION 2</b>	152	15	9	220	398	60	<b>848</b>
<b>REVISION 3</b>	69	3	6	31	131	19	<b>259</b>
<b>%</b>	26.74%	1.16%	2.33%	12.02%	50.39%	7.36%	100.00%

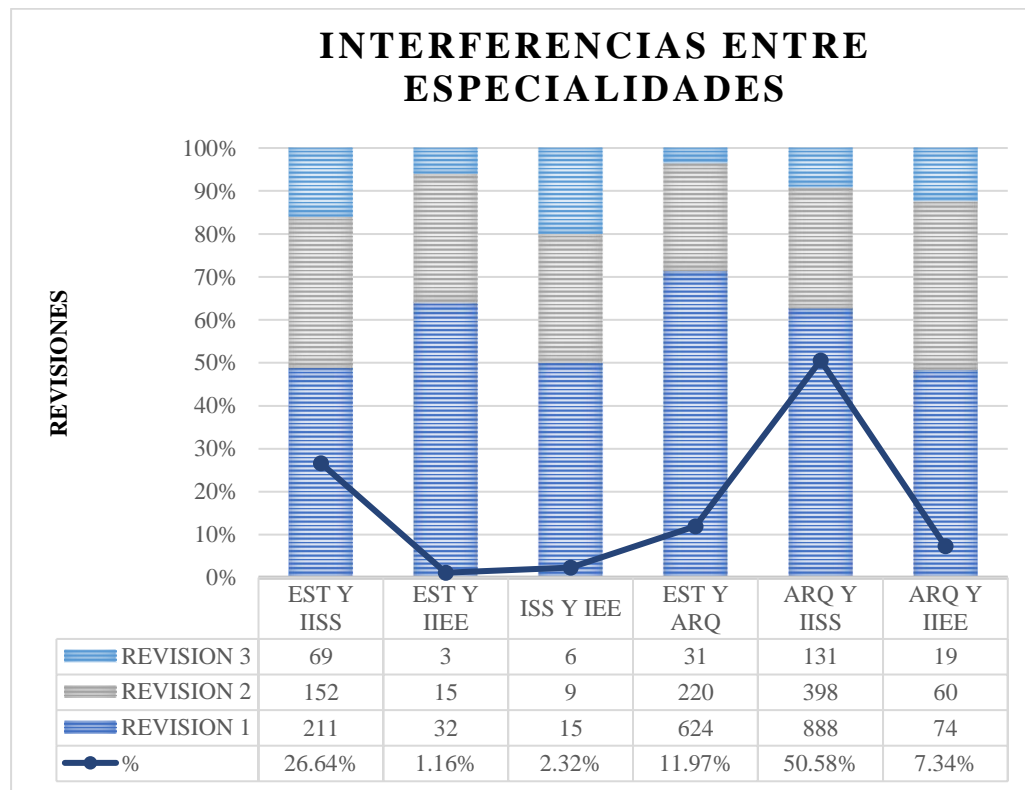
**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.



Al mismo tiempo se realizó la figura 36 lo cual nos muestra gráficamente la cantidad de interferencias encontradas entre las comparaciones de las diferentes especialidades del Proyecto.

**Figura 38** Gráfico de la cantidad de Interferencias del Proyecto de la Municipalidad de Tacna



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la tabla 74 y figura 36 se muestra las interferencias entre las diferentes especialidades, por cada reunión en las cuales los expertos revisaron el modelo del proyecto en estudio, en la sesión 1 se verifica que se obtuvo un total de mil ochocientos treinta y dos (1832) interferencias, en la sesión 2 se obtuvo ochocientos cincuenta y cuatro (854) y en la sesión 3 se obtuvo doscientos cincuenta y ocho (259) interferencias entre las diferentes especialidades gracias al modelamiento de información.

Después de haberse validado el modelado por los expertos, se presentan las interferencias finales, dando como resultado 259 interferencias.

Posteriormente se procede analizar, revisar tanto de manera cualitativa y cuantitativa la interferencia. Para valorarla cuantitativamente se realizó a través de la probabilidad e impacto, siguiendo los criterios mínimos ante una Gestión de Riesgos, para eso se tomó como referencia la Gestión de Riesgos en la Planificación de la Ejecución de Obras de la DIRECTIVA N°012-2017 OSCE/CD, según la (OSCE, 2017) para clasificar los riesgos sugiere usar la Guía PMBOK, según la Matriz de Probabilidad e Impacto (PMI (Guía del PMBOK), 2017).

### 3.1.4.2 Procedimiento de riesgo e interferencia

Una vez identificadas las interferencias se procede a valorarla según su probabilidad e impacto, la probabilidad se ha relacionado que tan frecuente sería que ocurra la interferencia, para ello se tuvo como base, las cartas que se tramitaron durante el periodo de la ejecución de la obra, por parte de la Contratista Contratante, el Supervisor de Obra hacia la Entidad.

**Tabla 75** Escala de probabilidad para medir las interferencias.

PROBABILIDAD	VALOR NUMERICO
Muy improbable	0.10
Relativamente Probable	0.30
Probable	0.50
Muy Probable	0.70
Casi Certeza	0.90

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** (PMI (Guía del PMBOK), 2017)

Al analizar el impacto se tomó como referencia la Guía PMBOK, donde se indica en Ítem 11 del numeral 11.3.2.3. Análisis de Datos de la Gestión de Riesgos del Proyecto que “La evaluación del impacto de los riesgos toma en cuenta el efecto potencial sobre uno o más de los objetivos del proyecto, tales como cronograma, costo, calidad”, en base a lo mencionado se analiza la latencia, costo y calidad del Proyecto en estudio.

**Tabla 76** Escala de impacto para medir las interferencias.

ESCALA		+/- IMPACTO SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO		
IMPACTO	VALOR NUMERICO	TIEMPO	COSTO	CALIDAD
BAJO	0.1	5 días	Aumento del 4% sobre el Costo.	Impacto menor sobre la funcionalidad general
MODERADO	0.2	1-15 días	Aumento del 6% sobre el Costo.	Algún impacto sobre áreas funcionales clave
ALTO	0.4	16-20 días	Aumento del 8% sobre el Costo.	Impacto significativo sobre la funcionalidad general
MUY ALTO	0.8	> 20 días	Aumento del 10% y menor 15% sobre el Costo.	Impacto muy significativo sobre la funcionalidad general

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** (OSCE, 2019; PMI (Guía del PMBOK), 2017).

La escala del tiempo, se tomó como referencia el Reglamento de la Ley N°30225, Ley de Contrataciones del estado, donde se menciona en el Artículo 193 Consultas sobre ocurrencias de la obra.

Impacto sobre el objetivo del tiempo, la escala Bajo se relacionó de acuerdo a lo que establece el Artículo 193 del numeral 193.2 donde se indica que *“Las consultas cuando por su naturaleza, en opinión del inspector o supervisor, no requieran de la opinión del proyectista, son absueltas por estos dentro del plazo máximo de cinco (5) días siguientes de anotadas las mismas”*.

Impacto sobre el objetivo del tiempo, la escala Moderada se relacionó de acuerdo a lo que se establece el Artículo 193 del numeral 193.3 donde se indica que *“Las consultas cuando por su naturaleza, en opinión del inspector o supervisor, requieran de la opinión del proyectista es elevada por estos a la Entidad dentro del plazo máximo de cuatro (4) días siguientes de anotadas, correspondiendo a esta en coordinación con el proyectista absolver la consulta dentro del plazo máximo de quince (15) días siguientes de la comunicación del inspector o supervisor”*.

Impacto sobre el objetivo del tiempo, la escala Alto se relacionó de acuerdo a lo que establece el Artículo 193 del numeral 193.3 donde se indica que *“Las consultas cuando por su naturaleza, en*

*opinión del inspector o supervisor, requieran de la opinión del proyectista son elevadas por estos a la Entidad dentro del plazo máximo de cuatro (4) días siguientes de anotadas, correspondiendo a esta en coordinación con el proyectista absolver la consulta dentro del plazo máximo de quince (15) días siguientes de la comunicación del inspector o supervisor”.*

Impacto sobre el objetivo del tiempo, la escala Muy Alto se relacionó de acuerdo a lo que establece el Artículo 193 del numeral 193.4 donde se indica que *“Para este efecto, la Entidad considera en el contrato celebrado con el proyectista cláusulas de responsabilidad y la obligación de atender las consultas que les remita la Entidad dentro del plazo que señale dicha cláusula. En caso no hubiese respuesta del proyectista en el plazo indicado en el numeral anterior, la Entidad absuelve la consulta y da instrucciones al contratista a través del inspector o supervisor, sin perjuicio de las acciones que se adopten contra el proyectista, por la falta de absolución de la misma”.*

La escala del costo lo relacionamos de acuerdo a la holgura del costo, al presupuesto del Proyecto y al cronograma GANT, así mismo se menciona que se ha teniendo en consideración el sistema de contratación en nuestro caso de estudio el sistema es a suma alzada lo cual nos delimita, ya que, en un sistema de contratación, lo cual la Entidad solo puede aprobar la reducción de prestaciones o adicionales- siempre que los planos o especificaciones técnicas – comprendidos en el Expediente Técnico de Obra- fueran modificados durante la ejecución, dicho esto se menciona que el proyecto como es, a suma alzada no se generó adicionales de obra, pero se tuvo deductivos en Instalaciones Eléctricas y Arquitectura teniendo una incidencia del 0.6%.

El impacto sobre el objetivo de Calidad nos basamos en el ejemplo del PMBOK nos proporciona, donde indica que se pueden utilizar para evaluar las amenazas y las oportunidades mediante la interpretación de las definiciones de impacto como negativo para las amenazas (retardo, costo adicional y déficit de desempeño) y positivo para las oportunidades (reducción del tiempo o del

costo y mejora del desempeño), este ejemplo lo relacionamos para el objetivo del proyecto en estudio, donde se pretende analizar las interferencias entre las diferentes especialidades.

Por otro lado, luego de haber evaluado las interferencias de acuerdo a Probabilidad e Impacto, posterior a ello se realiza una designación del tipo de riesgo según la probabilidad e impacto resultante.

**Tabla 77** Tipo de Riesgo por Probabilidad e Impacto

TIPO DE RIESGOS	PROBABILIDAD X IMPACTO
Muy alto	mayor que 0.50
Alto	menor a 0.50
Moderado	menor a 0.30
Bajo	menor a 0.10
Muy Bajo	menor a 0.05

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** (PMI (Guía del PMBOK), 2017)

El costo del riesgo afectado está determinado por la partida que está siendo afectada la cual sería necesario liberar o corregir la interferencia, estos costos es de acuerdo a Precio Unitario del presupuesto del proyecto y el porcentaje de contingencia se tomó como referencia a la tesis (Huaman, 2018), donde tomo en consideración el (PMI (Guía del PMBOK), 2017).

**Tabla 78** Tipo de Riesgo por Probabilidad e Impacto

	<b>Muy alto</b>	4.00%
	<b>Alto</b>	3.00%
	<b>Moderado</b>	2.00%
	<b>Bajo</b>	1.00%
	<b>Muy Bajo</b>	0.00%

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** (Huaman, 2018; PMI (Guía del PMBOK), 2017)

El total de interferencias a analizar, se obtuvo de acuerdo al total de interferencias del proyecto la cual fue 258 colisiones encontradas entre las diferentes especialidades (Arquitectura, Estructura, Instalaciones Sanitarias e Instalaciones eléctricas), como se muestra en la tabla 79.

**Tabla 79** Interferencias Finales encontradas de la Infraestructura de Tacna-Provincia y Distrito de Tacna

Nº	Especialidades	Nº de partidas
1	Arquitectura vs Estructura	31
2	Arquitectura vs Instalaciones sanitarias	131
3	Arquitectura vs Instalaciones eléctricas	19
4	Instalaciones sanitarias vs Instalaciones eléctricas	6
5	Estructura vs Instalaciones eléctricas	3
6	Estructura vs Instalaciones sanitarias	69
<b>Total</b>		<b>259</b>

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Posteriormente se describirá las Interferencias entre las diferentes especialidades encontradas del proyecto, se evaluó de manera cualitativa y cuantitativa siguiendo los procedimientos mínimos de la (OSCE, 2017), para una Gestión de Riesgos del Proyecto.

### 3.1.4.3 Análisis de Interferencias de Estructuras Vs Arquitectura

Se analizará las interferencias de la Especialidad de Estructuras vs Arquitectura de las cuales se obtuvo 31 colisiones, del análisis realizado se indica que 10% de estas podría ocasionar un costo en la ejecución del proyecto, el 90% se debieron a las incompatibilidades del proyecto o también a errores de dibujo, que no se detectaron durante el modelado tal y como lo menciona (Ojeda, 2016).

Es por ello se debe tener en consideración que, el modelador realice el proyecto de manera tal que sea constructivamente similar a la realidad; es decir, el modelo debe mantener la relación geométrica-espacial que cuando el proyecto se encuentre en la etapa de construcción, los objetos que han sido modelados, sean físicamente iguales a la construcción; es muy común colocar muros o columnas con ciertas alturas o anchos, pero lo que se debe tener en cuenta es cómo van a ser estos objetos cuando estén construidos.

Por otro lado de acuerdo a lo que sostiene (Aponte, 2016, p. 18), indica que el realizar un modelamiento de información permite equivocarnos virtualmente en el modelo y no en obra, generando un ahorro en costos por procesos mal diseñados. El modelo no sólo se utiliza para identificar conflictos entre disciplinas, sino que se convierte en una herramienta de análisis para revisar los criterios de diseño y la adecuada funcionalidad del conjunto entre las distintas instalaciones dependientes.

A continuación, se muestra ejemplos de las incompatibilidades o errores de diseño de la Especialidad de Arquitectura vs Estructuras las cuales se analizaron y se resolvieron en el modelado, el formato se compone por: Código, Fecha del reporte, Nivel, Planos de Referencia, Descripción, Fotografía Inicial, Fotografía Final de Status, Respuesta a la Observación, Responsable y Gravedad del Modelado.

Figura 39 Reportes de Observaciones del Modelado Interferencias de la Infraestructura de Tacna

PROYECTO: INFRAESTRUCTURA DE LA MUNICIPALIDAD DE TACNA-PROVINCIA Y DISTRITO DE TACNA															
REPORTES DE OBSERVACIONES : COMPATIBILIZACION BIM															
ACTUALIZADO A LA SESION N° 2															
Sesión 1: 01-12-20 Sesión 2: 14-01-21															
Fecha: 14/01/21															
COC	FECH EMB	PI	PLANO DE REFERENCIA	DESCRIPCION	E	A	I	FOTO INICIAL	FOTO FINAL	STATU	RESPUESTA A LA CONSULTA	RESPONSA	FUENTE CON SULT	GRAVEDAD CON SULT	
1	A01-E01	7/03/2021	1er piso-2do Piso	General del Primer Piso- Plano Gnereal del 2 Piso	El muro básico (Tabiquería Doble Placa de Roca de Yeso + Aislamiento de Lana de Roca) se intersecta con la viga rectangular (80x40) (1)	x	x				RESUELTA	Se ha corregido la medida del muro en el Modelado de Arquitectura, se considerado de cara de la viga del Piso 1 a la cara de la viga del Piso 2.	Modelador	Incomp. Información	Leve
2	A02-E02	7/03/2021	1er piso-2do Piso	General del Primer Piso- Plano Gnereal del 2 Piso	El muro básico (Tabiquería Doble Placa de Roca de Yeso + Aislamiento de Lana de Roca) se intersecta con la losa aligerada de h=20 cm. (2)	x	x				RESUELTA	Se ha corregido la medida del muro en el Modelado de Arquitectura, considerando de cara de la viga del Piso 1 a la cara de la losa aligerada del Piso 2.	Modelador	Incomp. Información	Leve
3	A03-E03	7/03/2021	1er piso-2do Piso	General del Primer Piso- Plano Gnereal del 2 Piso	El muro básico (Tabiquería Doble Placa de Roca de Yeso + Aislamiento de Lana de Roca) se intersecta con la viga rectangular (80x40) (3)	x	x				RESUELTA	Se ha corregido la medida del muro en el Modelado de Arquitectura, se considerado de cara de la viga del Piso 1 a la cara de la viga del Piso 2.	Modelador	Incomp. Información	Leve
4	A04-E04	7/03/2021	1er piso-2do Piso	General del Primer Piso- Plano Gnereal del 2 Piso	El muro básico (Tabiquería Doble Placa de Roca de Yeso + Aislamiento de Lana de Roca) se intersecta con la viga rectangular (80x40) (4)	x	x				RESUELTA	Se ha corregido la medida del muro en el Modelado de Arquitectura, se considerado de cara de la viga del Piso 1 a la cara de la viga del Piso 2.	Modelador	Incomp. Información	Leve
5	A05-E05	7/03/2021	1er piso-2do Piso	General del Primer Piso- Plano Gnereal del 2 Piso	El muro básico (Tabiquería Doble Placa de Roca de Yeso + Aislamiento de Lana de Roca) se intersecta con la viga rectangular (80x40) (4)	x	x				RESUELTA	Se ha corregido la medida del muro en el Modelado de Arquitectura, se considerado de cara de la viga del Piso 1 a la cara de la viga del Piso 2.	Modelador	Incomp. Información	Leve
6	A05-E05	7/03/2021	1er piso-2do Piso	General del Primer Piso- Plano Gnereal del 2 Piso	El muro básico (Tabiquería Doble Placa de Roca de Yeso + Aislamiento de Lana de Roca) se intersecta con la viga rectangular (80x40) (4)	x	x				RESUELTA	Se ha corregido la medida del muro en el Modelado de Arquitectura, se considerado de cara de la viga del Piso 1 a la cara de la viga del Piso 2.	Modelador	Incomp. Información	Leve

Elaboración: Autoría Propia

Fuente: Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.



En la figura 37 se muestra ejemplos de la especialidad de Estructura vs Arquitectura, las cuales fueron errores del proceso del modelamiento que se debe tener en consideración, el cual fue analizada y corregidas en modelado de Arquitectura, en los Ítems 1 al 6, son muros que nace del primer piso y llega al segundo piso, lo cual se debería modelar con la altura de piso a techo teóricamente; pero si se presenta una viga peraltada, el muro debe reducir la altura de modo tal que llegue a la cara más baja de la viga, ya que, si no se realiza esta reducción, lógicamente va a existir una superposición entre el muro y la viga. Es por esto, que la tecnología del modelado de información de construcción se caracteriza por integrar las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto e interrelacionarlas entre sí.

A continuación, se muestra el reporte de las 28 interferencias por los errores de incompatibilidad o errores de diseño.

**Tabla 80** Gráfico de los Reportes del Modelado Interferencias de la Infraestructura de Tacna

Nro	Descripción	Importancia de Interferencia	Tipo de error	Especialidad
1	Cruce del Muro de Albañilería de e=13 cm con la viga de (25x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
2	Cruce del Tarrajeo rayado con la viga de (25x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
3	Cruce del Muro de albañilería de e=15 cm con la viga de acero Tipo C1	Leve	Modelado	Arquitectura
4	Cruce del Tarrajeo en interiores con la con la viga de (25x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
5	Cruce del Tarrajeo rayado con la viga de (25x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
6	Cruce del Muro de albañilería de e=13 cm con la viga de (25x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
7	Cruce del Muro de Tabiquería Dobe Placa de Roca de Yeso con la viga de (25x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
8	Cruce del Muro de Tabiquería Dobe Placa de Fibrocemento con la viga de (80x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
9	Cruce del Muro de Tabiquería Dobe Placa de Fibrocemento con la viga de (80x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
10	Cruce del Muro de Tabiquería Dobe Placa de Fibrocemento con la viga de (35x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
11	Cruce del Muro de Tabiquería Dobe Placa de Fibrocemento con la viga de (80x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
12	Cruce del Muro de albañilería de e=20 cm con la viga de (25x40)	Leve	Modelado	Arquitectura

Nro	Descripción	Importancia de Interferencia	Tipo de error	Especialidad
13	Cruce del Muro de Tabiquería Dobe Placa de Fibrocemento con la viga de (80x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
14	Cruce del Tarrajeo rayado con la viga de (80x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
15	Cruce del Tarrajeo rayado con la viga de (80x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
16	Cruce del Muro de Tabiquería Dobe Placa de Fibrocemento con la viga de (80x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
17	Cruce del Muro de Tabiquería Dobe Placa de Fibrocemento con la viga de (80x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
18	Cruce del Muro de Tabiquería Dobe Placa de Fibrocemento con la viga de (80x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
19	Cruce del Muro de albañilería de e=13 cm con la viga de (25x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
20	Cruce del Muro de Tabiquería Dobe Placa de Roca de Yeso con la viga de (80x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
21	Cruce del Tarrajeo rayado con la viga de (80x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
22	Cruce del Tarrajeo rayado con la viga de (80x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
23	Cruce del Muro de Tabiquería Dobe Placa de Roca de Yeso con la viga de (80x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
24	Cruce del Muro de Tabiquería Dobe Placa de Roca de Yeso con la viga de (80x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
25	Cruce del Muro de Tabiquería Dobe Placa de Roca de Yeso con la viga de (80x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
26	Cruce del Muro de albañilería de e=13 cm con la viga de (25x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
27	Cruce del Tarrajeo rayado con la viga de (80x40)	Leve	Modelado	Arquitectura
28	Cruce del Tarrajeo rayado con la viga de (80x40)	Leve	Modelado	Arquitectura


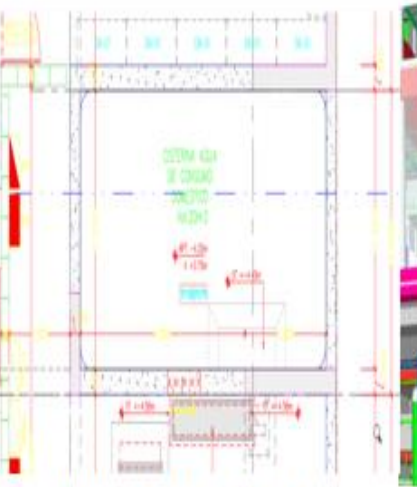
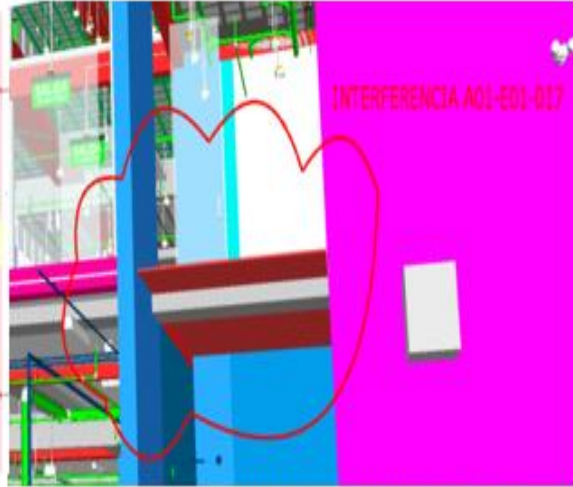
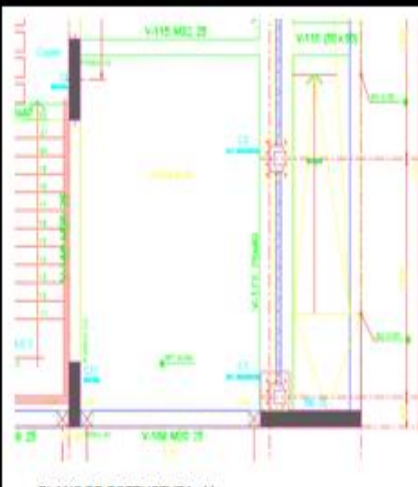

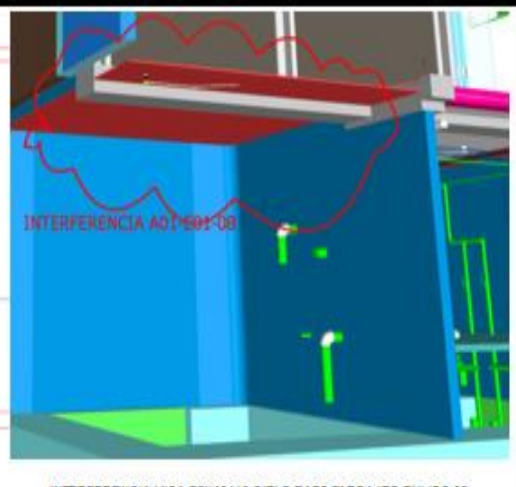
**Elaboración:** Autoría Propia

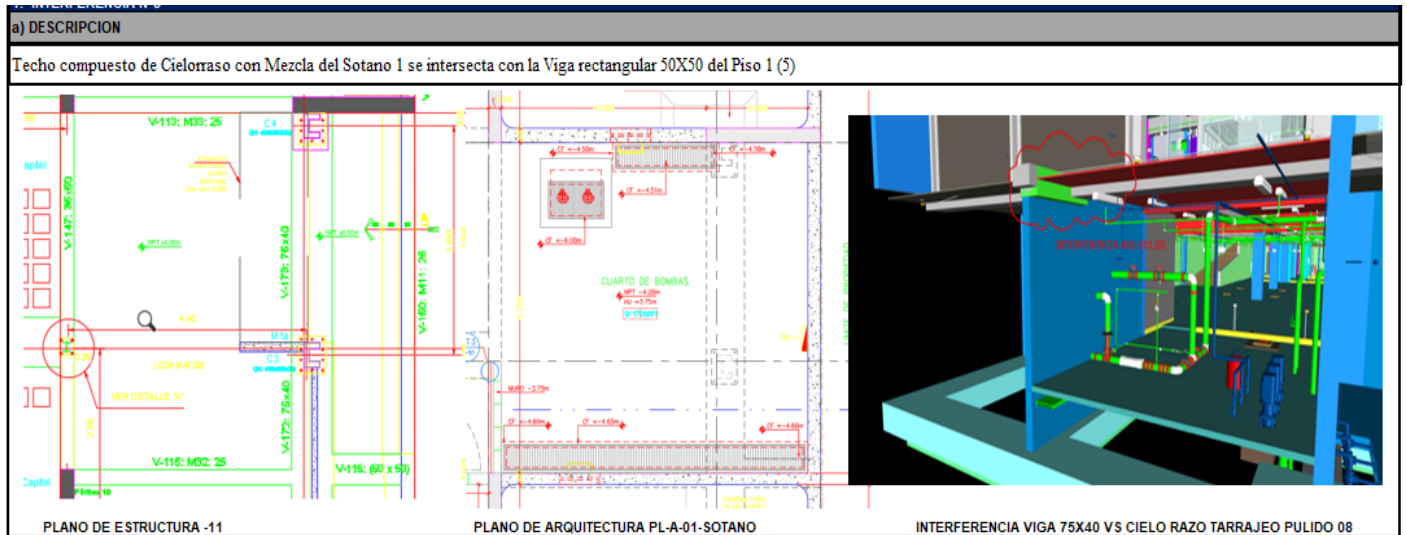
**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la tabla 80 se muestra las 28 interferencias, que fueron errores de incompatibilidad o del modelado, se describió cada una de ellas y se le dio una importancia leve, según varias investigaciones brindan detalle como la asignación de importancia como lo indica (Bances Núñez & Falla Ravines, 2008), estos autores consideran una importancia leve en sus investigaciones por lo que las características de las interferencias tienen esta cualidad, por las cuales estas colisiones se resolvieron en el modelado, generando ahorro de costos por procesos mal diseñados, tal como lo sostiene (Aponte, 2016, p. 18).

Posterior a ello se procede a analizar las interferencias que ocasionaría un costo adicional en obra, lo cual se describe en el apartado posterior en el formato de la figura 38.

Figura 40 Formato de Interferencias entre las Especialidad de Estructuras vs Arquitectura

FORMATO		UPN-LO 3 OLIVOS	
GESTIÓN DE PROYECTOS		Revision: 0	
INTERFERENCIAS DE MODELADO BIM		Fecha: 20/11/2020	
		Página 1-1	
NOMBRE DEL PROYECTO:	Mejoramiento del Centro de Servicio al Contribuyente y centro de control y Fiscalización de Tacna - PIP 195992	UBICACIÓN:	Calle Alto Lima N°1588-1592-1594-1596, avenida Augusto B. Leguía, Distrito, Provincia, Departamento de Tacna.
ANÁLISIS:	ARQUITECTURA VS ESTRUCTURAS	CONTRATISTA:	CONSORCIO PACIFICO
TIPO:	COLISION DE ELEMENTOS	ENTIDAD EJECUTORA:	Inversión Pública SUNAT
SUPUESTO	FASE DE DISEÑO	X	
	FASE DE CONSTRUCCIÓN		
	FASE DE MANTENIMIENTO		
1.- INTERFERENCIA N°01			
a) DESCRIPCIÓN			
Intersección de Techo compuesto de Cielo Raso Tarrajeo cemento pulido del Sotano con la viga rectangular de 75x40		NIVEL:	A01 Sotano-E01 Nivel 01
			
PLANO DE ESTRUCTURA -11	PLANO DE ARQUITECTURA PL-A-01-SOTANO	INTERFERENCIA VIGA 75X40 V 8 CIELO RAZO TARRAJEO PULIDO 017	
1.- INTERFERENCIA N°02			
a) DESCRIPCIÓN			
Techo (Cielorraso Tarrajeo de cemento Pulido) del Sotano, se intersecta con la Viga Rectangular 75x40 del Piso 1 (8)			
			
PLANO DE ESTRUCTURA -11	PLANO DE ARQUITECTURA PL-A-01-SOTANO	INTERFERENCIA VIGA 75X40 V 8 CIELO RAZO TARRAJEO PULIDO 08	



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la figura 38 se describe la interferencia entre la Especialidad de Estructuras vs Arquitectura.

La Interferencia N°1 es la intercepción Techo compuesto de Cielorraso con Mezcla del Sótano 1 con la Viga rectangular 50X50 del Piso 1 (5), esta confrontación se verifico en los planos de AutoCAD del proyecto en estudio, para este caso se verifico los Planos tanto de estructura y arquitectura, corroborando de esa manera la confrontación de estos elementos.

La Interferencia N°2 es la intersección de Techo compuesto de Cielo Raso Tarrajeo cemento pulido del sótano con la viga rectangular de 75x40 de Piso 1 (17), esta confrontación se verifico en los planos de AutoCAD del proyecto en estudio, para este caso se verifico los Planos tanto de estructura y arquitectura, corroborando de esa manera la confrontación de estos elementos.

La Interferencia N°3 es la Techo (Cielorraso Tarrajeo de cemento Pulido) del Sótano, se intercepta con la Viga Rectangular 75x40 del Piso 1 (8), esta confrontación se verifico en los planos de AutoCAD del proyecto en estudio, para este caso se verifico los Planos tanto de estructura y arquitectura, corroborando de esa manera la confrontación de estos elementos.

Posterior a ello se realiza la ficha de registro de interferencias constructivas, teniendo en cuenta los procesos mínimos de la gestión de riesgos. La ficha se tipificó por la integración entre dos especialidades, se prosiguió con el desarrollo de la descripción de la interferencia, causa raíz, estimación de probabilidad, objetivo afectado, estimación de impacto, la probabilidad e impacto, tipo de riesgo, respuesta a la planificación del riesgo, costo del riesgo afectado, porcentaje de contingencia y el costo del plan de contingencia, estos criterios es en base a la Gestión de Riesgos en la Planificación de la Ejecución de Obras de la DIRECTIVA N°012-2017 OSCE/CD.

**Tabla 81** Análisis de Interferencias de Estructura vs Instalaciones Sanitarias

TIPO DE RIESGO	CODIGO	DESCRIPCION DE LA INTERFERENCIA ó INCOMPATIBILIDADES	CAUSA RAZ	ESTIMACION DE PROBABILIDAD	OBJETIVO AFECTADO	ESTIMACION DE IMPACTO	PROB. X IMPACTO	TIPO DE RIESGO	RESPUESTA PLANIFICADA DEL RIESGO	COSTO DEL RIESGO AFECTADO	PORCENTAJE DE CONTINGENCIA	COSTO DEL PLAN DE CONTINGENCIA
ESTRUCTURA VS ARQUITECTURA	IE01 VS IA01	Techo compuesto de Cielorraso con Mezcla del Sotano 1 se intersecta con la Viga rectangular 50X50 del Piso 1 (5)	El metrado del Plano de Arquitectura, de la Partida Cielorraso con mezcla, se considero el area total del Cuarto de Bombas sin tener en consideración la Viga estructural 50x50.	0.50	Tiempo	0.4	0.2	Moderado	Se debe aumentar el area faltante del metrado inicial considerado en el Presupuesto (Las caras de la viga no se ha considerado en el metrado).	S/21.70	2.00%	S/0.43
					Costo	0.1	0.05					
					Calidad	0.1	0.05					
				Total de Probabilidad x Impacto			0.3					
ESTRUCTURA VS ARQUITECTURA	IE02 VS IA02	Intersección de Techo compuesto de Cielo Raso Tarrajeo cemento pulido del Sotano con la viga rectangular de 75x40 de Piso 1 (17)	El metrado del Plano de Arquitectura, de la Partida de 03.05.01.02 Tarrajeo compuesto de Cielorraso de cemento Pulido C/Impermeabilizante, se considero el area total del Cisterna Agua de Consumo sin tener en consideración la Viga estructural 75x40.	0.50	Tiempo	0.4	0.2	Moderado	Se debe aumentar el area faltante del metrado inicial considerado en el Presupuesto (Las caras de la viga no se ha considerado en el metrado).	S/31.06	2.00%	S/0.62
					Costo	0.1	0.05					
					Calidad	0.1	0.05					
				Total de Probabilidad x Impacto			0.3					
ESTRUCTURA VS ARQUITECTURA	IE03 VS IA03	Techo (Cielorraso Tarrajeo de cemento Pulido) del Zotano, se intersecta con la Viga Rectangular 75x40 del Piso 1 (8)	El metrado del Plano de Arquitectura, de la Partida de 03.05.01.02 Tarrajeo compuesto de Cielorraso de cemento Pulido C/Impermeabilizante, se considero el area total del Cisterna ACI sin tener en consideración la Viga estructural 75x40.	0.50	Tiempo	0.4	0.2	Moderado	Se debe aumentar el area faltante del metrado inicial considerado en el Presupuesto (Las caras de la viga no se ha considerado en el metrado).	S/61.89	2.00%	S/1.24
					Costo	0.1	0.05					
					Calidad	0.1	0.05					
				Total de Probabilidad x Impacto			0.3					

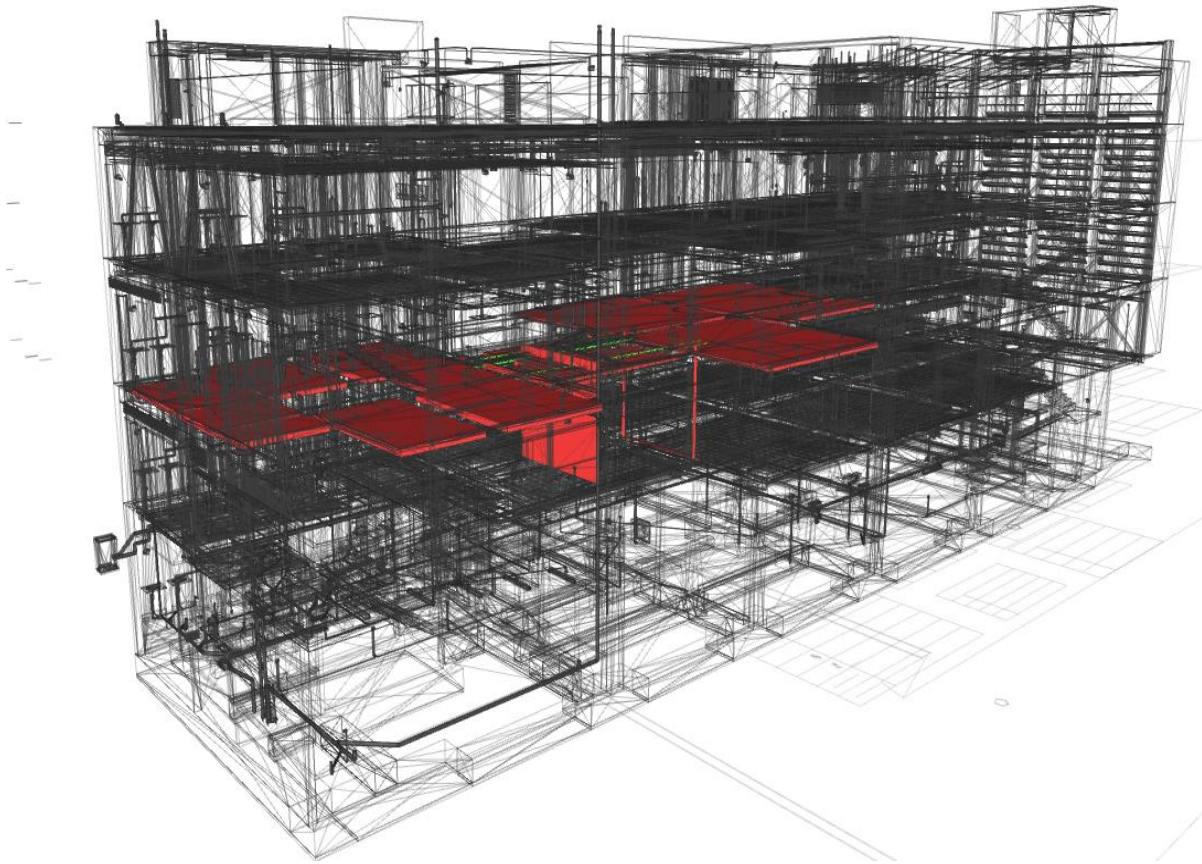
**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

#### ***3.1.4.4 Análisis de Interferencia de Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas***

En el presente acápite se analizará las interferencias, de las cuales verificaron con la confrontación de dos tipos de disciplinas en este caso de Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas, gracias a la herramienta del modelado de información de construcción se encontró 19 colisiones, como se muestra en la figura 39 las confrontaciones entre las dos especialidades.

***Figura 41 Análisis de Interferencias de Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas***



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

De las 19 interferencias encontradas entre la especialidad de Arquitectura e Instalaciones Eléctricas, de las cuales el 79% de estos no conllevan realizar modificaciones ya que el programa detecto que las tuberías de eléctricas se encontraban cruzando con los ladrillos de techo de la loza

aligerada, lo cual es posible durante el proceso constructivo, tal como se especifica en las especificaciones técnicas de Instalaciones Eléctricas.

De igual forma a continuación se mencionan las 15 interferencias encontradas que no conllevaron a realizar modificaciones, ya que técnicamente eran construibles en obra, como se verificó en las especificaciones técnicas del proyecto en estudio.

**Tabla 82** *Análisis de Interferencias de Arquitectura vs Instalaciones Sanitarias*

TÉCNICAMENTE CONSTRUCTIBLE		
Nro.	Descripción	Especialidad
1	Cruce de la losa aligerada h=20 cm con el tubo de potencia.	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas.
2	Cruce de la losa aligerada h=20 cm con el tubo de potencia.	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas.
3	Cruce de la losa aligerada h=20 cm con el tubo de potencia.	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas.
4	Cruce de la losa aligerada h=20 cm con el tubo de potencia.	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas.
5	Cruce de la losa aligerada h=20 cm con el tubo de potencia.	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas.
6	Cruce de la losa aligerada h=20 cm con el tubo de potencia.	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas.
7	Cruce de la losa aligerada h=20 cm con el tubo de potencia.	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas.
8	Cruce de la losa aligerada h=20 cm con el tubo de potencia.	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas.
9	Cruce de la losa aligerada h=20 cm con el tubo de potencia.	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas.
10	Cruce de la losa aligerada h=20 cm con el tubo de potencia.	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas.
11	Cruce de la losa aligerada h=20 cm con el tubo de potencia.	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas.
12	Cruce de la losa aligerada h=20 cm con el tubo de potencia.	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas.
13	Cruce de la losa aligerada h=20 cm con el tubo de potencia.	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas.
14	Cruce de la losa aligerada h=20 cm con el tubo de potencia.	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas.

TÉCNICAMENTE CONSTRUCTIBLE		
Nro.	Descripción	Especialidad
15	Cruce de la losa aligerada h=20 cm con el tubo de potencia.	Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas.

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la tabla 82 se muestra las 15 interferencias que no requirieron alguna modificación, se describió cada una de ella y además se describió la especialidad que corresponde.

Posterior a ello se procedió a analizar el 21% de interferencias restantes, se verifica con los planos y especificaciones técnicas del proyecto, en el cual eran errores de incompatibilidad o errores de diseño, se detallan en la tabla 83.

**Tabla 83** Análisis de Interferencias de Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas

Nro.	Descripción	Importancia de la Interferencia	Tipo de error	Especialidad
1	El muro (Tabiquería Doble Placa de Roca de Yeso+Aislamiento de Lana de Roca del Piso 1 se intercepta con el Tubo con uniones del Piso 2.	Leve	Modelado	Arquitectura
2	Muro Básico (Tabiquería doble Placa de Roca de Yeso+Aislamiento de Lana de Roca) del Nivel 2 se intercepta con el Tubo de Potencia de Nivel 3	Leve	Modelado	Arquitectura
3	Muro Básico (Tabiquería doble Placa de Roca de Yeso+Aislamiento de Lana de Roca) del Piso 1 se intercepta con el Tubo de Potencia de Piso 2 (9)	Leve	Modelado	Arquitectura
4	Muro Básico (Tabiquería doble Placa de Roca de Yeso+Aislamiento de Lana de Roca) del Sótano se intercepta con el Tubo de Potencia de Nivel 1.	Leve	Modelado	Arquitectura

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la tabla 83 se muestra las 4 interferencias, que fueron errores de incompatibilidad o del modelado, se describió cada una de ellas y se le dio una importancia leve, según varias investigaciones brindan detalle como la asignación de importancia como lo indica (Bances Núñez

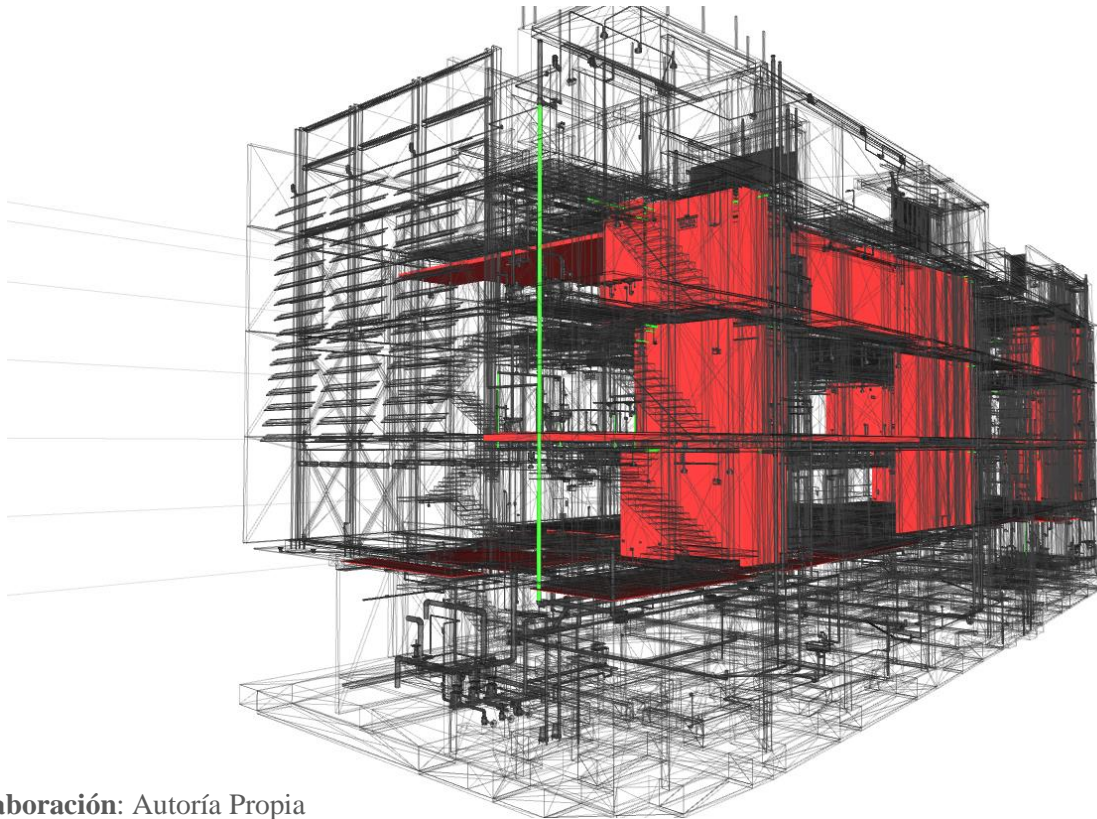


& Falla Ravines, 2008), estos autores consideran una importancia leve en sus investigaciones por lo que las características de las interferencias tienen esta cualidad, por las cuales estas colisiones se resolvieron en el modelado, generando ahorro de costos por procesos mal diseñados, tal como lo sostiene (Aponte, 2016, p. 18).

#### *3.1.4.5 Análisis de Interferencia de Arquitectura vs Instalaciones Sanitarias.*

De la misma manera, se procedió a realizar la evaluación de interferencias entre las Arquitectura vs Instalaciones Sanitarias en este caso se encontró 131 colisiones, de los cuales, el 100% de estos no conllevan realizar modificaciones ya que el programa detecto que las tuberías se encontraban cruzando por la losa de piso o el muro, lo cual es posible durante el proceso constructivo.

**Figura 42** Análisis de Interferencias de Arquitectura vs Instalaciones Sanitarias



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En síntesis se debe tener especial cuidado con los reportes que el programa emite, tal como lo sostiene las investigaciones realizadas por (Mamani, 2019; Ojeda, 2016) donde indican que el programa, no mantiene un criterio al momento de detectar conflictos entre dos elementos, es decir, el programa puede asumir un conflicto porque se superponen dos objetos pero realmente se podría tratar de una tubería embebida en una losa maciza, lo cual, constructivamente no representa un conflicto.

En nuestro caso de estudio se corrobora con las especificaciones técnicas de Instalaciones Sanitarias, las partidas 04.02.02 Redes de Distribución y Alimentación, 04.02.07.04 Tubería PVC Clase 10  $\phi$  6, donde se menciona que las “Redes de agua fría irán empotradas en piso o en muro”.

**Tabla 84** Análisis de Interferencias de Arquitectura vs Instalaciones Sanitarias

TÉCNICAMENTE CONSTRUIBLE			
Nro.	Descripción	Especialidad	
1	Cruce del muro de Albañilería e=13 cm del Piso 1 con la tubería de Acero al Carbón Bridada SCH-40 del Piso 1 (6)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
2	Cruce del Muro de Albañilería e=13cm del Piso 1 se intercepta con la Tubería de PVC SAP-Embone del Piso 2 (13)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
3	Cruce Muro de Albañilería (e=13cm) del Piso 1 con la tubería PVC-SAP-Embone del Piso 1 (50)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
4	Cruce del Muro de Albañilería de e=13 cm del Piso 1 con al Tubería de PVC Clase 10 del Piso 1 (86)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
5	Cruce del Muro Albañilería de e=13 cm del Piso 1 con la Tee Embone PVC - Embone del Segundo Nivel (97)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
6	Cruce del Muro de Albañilería (e=23cm) del Piso 1 con la Tubería de PVC-SAP-Embone del Piso 2 (56)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
7	Cruce Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Piso 1 con la Tubería de PVC-SAP del Piso 2 (65)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
8	Cruce del Muro Básico (Tabiquería Doble Placa de Roca de Yeso+ Aislamiento de Lana de Roca) del Piso 1 con la Tubería de PVC-SAP del Piso 2 (73)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
9	Cruce del Muro de Albañilería armada e=20 cm del Piso 1 con la Tubería -PVC-SAP-Embone del Piso 2 (76)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
10	Cruce del Muro de Albañilería e=13 cm del Nivel 1 con la Tubería PVC Clase 10 del Primer Nivel (107)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
11	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 1 con la Tubería de PVC-SAP-Embone del Primer Nivel (116)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs

**TÉCNICAMENTE CONSTRUIBLE**

<b>Nro.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Especialidad</b>	
12	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 1 con la Tubería de PVC-SAP-Embone del Segundo Nivel (126)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
13	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 3 con la Tubería de PVC-SAP-Emboce de la Azotea (8)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
14	Cruce del muro Básico de Tabiquería doble placa de fibro cemento+perfiles de A"G" del Piso 3 con la Tubería (Acero al Carbón-Bridada-SCH 40) del Piso 3 (12)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
15	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Piso 3 con la Tubería PVC-SAP-Embone de la Azotea (15)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
16	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 2 con la Tubería PVC-SAP-Embone del Nivel 2 (16)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
17	Cruce del Muro de Albañilería armada de espesor 20 cm del Nivel 3 con la Tubería-Acero al Carbón-Bridada SCH 40 del Nivel 3(17)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
18	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 3 con la Tubería de PVC-SAP-Emboce de Nivel 3 (18)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
19	Cruce del Muro de Albañilería armada de espesor 20 cm del Nivel 3 con la Tubería-PVC SAP-Embone del Piso 3 (21)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
20	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Piso 2 con la Tubería-Acero al Carbón-Bridada-SCH 40 del Piso 2 (23)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
21	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Piso 3 con la Tubería-Acero al Carbón-Bridada-SCH 40 del Piso 3 (24)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
22	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 2 con la Tubería-PVC SAP-Embone del Piso 3 (25)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
23	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 2 con la Tubería-PVC SAP-Embone del Piso 3 (26)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
24	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 3 con la Tubería-PVC SAP-Embone de la Azotea (28)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
25	Cruce del Muro Básico de Tabiquería doble placa de fibro cemento perfiles de A"G" del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Piso 3 (29)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
26	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 23 cm del Piso 3 con la Tubería - PVC SAP-Embone del Tercer Nivel (34)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
27	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm Piso 2 con la Tubería PVCSAP-Embone del Piso 3 (41)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
28	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm Piso 3 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Piso 3 (44)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
29	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Piso 2 con la Tubería PVC-SAP del Piso 2 (45)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
30	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 23 cm del Piso 2 con la Tubería - PVC SAP-Embone del Tercer Nivel (48)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
31	Cruce del Muro Básico (Tabiquería Doble Placa de fibrocemento + perfiles de A "G") del Piso 2 con la Tubería de PVC-SAP-Embone del Piso 2 (60)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs

**TÉCNICAMENTE CONSTRUIBLE**

<b>Nro.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Especialidad</b>	
32	Cruce del Muro Albañilería de e=23 cm del Piso 2 con la Tee Embone PVC - Embone del Segundo Nivel (61)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
33	Cruce del Muro Básico (Tabiquería Doble Placa de Roca de Yeso+ Aislamiento de Lana de Roca) del Piso 2 con la Tubería de PVC-SAP-Embone del Piso 3 (62)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
34	Cruce de la losa Aligerada h=20 cm del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Piso 2 (63)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
35	Cruce de la losa Aligerada h=20 cm del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Piso 2 (64)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
36	Cruce del Muro de Albañilería armada de espesor 20 cm del Nivel 3 con la Tubería-Acero al Carbón-Bridada SCH 40 del Nivel 3 (67)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
37	Cruce del Muro Básico (Tabiquería Doble Placa de fibrocemento + perfiles de A "G") del Piso 2 con la Tubería de PVC-SAP-Embone del Piso 3 (129)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
38	Cruce de la losa Aligerada h=20 cm del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Piso 2 (128)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
39	Cruce de la losa Aligerada h=20 cm del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Piso 2 (127)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
40	Cruce La losa Aligerada h=20 cm del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Piso 2 (122)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
41	Cruce La losa Aligerada h=20 cm del Piso 2 con la Tubería-Acero de Carbón-Bridada-SCH 40 del Sótano (118)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
42	Cruce de Muro de Albañilería del Nivel 2 con la Tubería de PVC Clase 10 del Piso 2 (113)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
43	Cruce La losa Aligerada h=20 cm del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Piso 2 (112)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
44	Cruce Muro de Albañilería del Nivel 3 con la Tubería de PVC Clase 10 del Piso 3 (111)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
45	Cruce La losa Aligerada h=20 cm del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Piso 2 (109)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
46	Cruce del Suelo-Piso de Porcelanato de 60 x 60 cm del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Sótano (100)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
47	Cruce Techo compuesto FCR C3 en Sistema Drywall con Placa de Yeso (e=15mm) del Nivel 3- Acero al Carbón Bridada-SCH 40 del Sótano (90)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
48	Cruce del Muro Básico (Tabiquería doble placa de fibrocemento + perfiles de A "G") del Piso 3 la Tubería PVC SAP del Piso 3 (105)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
49	Cruce del Muro Albañilería de espesor de 13 cm del Piso 3 con la Tubería PVC SAP-Embone de la Azotea (104)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
50	Cruce Muro Albañilería de espesor de 13 cm del Piso 3 con la Tubería PVC SAP-Embone de la Azotea (103)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
51	Cruce Piso de Albañilería de porcelanato de 60 x 60 cm del Piso 2 con la Tubería-Acero al Carbón Bridada-SCH 40 del Sótano (99)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs

**TÉCNICAMENTE CONSTRUIBLE**

<b>Nro.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Especialidad</b>	
52	Cruce La losa aligerada h=20 cm del Nivel 2 con la Tubería de Tubería PVC SAP-Embone del Piso 2 (94)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
53	Cruce del Muro Básico de Tabiquería doble placa de Roca de Yeso Aislamiento de lana de Roca del Piso 3 con la Tubería de PVC SAP-Embone de la Azotea (93)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
54	Cruce Muro Albañilería de espesor de 13 cm del Piso 3 con la Tubería al Carbón-Bridada SCH 40 del Piso 3 (92)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
55	Cruce Muro Albañilería de espesor de 13 cm del Piso 2 con la Tubería PVC Clase 10 del Piso 2 (88)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
56	Cruce Muro Albañilería de espesor de 13 cm del Piso 3 con la Tubería de PVC-Clase 10 del Piso 3 (87)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
57	Cruce Techo compuesto FCR C2 Fibra mineral sin perforaciones (0.61x0.61x5/8") del Sótano con la Tubería de PVC Clase 10 del Sótano (81)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
58	Cruce Muro Albañilería de espesor de 13 cm del Piso 2 con la Tubería PVC SAP-Embone del Piso 3 (80)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
59	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Tercer Nivel (72)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
60	Cruce del Muro Básico (Tabiquería Doble Placa de Roca de Yeso+ Aislamiento de Lana de Roca) del Piso 2 con la Tubería de PVC-SAP del Piso 3 (4)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
61	Cruce del Muro de Tarrajeo con la Tubería-Acero al Carbón Bridada Sch 40	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
62	Cruce del muro de tarrajeo del Piso 1 con la tubería de Acero al Carbón Bridada SCH-40 del Piso 1 (7)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
63	Cruce del Muro de tarrajeo del Piso 3 con al Tubería de PVC Clase 10 de la Azotea (9)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
64	Cruce del Muro de Tarrajeo del Piso 3 con la Tubería-Acero al Carbón Bridada Sch 40 del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
65	Cruce del Muro de Albañilería de e=13 cm del Piso 1 con al Tubería de PVC Clase 10 del Piso 1 (86)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
66	Cruce del Muro Albañilería de e=13 cm del Piso 1 con la Tee Embone PVC - Embone del Segundo Nivel	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
67	Cruce del Muro de Albañilería (e=23cm) del Piso 1 con la Tubería de PVC-SAP-Embone del Piso 2	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
68	Cruce Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Piso 1 con la Tubería de PVC-SAP del Piso 2	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
69	Cruce del Muro Básico (Tabiquería Doble Placa de Roca de Yeso+ Aislamiento de Lana de Roca) del Piso 1 con la Tubería de PVC-SAP del Piso 2	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
70	Cruce del Muro de Albañilería armada e=20 cm del Piso 1 con la Tubería -PVC-SAP-Embone del Piso 2	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
71	Cruce del Muro de Albañilería e=13 cm del Nivel 1 con la Tubería PVC Clase 10 del Primer Nivel	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
72	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 1 con la Tubería de PVC-SAP-Embone del Primer Nivel	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs

**TÉCNICAMENTE CONSTRUIBLE**

<b>Nro.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Especialidad</b>	
73	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 1 con la Tubería de PVC-SAP-Embone del Segundo Nivel	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
74	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 3 con la Tubería de PVC-SAP-Emboce de la Azotea	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
75	Cruce del muro Básico de Tabiquería doble placa de fibrocemento+perfiles de A"G" del Piso 3 con la Tubería (Acero al Carbón-Bridada-SCH 40) del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
76	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Piso 3 con la Tubería PVC-SAP-Embone de la Azotea	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
77	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 2 con la Tubería PVC-SAP-Embone del Nivel 2	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
78	Cruce del Muro de Albañilería armada de espesor 20 cm del Nivel 3 con la Tubería-Acero al Carbón-Bridada SCH 40 del Nivel 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
79	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 3 con la Tubería de PVC-SAP-Emboce de Nivel 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
80	Cruce del Muro de Albañilería armada de espesor 20 cm del Nivel 3 con la Tubería-PVC SAP-Embone del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
81	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Piso 2 con la Tubería-Acero al Carbón-Bridada-SCH 40 del Piso 2	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
82	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Piso 3 con la Tubería-Acero al Carbón-Bridada-SCH 40 del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
83	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 2 con la Tubería-PVC SAP-Embone del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
84	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 2 con la Tubería-PVC SAP-Embone del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
85	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 3 con la Tubería-PVC SAP-Embone de la Azotea	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
86	Cruce del Muro Básico de Tabiquería doble placa de fibrocemento+perfiles de A"G" del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
87	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 23 cm del Piso 3 con la Tubería - PVC SAP-Embone del Tercer Nivel	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
88	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm Piso 2 con la Tubería PVCSAP-Embone del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
89	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm Piso 3 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
90	Cruce Muro tarrajeo del Piso 3 con la Tubería de PVC-Clase 10 del Piso 3 (87)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
91	Cruce Techo compuesto FCR C2 Fibra mineral sin perforaciones (0.61x0.61x5/8") del Sótano con la Tubería de PVC Clase 10 del Sótano	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
92	Cruce Muro de tarrajeo del Piso 2 con la Tubería PVC SAP-Embone del Piso 3 (80)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
93	Cruce del tarrajeo del muro del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Tercer Nivel (72)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs

**TÉCNICAMENTE CONSTRUIBLE**

<b>Nro.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Especialidad</b>	
94	Cruce del tarrajeo del muro del Piso 2 con la Tubería de PVC-SAP del Piso 3 (4)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
95	Cruce del tarrajeo del muro con la Tubería-Acero al Carbón Bridada Sch 40	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
96	Cruce del tarrajeo del muro del Piso 1 con la tubería de Acero al Carbón Bridada SCH-40 del Piso 1 (7)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
97	Cruce del tarrajeo del muro del Piso 3 con al Tubería de PVC Clase 10 de la Azotea (9)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
98	Cruce del tarrajeo del muro del Piso 3 con la Tubería-Acero al Carbón Bridada Sch 40 del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
99	Cruce del tarrajeo del muro del Piso 1 con al Tubería de PVC Clase 10 del Piso 1 (86)	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
100	Cruce del tarrajeo del muro del Piso 1 con la Tee Embone PVC -Embone del Segundo Nivel	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
101	Cruce del tarrajeo del muro del Piso 1 con la Tubería de PVC-SAP-Embone del Piso 2	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
102	Cruce del tarrajeo del muro del Piso 1 con la Tubería de PVC-SAP del Piso 2	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
103	Cruce del tarrajeo del muro del Piso 1 con la Tubería de PVC-SAP del Piso 2	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
104	Cruce del tarrajeo del muro del Piso 1 con la Tubería -PVC-SAP-Embone del Piso 2	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
105	Cruce del tarrajeo del muro del Nivel 1 con la Tubería PVC Clase 10 del Primer Nivel	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
106	Cruce del tarrajeo del muro del Nivel 1 con la Tubería de PVC-SAP-Embone del Primer Nivel	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
107	Cruce del tarrajeo del muro del Nivel 1 con la Tubería de PVC-SAP-Embone del Segundo Nivel	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
108	Cruce del tarrajeo del muro del Nivel 3 con la Tubería de PVC-SAP-Emboce de la Azotea	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
109	Cruce del muro Básico de Tabiquería doble placa de fibrocemento+perfiles de A"G" del Piso 3 con la Tubería (Acero al Carbón-Bridada-SCH 40) del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
110	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Piso 3 con la Tubería PVC-SAP-Embone de la Azotea	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
111	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 2 con la Tubería PVC-SAP-Embone del Nivel 2	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
112	Cruce del Muro de Albañilería armada de espesor 20 cm del Nivel 3 con la Tubería-Acero al Carbón-Bridada SCH 40 del Nivel 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
113	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm del Nivel 3 con la Tubería de PVC-SAP-Emboce de Nivel 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
114	Cruce del Muro de Albañilería armada de espesor 20 cm del Nivel 3 con la Tubería-PVC SAP-Embone del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
115	Cruce del tarrajeo del muro del Piso 2 con la Tubería-Acero al Carbón-Bridada-SCH 40 del Piso 2	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs

TÉCNICAMENTE CONSTRUIBLE			
Nro.	Descripción	Especialidad	
116	Cruce del tarrajeo del muro del Piso 3 con la Tubería-Acero al Carbón-Bridada-SCH 40 del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
117	Cruce del tarrajeo del muro del Nivel 2 con la Tubería-PVC SAP-Embone del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
118	Cruce del tarrajeo del muro del Nivel 2 con la Tubería-PVC SAP-Embone del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
119	Cruce del tarrajeo del muro del Nivel 3 con la Tubería-PVC SAP-Embone de la Azotea	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
120	Cruce del tarrajeo del muro del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
121	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 23 cm del Piso 3 con la Tubería - PVC SAP-Embone del Tercer Nivel	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
122	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm Piso 2 con la Tubería PVC SAP-Embone del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
123	Cruce del Muro de Albañilería de espesor de 13 cm Piso 3 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
124	Cruce La losa Aligerada h=20 cm del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Piso 2	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
125	Cruce Muro de Albañilería del Nivel 3 con la Tubería de PVC Clase 10 del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
126	Cruce La losa Aligerada h=20 cm del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Piso 2	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
127	Cruce del Suelo-Piso de Porcelanato de 60 x 60 cm del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Sótano	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
128	Cruce Techo compuesto FCR C3 en Sistema Drywall con Placa de Yeso (e=15mm) del Nivel 3- Acero al Carbón Bridad-SCH 40 del Sótano	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
129	Cruce del Muro Básico (Tabiquería doble placa de fibrocemento + perfiles de A "G") del Piso 3 la Tubería PVC SAP del Piso 3	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
130	Cruce del Suelo-Piso de Porcelanato de 60 x 60 cm del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Sótano	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs
131	Cruce del Suelo-Piso de Porcelanato de 60 x 60 cm del Piso 2 con la Tubería de PVC SAP-Embone del Sótano	Arquitectura Instalaciones Sanitarias	vs

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

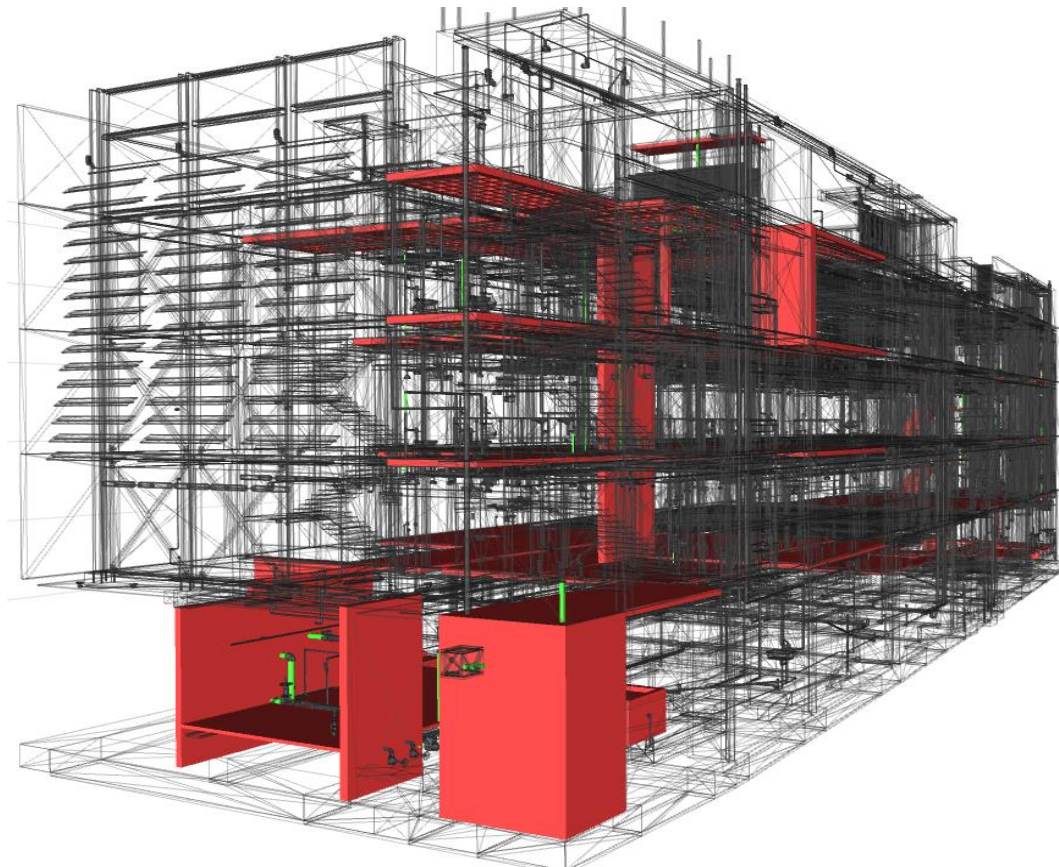
En la tabla 84 se muestra las 131 interferencias que no requirieron alguna modificación ya que en obra son técnicamente construibles, se describieron cada una de ellas.



### 3.1.4.6 *Análisis de Interferencia de Estructura vs Instalaciones Sanitarias.*

En este apartado se detallará el total de interferencias de la especialidad de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias como se verifica en la figura 41, en el anexo se adjunta el formato total de interferencias encontradas.

**Figura 43** *Interferencias de la Especialidad de Estructura vs Instalaciones Sanitarias.*



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la figura 41 se muestra las 69 colisiones, del análisis realizado se indica que 9% de estas podría ocasionar un costo en la ejecución del proyecto, 88% no conllevan a realizar modificación alguna, ya que en obra estas son técnicamente construible y el 3% se debieron a las incompatibilidades del proyecto o también a errores de dibujo, que no se detectaron durante el modelado.

A continuación, se muestra incompatibilidades o errores de diseño de la Especialidad de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias las cuales se analizaron y se resolvieron en el modelado como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 85** Interferencias de errores o incompatibilidad en el modelado Estructura vs Instalaciones Sanitarias.

Nro.	Descripción	Importancia de la Interferencia	Tipo de error	Especialidad
1	La escalera moldeada in situ se intercepta con la tubería-Acero al Carbón-Bridad-SCH 40 (35) (36) (37) (38)	Leve	Modelado	Instalaciones Sanitarias
2	El armario para soporte de manguera se intercepta con la placa rectangular M45-25 (1, 2, 3)	Leve	modelado	Instalaciones Sanitarias

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la tabla 85 se muestra las 2 interferencias, que fueron errores de incompatibilidad o del modelado, se describió cada una de ellas y se le dio una importancia leve, según varias investigaciones brindan detalle como la asignación de importancia como lo indica (Bances Núñez & Falla Ravines, 2008), estos autores consideran una importancia leve en sus investigaciones por lo que las características de las interferencias tienen esta cualidad, por las cuales estas colisiones se resolvieron en el modelado, generando ahorro de costos por procesos mal diseñados, tal como lo sostiene (Aponte, 2016, p. 18).

Posteriormente se detallarán las interferencias que no conllevaron realizar algunas modificaciones, de los cuales fueron el 82% del total, se muestra en la tabla 86.

**Tabla 86** Interferencias encontradas que son técnicamente construibles en obra de la especialidad Estructura vs Instalaciones Sanitarias

TÉCNICAMENTE CONSTRUCTIBLE				
Nro.	Descripción			Especialidad
1	Cruce la tubería-Acero al Carbón Bridad SCH 40 con la pared lateral	Estructuras	vs	Instalaciones Sanitarias

TÉCNICAMENTE CONSTRUCTIBLE			
Nro.	Descripción	Especialidad	
2	Cruce la tubería-Acero al Carbón Bridad SCH 40 con la pared lateral	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
3	Cruce la tubería-Acero al Carbón Bridad SCH 40 con el Suelo	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
4	Cruce la tubería PVC SAP-Embone intercepta con el suelo (9)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
5	Cruce la Tubería Galvanizada con el Suelo (15)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
6	Cruce la Tubería Galvanizada con el Suelo (16)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
7	Cruce la tubería PVC SAP-Embone intercepta con la losa maciza (9)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
8	Cruce la tubería-Acero al Carbón Bridad SCH 40 con la pared lateral (18)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
9	Cruce la tubería-Acero al carbón Bridad SCH 40 con la pared lateral (19)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
10	Cruce la tubería PVC SAP-Embone con el suelo (20)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
11	Cruce la tubería PVC SAP-Embone con la losa aligerada (21)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
12	Cruce de la losa aligerada h=20cm con la tubería-PVC SAP-Embone (25)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
13	Cruce de la losa aligerada h=20cm con la tubería-PVC SAP-Embone (26)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
14	Cruce de la losa aligerada h=20cm con la tubería-PVC SAP-Embone (27)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
15	Cruce de la losa aligerada h=20cm con la tubería-PVC SAP-Embone (28)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
16	Cruce de la losa aligerada h=20cm con la tubería-PVC SAP-Embone (29)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
17	Cruce de la losa aligerada h=20cm con la tubería-PVC SAP-Embone (30)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
18	Cruce de la losa aligerada h=20cm se intercepta con la tubería-PVC SAP-Embone (31)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
19	Cruce de la losa aligerada h=20cm con la tubería-PVC SAP-Embone (34)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
20	Cruce de la losa aligerada h=20 cm con la tubería PVC SAP-Embone (40, 41, 46, 49, 58, 60, 63, 64, 47, 52, 53, 56, 62, 65, 66)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
21	Cruce la tubería-Acero al carbón Bridad SCH 40 con la losa aligerada h=20 cm (50, 59, 61)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones
22	Cruce la tubería PVC SAP-Embone intercepta con el falso piso (54, 55)	Estructuras Sanitarias	vs Instalaciones



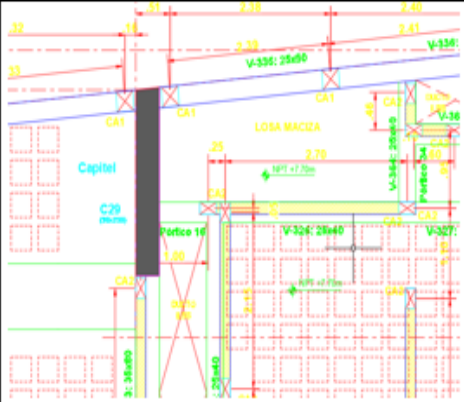
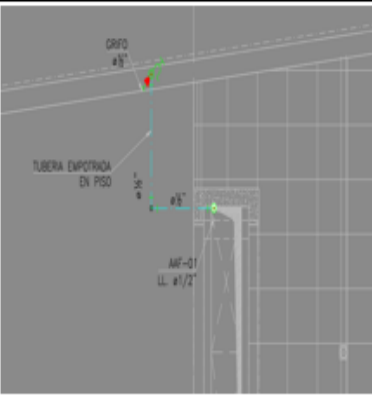
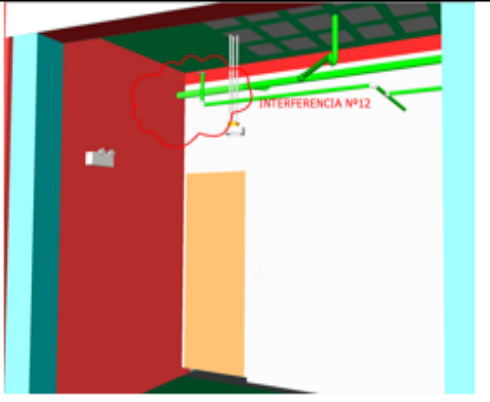
**Elaboración:** Autoría Propia

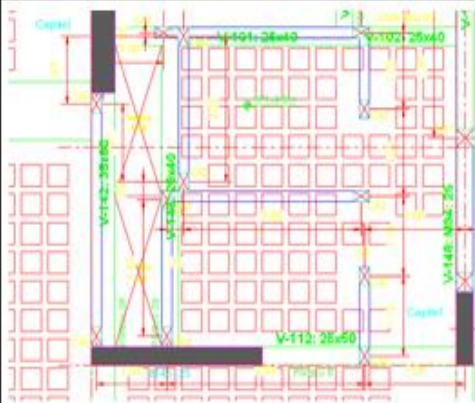

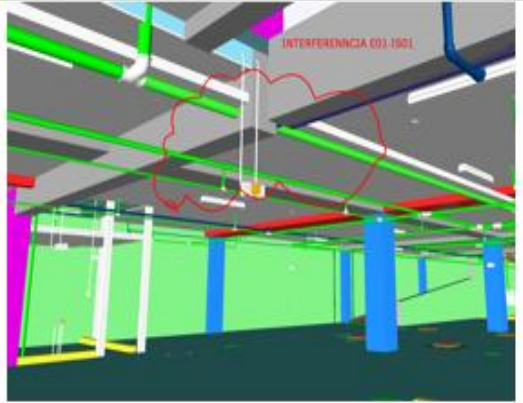
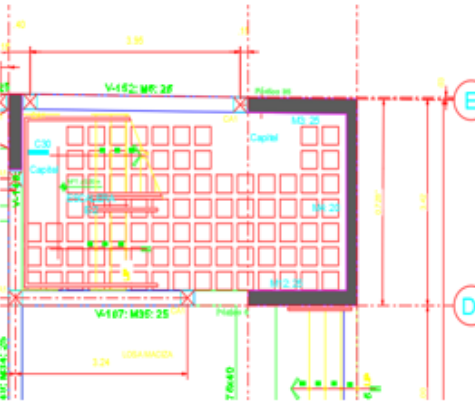
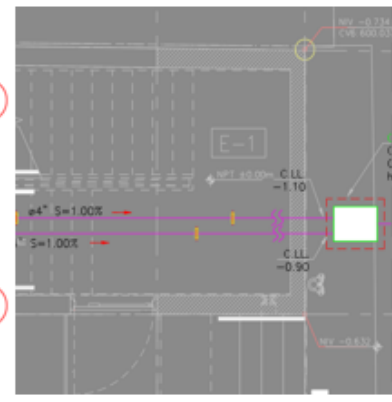
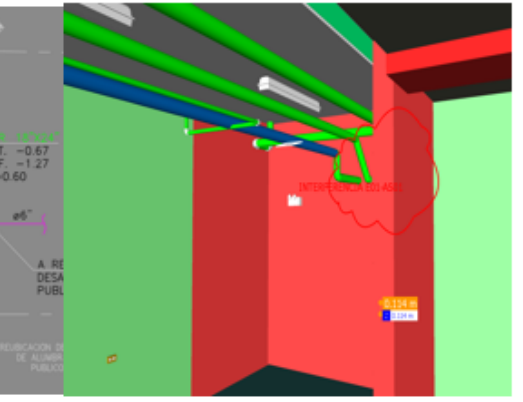
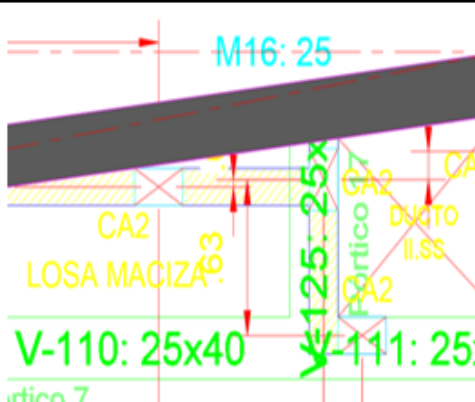
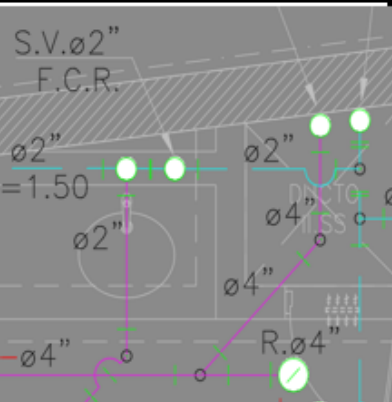
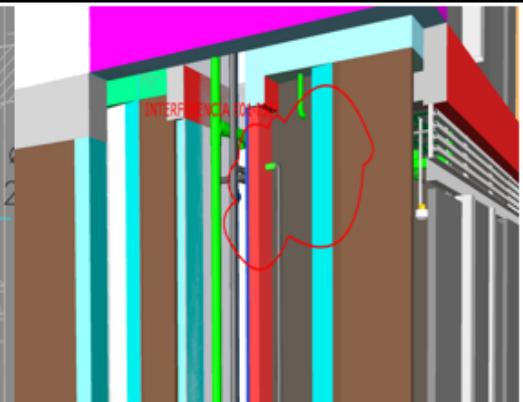
**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

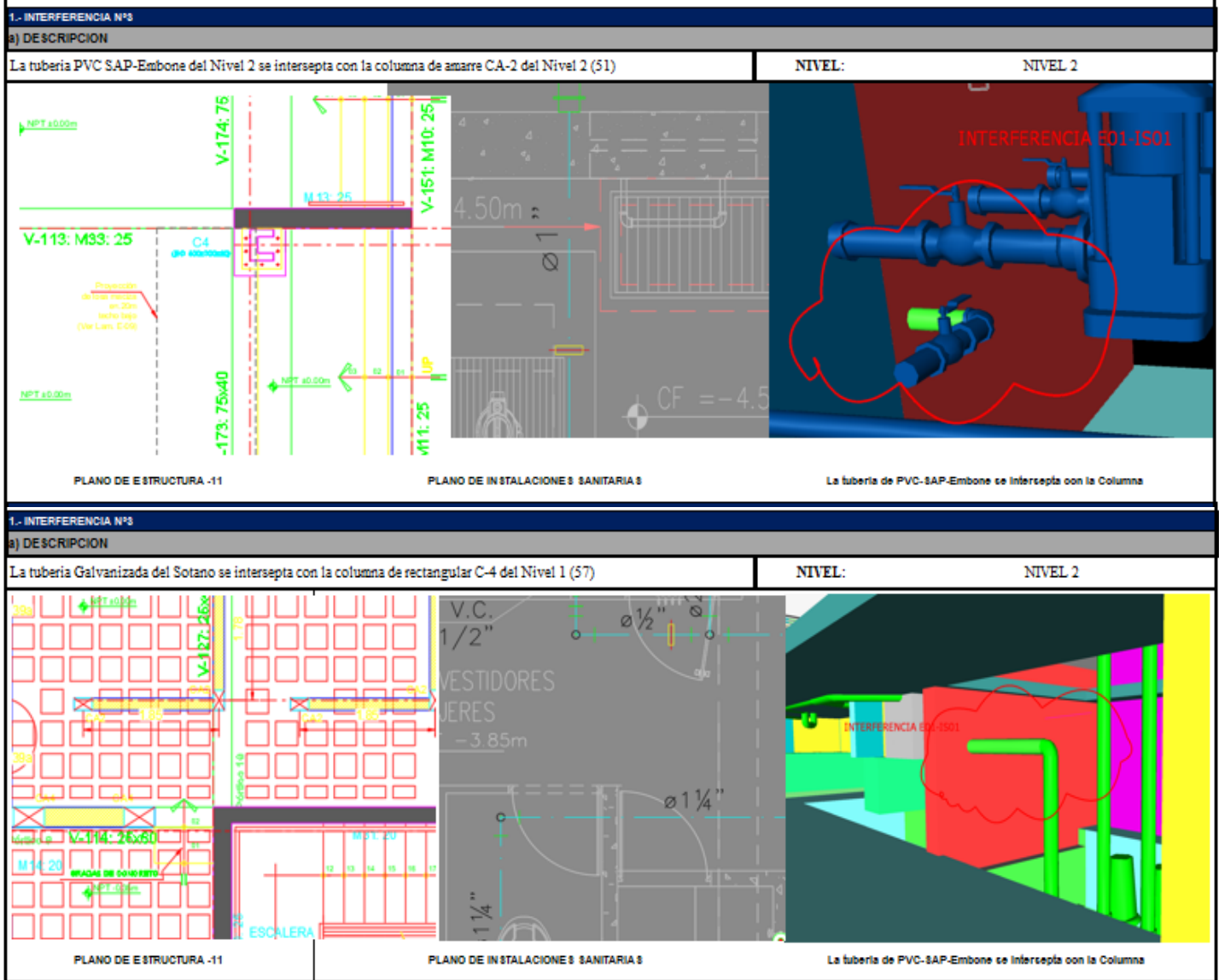
Como se mencionó anteriormente el programa no mantiene un criterio al momento de detectar el conflicto entre dos elementos, es decir, el programa puede asumir un conflicto porque se superponen dos objetos, pero realmente se podría tratar de una tubería embebida en una losa maciza, lo cual, constructivamente no representa un conflicto como lo sostiene (Mamani, 2019; Ojeda, 2016), en esta investigación se tuvo en consideración las especificaciones técnicas del expediente del proyecto, la especialidad que se tuvo en consideración fue la de Instalaciones Sanitarias

Después de haber evaluado y corregido las interferencias que fueron errores del modelado, y además las que se discriminaron porque técnicamente eran construibles, a continuación, se describen las interferencias que podría ocasionar un costo adicional en obra, lo cual se describe en el formato de la figura 42.

**Figura 44** Formato de Interferencias entre las Especialidad de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias.

		<b>FORMATO</b> <b>GESTION DE PROYECTOS</b> <b>INTERFERENCIAS DE MODELADO INFORMACION EN LA CONTRUCCION (BIM)</b>	<b>UPN-LOS OLIVOS</b> Revision: 0 Fecha: 20/1/2020 Pagina 1-1	
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>	Mejoramiento del Centro de Servicio al Contribuyente y centro de control y Fiscalizacion de Tacna - PIP 195992	<b>UBICACION:</b>	Calle Alto Lima N°1588-1592-1594-1596, avenida Augusto B. Leguía, Distrito, Provincia, Departamento de Tacna.	
<b>ANALISIS:</b>	<b>ESTRUCTURAS VS INTALACIONES SANITARIAS</b>	<b>CONTRATISTA:</b>	CONSORCIO PACIFICO	
<b>TIPO:</b>	COLISION DE ELEMENTOS	<b>ENTIDAD EJECUTOR:</b>	Inversión Pública S/UNAF	
<b>SUPUESTO</b>	<b>FASE DE DISEÑO</b>	X		
	<b>FASE DE CONSTRUCCION</b>			
	<b>FASE DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>1.- INTERFERENCIA N°01</b>				
<b>a) DESCRIPCION</b>				
La tubería PVC-SAP-Embone de la Asotea se intercepta con la columna rectangular C29 del Nivel 3			<b>NIVEL:</b>	NIVEL 3-ASOTEA
 <p>PLANO DE ESTRUCTURAS E3-NIVEL 3</p>	 <p>PLANO DE INSTALACIONES SANITARIAS 18-A ASOTE AGUA</p>	 <p>INTERFERENCIA COLUMNA C29 CON LA TUBERIA PVC</p>		

1.- INTERFERENCIA Nº2		
a) DESCRIPCIÓN		
La viga rectangular (35x80) del Nivel 1 se intersepta con la tubería-Acero al Carbon		NIVEL: SOTANO-NIVEL 1
		
PLANO DE ESTRUCTURAS E1-NIVEL 1	PLANO DE INSTALACIONES SANITARIAS IS-A SOTE AGUA	INTERFERENCIA VIGA 35X80 CON LA TUBERIA
1.- INTERFERENCIA Nº3		
a) DESCRIPCIÓN		
La tubería de PVC-SAP-Embone del Sotano se intersepta con la PlacaC-2 del primer Nivel (24) (39)		NIVEL: NIVEL 1
		
PLANO DE ESTRUCTURA -11	PLANO DE INSTALACIONES SANITARIAS IS-B PISO 1 DE SAGUE	La tubería de PVC-SAP-Embone se intersepta con la PlacaC-2
1.- INTERFERENCIA Nº3		
a) DESCRIPCIÓN		
La tubería PVC SAP-Embone del Nivel 3 se intersepta con la columna de amarre CA-2 del Nivel 3 (45)		NIVEL: NIVEL 1
		
PLANO DE ESTRUCTURA -11	PLANO DE INSTALACIONES SANITARIAS	La tubería de PVC-SAP-Embone se intersepta con la Columna



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la figura 42 se describe la interferencia entre la Especialidad de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias.

La Interferencia N°1 es el cruce de la tubería PVC-SAP-Embhone de la Azotea con la columna rectangular C-29 del Nivel 3 (12), esta confrontación se verifico en los planos de estructura e instalaciones sanitarias, corroborando de esa manera la confrontación de estos elementos.

La Interferencia N°2 es el cruce la viga rectangular (35x80) del Nivel 1 con la tubería-Acero al carbón Bridad SCH 40 del sótano (13), esta confrontación se verifico en los planos de estructura e instalaciones sanitarias, corroborando de esa manera la confrontación de estos elementos.

La Interferencia N°3 es el cruce la tubería de PVC-SAP-Embone del Sótano con la PlacaC-2 del primer Nivel (24) (39), esta confrontación se verifico en los planos de estructura e instalaciones sanitarias, corroborando de esa manera la confrontación de estos elementos.

La Interferencia N°4 es el cruce la tubería PVC SAP-Embone del Nivel 3 con la columna de amarre CA-2 del Nivel 3 (45), esta confrontación se verifico en los planos de estructura e instalaciones sanitarias, corroborando de esa manera la confrontación de estos elementos

La Interferencia N°5 es el cruce la tubería PVC SAP-Embone del Nivel 2 con la columna de amarre CA-2 del Nivel 2 (51), esta confrontación se verifico en los planos de estructura e instalaciones sanitarias, corroborando de esa manera la confrontación de estos elementos.

La Interferencia N°5 es el cruce la tubería Galvanizada del Sótano con la columna de rectangular C-4 del Nivel 1 (57), esta confrontación se verifico en los planos de estructura e instalaciones sanitarias, corroborando de esa manera la confrontación de estos elementos.

A continuación, se describe el análisis realizado Estructuras vs Instalaciones Sanitarias, en base a los requisitos mínimos de la Gestión de Riesgos en la Planificación de la Ejecución de Obras de la DIRECTIVA N°012-2017 OSCE/CD.

**Tabla 87 Análisis de Interferencias de Estructura vs Instalaciones Sanitarias**

TIPO DE RIESGO	CODIGO	DESCRIPCION DE LA INTERFERENCIA ó INCOMPATIBILIDADES	CAUSA RAIZ	ESTIMACION DE PROBABILIDAD	OBJETIVO AFECTADO	ESTIMACION DE IMPACTO	PROB. X IMPACTO	TIPO DE RIESGO	RESPUESTA PLANIFICADA DEL RIESGO	COSTO DEL RIESGO AFECTADO	PORCENTAJE DE CONTINGENCIA	COSTO DEL PLAM DE CONTINGENCIA
ESTRUCTURA VS I. SANITARIAS	IA01 VS I.S.01	La tubería PVC-SAP-Embone de la Asotea se intercepta con la columna rectangular C-29 del Nivel 3 (12)	El plano de Instalaciones Sanitarias se verifica que la tubería de PVC se cruce con la columna C-29.	0.5	Tiempo	0.4	0.2	Alto	Al encontrarse esta tubería en la columna, de ninguna forma puede permitirse esta intersección por lo que se debe bordear la columna mediante accesorios y tubos que permitan este cambio de direcciones.	S/43.18	3.00%	S/1.30
					Costo	0.2	0.1					
				Total de Probabilidad x Impacto			0.35					
ESTRUCTURA VS I. SANITARIAS	IA02 VS I.S.02	La viga rectangular (35x80) del Nivel 1 se intercepta con la tubería-Acero al Carbon Bridad Sch 40 del sotano (13)	El plano de Instalaciones Sanitarias se verifica que la tubería se cruce con la viga (35X80) del Plano de Estructuras.	0.50	Tiempo	0.4	0.2	Alto	Al encontrarse esta tubería en la viga, se debió perforar y realizarse el vaciado del concreto, lo cual genera un costo mayor, en este caso se bordeó la viga para que no genere una deficiencia estructural.	S/110.61	3.00%	S/3.32
					Costo	0.2	0.1					
				Total de Probabilidad x Impacto			0.35					
ESTRUCTURA VS I. SANITARIAS	IA03 VS I.S.03	La tubería de PVC-SAP-Embone del Sotano se intercepta con la Placa C-2 del primer Nivel (24) (39)	El plano de instalaciones sanitarias, se verifica que la tubería de desagüe se intercepta con placa C-2	0.30	Tiempo	0.4	0.12	Moderado	Al encontrarse esta tubería en la placa, se debió perforar en una dimensión suficiente como para que la tubería pueda cruzarla, así mismo se debe rellenar con concreto el área que quedó perforada.	S/96.21	2.00%	S/1.92
					Costo	0.4	0.12					
				Total de Probabilidad x Impacto			0.3					
ESTRUCTURA VS I. SANITARIAS	IA04 VS I.S.04	La tubería PVC SAP-Embone del Nivel 3 se intercepta con la columna de amarre CA-2 del Nivel 3 (45)	El plano de Instalaciones Sanitarias se verifica que la tubería de PVC se cruce con la columna CA-2	0.30	Tiempo	0.4	0.12	Muy alto	Al encontrarse esta tubería en la columna, de ninguna forma puede permitirse esta intersección por lo que se debe bordear la columna mediante accesorios y tubos que permitan este cambio de direcciones.	S/66.85	2.00%	S/1.34
					Costo	0.2	0.06					
				Total de Probabilidad x Impacto			0.21					
ESTRUCTURA VS I. SANITARIAS	IA05 VS I.S.05	La tubería PVC SAP-Embone del Nivel 2 se intercepta con la columna de amarre CA-2 del Nivel 2 (51)	El plano de Instalaciones Sanitarias se verifica que la tubería de PVC se cruce con la columna CA-2	0.50	Tiempo	0.4	0.2	Alto	Al encontrarse esta tubería en la columna, de ninguna forma puede permitirse esta intersección por lo que se debe bordear la columna mediante accesorios y tubos que permitan este cambio de direcciones.	S/66.85	3.00%	S/2.01
					Costo	0.2	0.1					
				Total de Probabilidad x Impacto			0.35					
ESTRUCTURA VS I. SANITARIAS	IA01 VS I.S.06	La tubería Galvanizada del Sotano se intercepta con la columna de rectangular C-4 del Nivel 1 (57)	El plano de Instalaciones Sanitarias se verifica que la tubería se cruce con la columna C-4	0.50	Tiempo	0.4	0.2	Alto	Al encontrarse esta tubería en la columna, de ninguna forma puede permitirse esta intersección por lo que se debe bordear la columna mediante accesorios y tubos que permitan este cambio de direcciones.	S/56.04	3.00%	S/1.68
					Costo	0.2	0.1					
				Total de Probabilidad x Impacto			0.35					

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

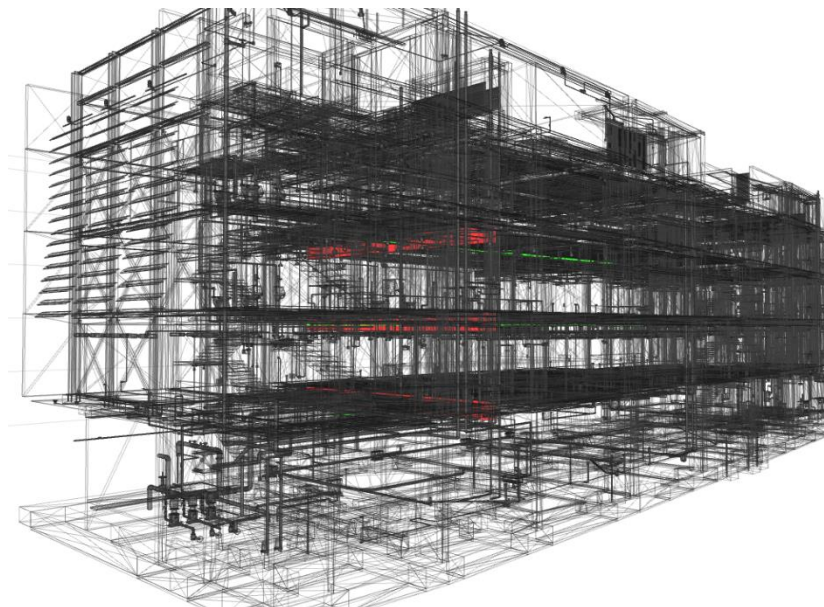


En la Tabla 87 se muestra el análisis de Interferencias de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias, el formato está conformado por el tipo de riesgo, descripción de la interferencia, causa raíz, estimación de probabilidad, objetivo afectado, estimación de impacto, la probabilidad e impacto, tipo de riesgo, respuesta a la planificación del riesgo, costo del riesgo afectado, porcentaje de contingencia y el costo del plan de contingencia, estos criterios es en base a la Gestión de Riesgos en la Planificación de la Ejecución de Obras de la DIRECTIVA N°012-2017 OSCE/CD.

#### ***3.1.4.7 Análisis de Interferencia de Estructura vs Instalaciones Eléctricas***

Se procedió a realizar la evaluación de interferencias entre las Estructuras vs Instalaciones Eléctricas en este caso se encontró 3 colisiones, de los cuales, el 100% de estos no conllevan realizar modificaciones ya que el programa detectó que las bandejas metálicas con tapa de 300 x 100 mm y base perforada (Bandeja con cables con uniones) se cruzaba con la viga estructural (35x80).

***Figura 45 Interferencias de la Especialidad de Estructura vs Instalaciones Eléctricas.***



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

De las 3 interferencias encontradas entre la especialidad de Estructuras e Instalaciones Eléctricas, de las cuales el 100% de estos no conllevan realizar modificaciones, así mismo se verifico en las especificaciones técnicas de la especialidad de instalaciones eléctricas, las partida 05.01.01.06 Bandeja metálica, donde se menciona que las *“Los recorridos a seguir serán indicados en los planos, así mismo se tendrá las siguientes consideraciones, que todos los cruces con vigas, la distancia mínima entre fondo y viga y bandejas debe ser 100 mm”*.

De igual forma en la tabla 88, se mencionan las 3 interferencias encontradas que no conllevaron a realizar modificaciones.

**Tabla 88** *Análisis de Interferencias de Estructura vs Instalaciones Eléctricas que no conllevaron realizar modificaciones.*

Técnicamente Construible		
Nro.	Descripción	Especialidad
1	Cruce de la BANDEJA METALICA CON TAPA DE 300 X 100 mm con la viga 35x80.	Estructuras vs Instalaciones Eléctricas
2	Cruce de la BANDEJA METALICA CON TAPA DE 300 X 100 mm con la viga 35x80.	Estructuras vs Instalaciones Eléctricas
3	Cruce de la BANDEJA METALICA CON TAPA DE 300 X 100 mm con la viga 35x80.	Estructuras vs Instalaciones Eléctricas

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

### 3.1.4.8 *Análisis de Interferencia de Instalaciones Sanitarias vs Instalaciones Eléctricas*

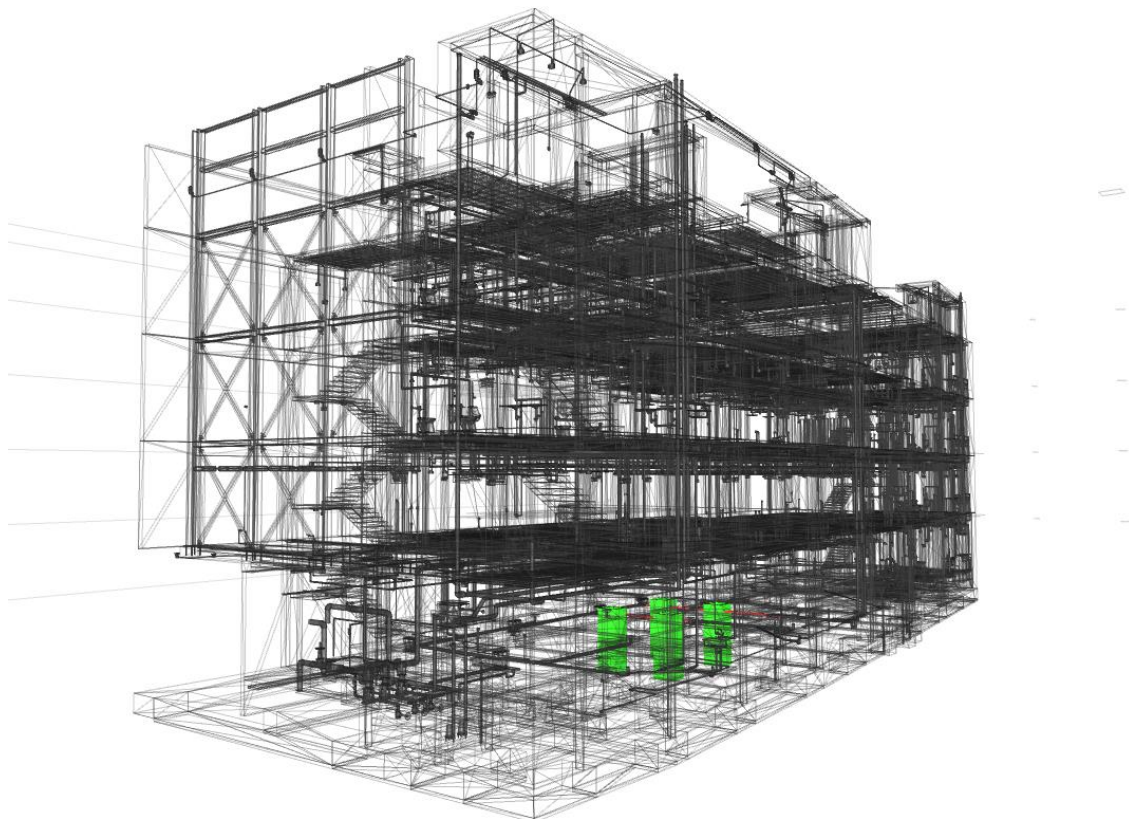
Se analizará las interferencias de la Instalaciones Sanitarias vs Instalaciones Eléctricas de las cuales se obtuvo 6 colisiones, el cual se indica que el 100% se debieron a las incompatibilidades del proyecto o también a errores de dibujo, que no se detectaron durante el modelado.

Como se mencionó anteriormente, se debe tener en consideración que el modelador realice el proyecto de manera tal que sea constructivamente similar a la realidad.

Por otro lado de acuerdo a lo que sostiene (Aponte, 2016, p. 18), indica que el realizar un modelamiento de información permite equivocarnos virtualmente en el modelo y no en obra, generando un ahorro en costos por procesos mal diseñados.

A continuación, se muestra el reporte del total de interferencias de las incompatibilidades o errores de diseño de la Especialidad de Arquitectura vs Instalaciones Eléctricas las cuales se analizaron y se resolvieron en el modelado, el formato se compone por: Descripción, Importancia de Interferencia, Tipo de Error y la Especialidad.

**Figura 46** Interferencias de la Especialidad de Estructura vs Instalaciones Electricas.



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

### 3.1.4.9 Presentación de Resultados Estadísticos

#### a. Presentación de Resultados Estadísticos Costos de Interferencias de Estructuras vs Arquitectura

Los costos de las especialidades Estructuras vs Arquitectura, con el método tradicional, se codifican con "x" (SIN\_BIM) y los costos con el método BIM se codifican con "y" (CON\_BIM).

**Tabla 89** Costos de interferencias de Estructuras vs Arquitectura

ESPECIALIDAD	CODIGO DE INEFERENCIA	Sin_Bim (X)	Con_Bim (Y)
<b>ESTRUCTURAS VS ARQUITECTURA</b>	E01 vs A01	21.7	0.43
	E02 vs A02	31.06	0.62
	E03 vs A03	61.89	1.24

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

#### Prueba de Hipótesis

Para el desarrollo de las hipótesis primero se desarrolló la Prueba de Normalidad, con el fin de elegir la prueba con la que debemos contrastar las hipótesis, se debe determinar si los costos en estudio según el tipo de interferencia en Estructuras vs Arquitectura siguen una distribución normal. Se planteó las siguientes hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** La población de costos sin aplicación BIM, con aplicación BIM del tipo de Interferencia de construcción siguen distribución normal

**H<sub>1</sub>:** La población de costos sin aplicación BIM, con aplicación BIM del tipo de Interferencia de construcción no siguen distribución normal.

Para los resultados estadísticos se realizó a base del programa SPSS, en una primera instancia se tiene que verificar si los datos siguen una distribución normal, debido a que los datos Estructuras vs Arquitectura son menores a 50 se utiliza la prueba de Shapiro-Wilk.

A continuación, se muestra a continuación los resultados SPSS.

**Tabla 90** Prueba de normalidad de la Especialidad de Estructuras vs Arquitectura

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CON_BIM	.299	3	0.00	.914	3	.432
SIN_BIM	.300	3	0.00	.913	3	.429

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En las interferencias de estructuras vs arquitectura siguen una distribución normal los datos en estudio de costos sin aplicación BIM (valor  $p = 0,429 > \alpha = 0,05$  se acepta  $H_0$ ) y las poblaciones de costos con aplicación BIM siguen una distribución normal (valor  $p = 0,432 > \alpha = 0,05$  se acepta  $H_0$ ).

### Prueba de Hipótesis Estructura vs Arquitectura

Contrastando la hipótesis específica propuesta como La incidencia de la aplicación de la metodología BIM en el costo de las interferencias constructivas es menor al 6% del costo de construcción.

- En un primer paso, se confirmó que existe una diferencia significativa entre los costos de construcción por incidencias de construcción sin aplicar y aplicar el método BIM, se aplicó la prueba paramétrica de diferencia de medias para muestras pareadas debido que las poblaciones en estudio siguen distribución normal.
- En un segundo paso, se contrasta que los costos de interferencias de la construcción con la metodología BIM se reducen a menos del 6% del costo total de construcción, se aplicó la prueba paramétrica de una media debido que la población en estudio sigue distribución normal.

- En el tercer paso, se realizó el modelo de regresión lineal que contempla el porcentaje de reducción de los costos aplicando la metodología BIM, se aplicó el método de mínimos cuadrados.

### 1) Primer Paso:

En el primer paso se plantearon las siguientes hipótesis estadísticas:

**H<sub>0</sub>:** Existe una diferencia significativa al aplicar BIM en los costos de construcción de edificaciones con interferencia constructiva.

**H<sub>1</sub>:** No existe una diferencia significativa al aplicar BIM en los costos de construcción de edificaciones con interferencia constructiva.

**Tabla 91** Prueba de muestras emparejadas para los Costos de Estructuras vs Arquitectura

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
	COSTO SIN								
Par	APLICACION BIM	37.453	20.605	11.897	-13.734	88.640	3.148	2	.088
1	COSTO CON APLICACIÓN BIM								

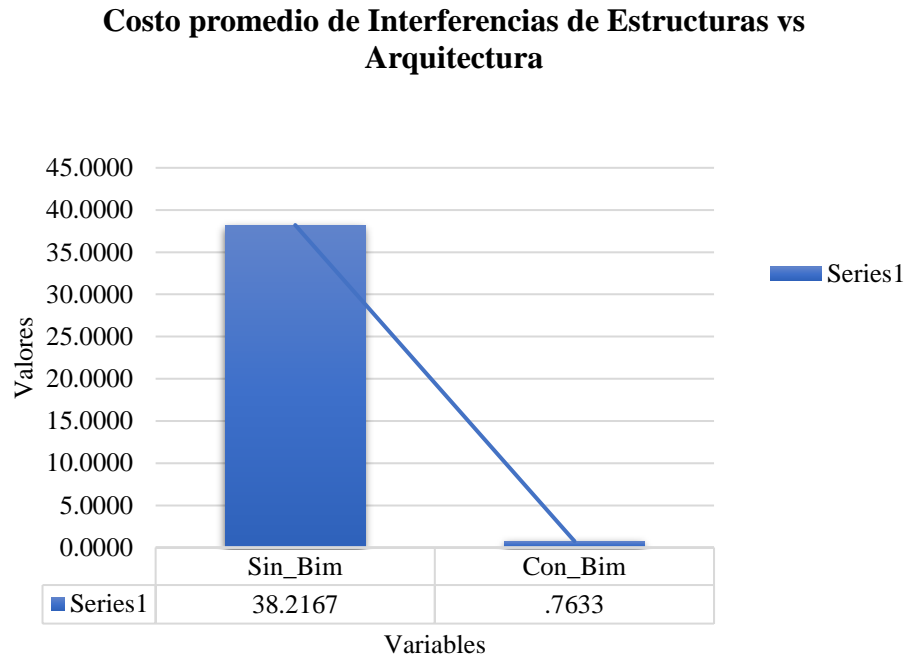
**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Se ha comprobado que existe una diferencia significativa al aplicar BIM en los costos de construcción de interferencias de instalaciones eléctricas, ya que se acepta la hipótesis nula (valor  $p = 0,088 > \alpha = 0,05$ ).

La siguiente tabla y gráfica se muestra las medias de los costos de construcción aplicando BIM y sin aplicarlo.

**Figura 47** Costos de promedio de las Interferencias de Estructuras vs Arquitectura



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

El costo promedio de las interferencias constructivas de estructuras vs arquitectura de edificaciones investigadas es inferior aplicando BIM, lo que nos indica que aplicando el BIM disminuye significativamente los costos

## 2) Segundo Paso:

Para contrastar que los costos de las interferencias se reducen a menos 6% con la aplicación BIM, se plantearon las siguientes hipótesis

**H<sub>0</sub>:** Los costos de las interferencias constructivas se reduce al 6% o es mayor con la metodología BIM

**H<sub>1</sub>:** Los costos de las interferencias constructivas se reduce a menos del 6% aplicando la metodología BIM

**Tabla 92 Prueba de muestra única para el porcentaje de Estructuras vs Arquitectura**

Prueba de muestra única							
Tipo de Interferencia	Valor de Prueba =3						
	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia			
				Inferior	Superior		
Estructura vs Arquitectura	Porcentaje de Disminución	-3.400	2.000	0.047	-40.453	-91.640	10.734

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Se rechaza la hipótesis nula (valor  $p = 0,047 < \alpha = 0.05$ ), por lo que afirma que las interferencias constructivas se reducen en menos 6% aplicando BIM

### 3) Tercer Paso

Modelo de regresión lineal simple de reducción aplicando BIM: Se ha encontrado el modelo de regresión que permite estimar el costo de interferencia constructiva usando BIM, si conocemos el costo sin aplicar BIM, se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 93 Modelo de Regresión Lineal simple**

COEFICIENTES						
Tipo de Interferencia	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		t	Sig.
	B	Error estándar	Beta			
Estructura vs Arquitectura	(Constante)	-.006	.001		-4.345	.144
	SIN_BIM	.020	.000	1.000	566.194	.001

a. Variable dependiente: CON\_BIM

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Costo con Aplicación BIM (Y) =  $-0.006 + 0,020 * \text{Costo sin aplicación BIM}$

% de Reducción =  $\text{Costo con Aplicación BIM (Y)} / \text{Costo sin aplicación BIM}$

Además, se contrastó que el modelo lineal construido es válido al % de significancia (Valor  $p = 0,001 < \alpha = 0,05$  se rechaza la hipótesis nula  $\beta_1 = 0$ ) como se muestra en la tabla 94.



**Tabla 94 Prueba Estadística de Anova**

ANOVA					
Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	.359	1	.359	320575.835	,001 <sup>b</sup>
Residuo	.000	1	.000		
Total	.359	2			

a. Variable dependiente: COSTO CON APLICACION BIM

b. Predictores: (Constante), COSTO SIN APLICACIÓN BIM

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

El costo promedio de incidencia de las interferencias de Estructuras vs Arquitectura en las edificaciones investigadas es inferior al 6 % aplicando BIM; realizando la constatación de resultados a través del modelo de regresión lineal se concluye que disminuye significativamente los costos en 2.01%

**Tabla 95 Aplicación del modelo de regresión lineal en las Interferencias Estructuras vs Arquitectura**

APLICACIÓN DEL MODELO DE REGRESION LINEAL EN LAS INTERFERENCIAS DE ESTRUCTURAS VS ARQUITECTURA	
Resultado según prueba estadística	Se afirma que las interferencias de arquitectura se reducen en menos 6% aplicando BIM
Modelo de regresión lineal	Costo con Aplicación BIM (Y) = -0.006 + 0,020* Costo sin aplicación BIM
% de reducción (constatación de resultados)	% de Reducción = Costo con Aplicación BIM (Y)/ Costo sin aplicación BIM
	BIM (Y)= -0.006+ 0,020*(1000)
	BIM (Y)= S/20.137
	%R=S./20.13 =20.137/1000 = 2.01%

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

**b. Presentación de Resultados Estadísticos Costos de Interferencias de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias**

Los costos de las especialidades Estructuras vs Instalaciones Sanitarias, con el método CAD tradicional, se codifican con "x" (SIN\_BIM) y los costos con el método BIM se codifican con "y" (CON\_BIM)

**Tabla 96** Costos de interferencias de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias

ESPECIALIDAD	CODIGO DE INTERFERENCIA	SIN_BIM (X)	CON_BIM (Y)
ESTRUCTURAS VS INSTALACIONES SANITARIAS	E01 vs IS01	43,18	1,3
	E02 vs IS02	110,61	3,32
	E03 vs IS03	96,21	1,92
	E04 vs IS04	66,85	1,34
	E05 vs IS05	66,85	2,01
	E06 vs IS06	56,04	1,68

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

### Prueba de Hipótesis

Para el desarrollo de las hipótesis primero se desarrolló la Prueba de Normalidad, con el fin de elegir la prueba con la que debemos contrastar las hipótesis, se debe determinar si los costos en estudio según el tipo de interferencia en Estructuras vs Instalaciones Sanitarias siguen una distribución normal. Se planteó las siguientes hipótesis

**H<sub>0</sub>:** La población de costos sin aplicación BIM, con aplicación BIM del tipo de Interferencia de construcción siguen distribución normal.

**H<sub>1</sub>:** La población de costos sin aplicación BIM, con aplicación BIM del tipo de Interferencia de construcción no siguen distribución normal

Para los resultados estadísticos se realizó a base del programa SPSS, en una primera instancia se tiene que verificar si los datos siguen una distribución normal, debido a que los datos Estructuras vs Instalaciones Sanitarias son menores a 50 se utiliza la prueba de Shapiro-Wilk.

A continuación, se muestra a continuación los resultados SPSS

**Tabla 97** Prueba de normalidad de la Especialidad de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CON_BIM	.289	6	0.13	.828	6	.104
SIN_BIM	.267	6	.200 <sup>a</sup>	.931	6	.589

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En las interferencias de estructuras vs instalaciones sanitarias siguen una distribución normal los datos en estudio de costos sin aplicación BIM (valor  $p = 0,589 > \alpha = 0,05$  se acepta  $H_0$ ) y las poblaciones de costos con aplicación BIM siguen una distribución normal (valor  $p = 0,104 > \alpha = 0,05$  se acepta  $H_0$ )

### Prueba de Hipótesis Estructura vs Instalaciones Sanitarias

Contrastando la hipótesis general propuesta como La incidencia de la aplicación de la metodología BIM en el costo de las interferencias constructivas es menor al 6% del costo de construcción.

- En un primer paso, se confirmó que existe una diferencia significativa entre los costos de construcción por incidencias de construcción sin aplicar y aplicar el método BIM, se aplicó la prueba paramétrica de diferencia de medias para muestras pareadas debido que las poblaciones en estudio siguen distribución normal.
- En un segundo paso, se contrasta que los costos de interferencias de la construcción con la metodología BIM se reducen a menos del 6% del costo total de construcción, se aplicó la

prueba paramétrica de una media debido que la población en estudio sigue distribución normal.

- En el tercer paso, se realizó el modelo de regresión lineal que contempla el porcentaje de reducción de los costos aplicando la metodología BIM, se aplicó el método de mínimos cuadrados.

### 1) Primer Paso:

En el primer paso se plantearon las siguientes hipótesis estadísticas:

**Ho:** Existe una diferencia significativa al aplicar BIM en los costos de construcción de edificaciones con interferencia constructiva.

**H1:** No existe una diferencia significativa al aplicar BIM en los costos de construcción de edificaciones con interferencia constructiva.

**Tabla 98** Prueba de muestras emparejadas para los Costos de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas						gl	Sig. (bilateral)
		Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superio r				
Par 1	CON_BIM SIN_BIM	-71.37	24.704	10.086	-97.287	-45.436	-7.076	5.00	0.001

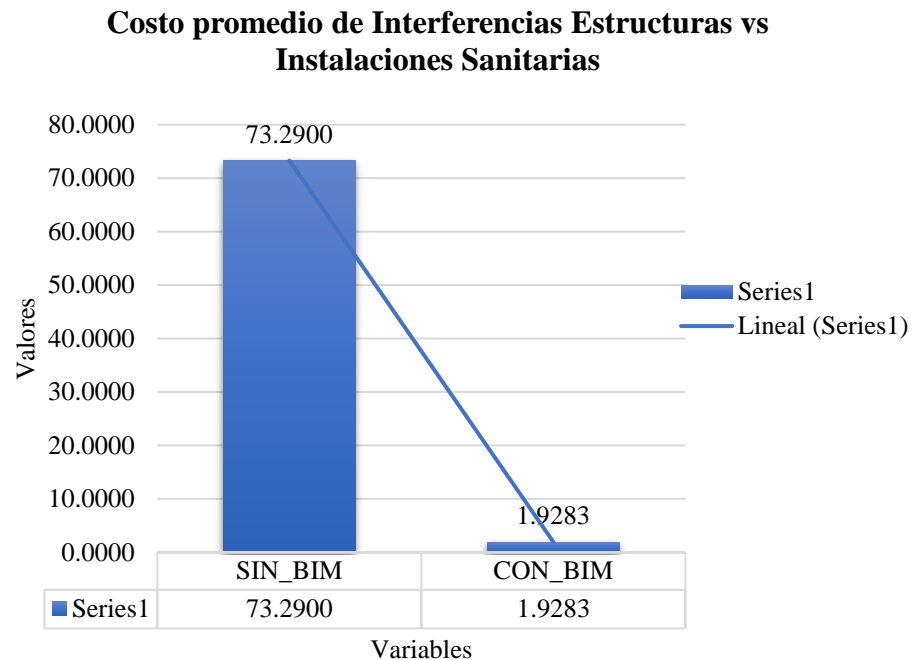
**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Se ha comprobado que no existe una diferencia significativa al aplicar BIM en los costos de construcción de interferencias de instalaciones eléctricas, ya que se rechaza la hipótesis nula (valor  $p = 0,001 < \alpha = 0,05$ ).

La siguiente tabla y gráfica se muestra las medias de los costos de construcción aplicando BIM y sin aplicarlo.

**Figura 48** Costos de promedio de las Interferencias de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

El costo promedio de las interferencias constructivas de estructuras vs Instalaciones Sanitarias de la infraestructura en estudio es inferior aplicando BIM, lo que nos indica que aplicando el BIM disminuye significativamente los costos

## 2) Segundo Paso:

Para contrastar que los costos de las interferencias se reducen a menos 6% con la aplicación BIM, se plantearon las siguientes hipótesis:

**Ho:** Los costos de las interferencias constructivas se reduce al 6% o es mayor con la metodología BIM.

**H1:** Los costos de las interferencias constructivas se reduce a menos del 6% aplicando la metodología BIM.

**Tabla 99** Prueba de muestra única para el porcentaje de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias

Prueba de muestra única							
Tipo de Interferencia	Valor de prueba = 6						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
					Inferior	Superior	
Estructura vs Instalaciones Sanitarias Porcentaje de Disminución	-7.671	5	.001	-77.36167	-103.2874	-51.4359	

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Se rechaza la hipótesis nula (valor  $p = 0,001 < \alpha = 0.05$ ), por lo que afirma que las interferencias constructivas se reducen en menos 6% aplicando BIM.

### 3) Tercer Paso

Modelo de regresión lineal simple de reducción aplicando BIM: Se ha encontrado el modelo de regresión que permite estimar el costo de interferencia constructiva usando BIM, si conocemos el costo sin aplicar BIM, se muestra en la tabla 100.

**Tabla 100** Modelo de Regresión Lineal simple

Modelo	Coeficientes				
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Error estándar	Beta	t	
1 (Constante)	.140	.621		.225	.833
SIN_BIM	.024	.008	.834	3.019	.039

a. Variable dependiente: CON\_BIM

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Costo con Aplicación BIM (Y) =  $0.140 + 0,024 * \text{Costo sin aplicación BIM}$

% de Reducción =  $\text{Costo con Aplicación BIM (Y)} / \text{Costo sin aplicación BIM}$ .

Además, se contrastó que el modelo lineal construido es válido al % de significancia (Valor  $p = 0,039 < \alpha = 0,05$  se rechaza la hipótesis nula  $\beta_1 = 0$ ) como se muestra en la tabla 101.

**Tabla 101** Prueba Estadística de Anova

ANOVA <sup>a</sup>					
Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	1.908	1	1.908	9.114	,039 <sup>b</sup>
Residuo	.838	4	.209		
Total	2.746	5			

a. Variable dependiente: CON\_BIM

b. Predictores: (Constante), SIN\_BIM

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

El costo promedio de incidencia de las interferencias de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias en las edificaciones investigadas es inferior al 6 % aplicando BIM; realizando la constatación de resultados a través del modelo de regresión lineal se concluye que disminuye significativamente los costos en 2.45%

**Tabla 102** Aplicación del modelo de regresión lineal en las Interferencias Estructuras vs Instalaciones Saniatarias

Aplicación del Modelo de Regresión Lineal en las Interferencias de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias	
Resultados según Prueba Estadísticos	Se afirma que las interferencias de arquitectura se reducen en menos 6% aplicando BIM
Modelo de regresión lineal	Costo con Aplicación BIM (Y) = 0.140+ 0,024* Costo sin aplicación BIM
% de reducción (constatación de resultados)	% de Reducción = Costo con Aplicación BIM (Y)/ Costo sin aplicación BIM
	BIM (Y)= 0.14+ 0,024*(1000)
	BIM (Y)= S/24.541
	%R = S./ 24.541 =24.541/1000 = 2.45%

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

### 3.1.5 Resultado del Objetivo General

En el presente apartado se va analizar la constructividad holística como atributo del diseño del proyecto de mediana complejidad según el tiempo, calidad y costo. La investigación precedente permite inferir que el uso del modelado informativo de la construcción aporta un mejoramiento continuo de todos los procesos organizativos y productivos a fin de lograr mejoras en la etapa de diseño, a lo largo del presente estudio se ha venido implementando los principios de la constructividad en el proyecto de mediana complejidad de la infraestructura para mejoramiento del centro servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización del municipio de Tacna distrito y provincia de Tacna, de acuerdo al orden de prelación de la investigación de como se ha analizado los principales beneficios de la constructividad, se tiene la siguiente secuencia: tiempo, calidad y costo. Como primeras instancias se analizó el tiempo en base al rendimiento en la producción de documentos y metrados, seguidamente se analizó la calidad en base a la efectividad para la cuantificación de metrados y por último se analizó el costo en base a la incidencia de las interferencias del proyecto en estudio, a continuación, se detallará estos factores de la constructividad en el orden de prelación descrito anteriormente

Las características de la constructividad han influido significativamente de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, como se analiza a continuación.

Los rendimientos en la constructividad fueron eficientes en hh/m<sup>2</sup> cuando se implementó el modelado de información, resultando una variación entre ambas metodologías de un 9.96% mostradas en la tabla 105, los cuales son representados por la cuantificación de metrado y producción de documentación, mostrando una reducción de latencia en un 63.85% y por otro lado para la producción de documentación en un 14.67%, cumpliendo así con el beneficio de la constructividad con respecto al tiempo, en la tabla 103 y 104 se muestra lo expuesto anteriormente.



**Tabla 103** Tiempo de metrados de ambas Metodologías

TIEMPO DE METRADOS	
TRADICIONAL	BIM
296 h	107 h
36.15%	
-63.85%	

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

**Tabla 104** Tiempo de metrados de ambas Metodologías

TIEMPO DE METRADOS	
TRADICIONAL	BIM
368 h	314 h
85.33%	
-14.67%	

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

**Tabla 105** Rendimientos Finales de ambas Metodologías

RENDIMIENTO FINAL POR METODOLOGIA (TRADICIONAL-BIM)		
Producción	Método tradicional	Método BIM
	Rendimiento Factorado MT	Rendimiento Factorado BIM
<b>Total</b>	0.252729	0.153152
<b>Diferencia</b>	9.96%	

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Así mismo se indica que cuando los rendimientos de hh/m<sup>2</sup> fueron eficientes nos permitió disminuir y controlar la precisión o exactitud en la cuantificación de los metrados con un promedio eficaz de 3.39 mostrado en la tabla 104, cumpliendo así con el beneficio de la constructividad con respecto a la calidad.

**Tabla 106** Calidad como uno de los Atributos de la Constructividad

CALIDAD-EFICACIA	
ESECCIALIDAD	BIM
ARQUITECTURA	3.31
ESTRUCTURA	3.13
SANITARIAS	3.74
ELECTRICAS	3.39
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.39</b>

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Por otro lado en los costos por interferencia del proyecto de mediana complejidad se tuvo una incidencia de 2.70% que representa las modificaciones anticipadas en la etapa de ejecución, referente a la precisión y exactitud que se obtuvo en la presente investigación, estos componentes conlleva a tener beneficios de mayor constructividad en la etapa de diseño, obteniendo procesos de logística y gestión más automatizadas de los cuales disminuye y previenen el riesgo para los proyectos de construcción.

**Tabla 107** Regresion Lineal para la Incidencia de los Costos

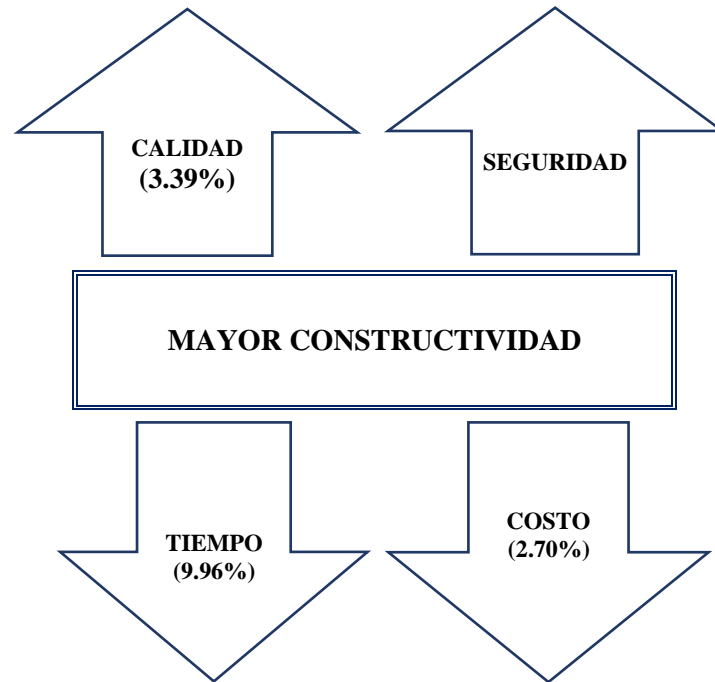
APLICACIÓN DEL MODELO DE REGRESION LINEAL EN LAS INTERFERENCIAS DEL PROYECTO	
Resultado según prueba estadística	Se afirma que las interferencias de arquitectura se reducen en menos 6% aplicando BIM
Modelo de regresión lineal	Costo con Aplicación BIM (Y) = $-0.132 + 0.27 * \text{Costo sin aplicación BIM}$ % de Reducción = $\text{Costo con Aplicación BIM (Y)} / \text{Costo sin aplicación BIM}$
% de reducción (constatación de resultados)	BIM (Y) = $-0.132 + 0.27 * (1000)$ BIM (Y) = S/27.006 $\%R = S / 27.006 = 27.006 / 1000 = 2.70\%$

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Según el repositorio de (Vergara & Jarpa, 2010, p. 17), apoya el presente enfoque afirmando que se tiene que cumplir la relación de constructividad con sus 4 beneficios las cuales son calidad, seguridad, tiempo y costo mostrado en la figura 49.

**Figura 49** Beneficios de mayor constructividad en los diseños del Proyecto



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la figura 49 podemos observar la proporción que brinda los beneficios de implementar la constructividad en los proyectos de construcción mediante el modelado de información, las cuales se describe:

- A mayor la constructividad los beneficios de calidad y seguridad son directamente proporcionales con los beneficios de tiempo y costo.
- Cuando la calidad tuvo un porcentaje de 3.39%, los beneficios de tiempo y costos disminuirán en un 9.96% y en un 2.70%

- Con respecto a la seguridad y la interacción de los beneficios restante podemos dar a entender que a las actividades mas sencillas con eficiencia de 9.96 %, eficacia de 3.39% y coste de 2.70%, implica menor riesgo para el equipo.

### 3.1.5.1 *Resultados Estadísticos*

Para determinar el resultado general que se determinó, que es “Aplicando las herramientas del modelado de información de construcción optimizara el mejoramiento de la constructividad en proyectos de mediana complejidad en la Municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna”, primero se realizó la prueba de normalidad, se describe el suceso a continuación

Los costos de las especialidades del proyecto, con el método tradicional, se codifican con “x” (SIN\_BIM) y los costos con el método BIM se codifican con “y” (CON\_BIM).

**Tabla 108** *Costos de Interferencias de las Especialidades del Proyecto*

COSTO DEL PROYECTO	
SIN_BIM (x)	CON_BIM (y)
21,70	0,43
31,06	0,62
61,89	1,24
43,18	1,30
110,61	3,32
96,21	1,92
66,85	1,34
66,85	2,01
56,04	1,68

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

### **Prueba de Hipótesis**

Para el desarrollo de las hipótesis General primero se desarrolló la Prueba de Normalidad, con el fin de elegir la prueba con la que debemos contrastar las hipótesis, se debe determinar si los costos bajo estudio siguen una distribución normal. Se planteó las siguientes hipótesis

**H<sub>0</sub>:** La población de costos sin aplicación BIM, con aplicación BIM y el porcentaje de disminución de los costos con BIM del tipo de Interferencia de construcción siguen distribución normal.

**H<sub>1</sub>:** La población de costos sin aplicación BIM, con aplicación BIM y el porcentaje de disminución de los costos con BIM del tipo de Interferencia de construcción no siguen distribución normal.

Para los resultados estadísticos se realizó a base del programa SPSS, en una primera instancia se tiene que verificar si los datos siguen una distribución normal, debido a que los datos son menores a 50 se utiliza la prueba de Shapiro-Wilk.

A continuación, se muestra a continuación los resultados SPSS.

**Tabla 109** Prueba de Normalidad de los Costos del Proyecto

	PRUEBAS DE NORMALIDAD						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
SIN_BIM	.205	9	,200*	.957	9	.769	
CON_BIM	.180	9	,200*	.927	9	.455	
PORCENTAJE DE DISMINUCION	.200	9	,200*	.957	9	.764	

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Los costos de las especialidades del proyecto, los costos sin aplicación BIM (valor  $p = 0,769 > \alpha = 0,05$  se acepta  $H_0$ ) y los costos con aplicación BIM siguen una distribución normal (valor  $p = 0,455 > \alpha = 0,05$  se acepta  $H_0$ ) y el porcentaje de disminución (valor  $p = 0,764 > \alpha = 0,05$  se acepta  $H_0$ ), todos los costos siguen una distribución normal por lo tanto se debe aplicar pruebas estadísticas paramétricas.

## Prueba de Hipótesis General

Contrastando la hipótesis general propuesta, primero se debe confirmar que aplicando las herramientas del modelado de información en la construcción optimizara el mejoramiento de la constructividad en proyectos de mediana complejidad en la Municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna, en el cual se aplicó la prueba paramétrica de diferencia de medias para muestras pareadas debido que las poblaciones en estudio siguen distribución normal.

### 1) Primer Paso:

En el primer paso se plantearon las siguientes hipótesis estadísticas:

**H<sub>0</sub>:** Aplicando las herramientas del modelado de información en la construcción no existe un mejoramiento en la constructividad en proyectos de mediana complejidad en la Municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna

**H<sub>1</sub>:** Aplicando las herramientas del modelado de información en la construcción existe un mejoramiento en la constructividad en proyectos de mediana complejidad en la Municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna.

**Tabla 110** Prueba de Muestras Emparejadas para los Costos del Proyecto

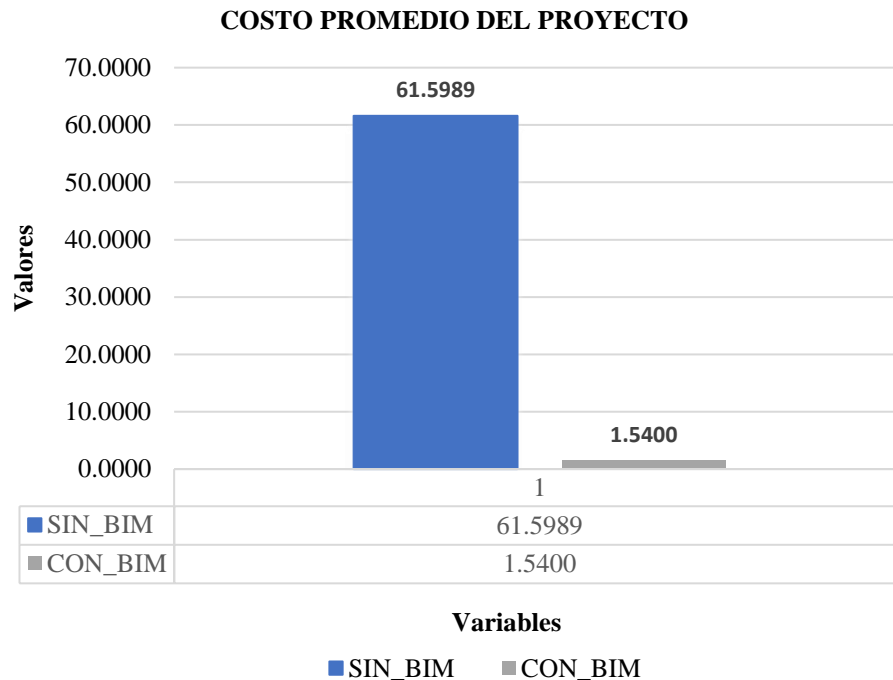
		Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	COSTO SIN APLICACION BIM – COSTO CON APLICACIÓN BIM	60.06	27.84	9.280	38.660	81.458	6.472	8	.000

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Se ha comprobado que existe un mejoramiento significativo en la constructividad al aplicar las herramientas BIM en los costos de construcción, ya que se rechaza la hipótesis nula (valor  $p = 0,00 < \alpha = 0,05$ ).

**Figura 50** Costos de promedio del Proyecto



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

En la figura 47 se muestra las medias de los costos de construcción aplicando BIM y sin aplicarlo, además se verifica que existe costo promedio de las interferencias constructivas del proyecto en estudio es inferior aplicando las herramientas del modelado de información, por lo tanto, se indica que aplicando el BIM disminuye significativamente los costos, entonces existe un mejoramiento significativo en la constructividad aplicando el BIM ya que como se verifica disminuye significativamente los costos.

## CAPÍTULO IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

#### ¿Afecta la determinación del tipo de proyecto constructivo?

Se ha recopilado investigaciones de diferentes autores que realizan el modelamiento semejante a lo que se presenta en esta investigación, por lo cual nosotros contrastamos que se ha obtenido mejores rendimientos frente a los otros autores, así mismo se identifica que el tipo de proyectos de los otros autores, realizan un modelamiento de pequeñas infraestructuras frente a lo que se está proponiendo en esta investigación, lo cual es un proyecto de mediana complejidad.

*Tabla 111 Producción de Rendimientos en Proyectos con Metodología BIM*

BIM Marcan	BIM IMTEK	BIM STICK	BIM MCSCCF
(Salinas & Ulloa Román, 2014)	(Rojas Sacatuma, 2017)	(Muñoz Salvatierra & Pardavé Huamán, 2018)	(Ramos María & Vilcas Alejandro, 2020)
Proyecto inmobiliario	Proyecto de infraestructura educativa	Proyecto de de muros cortina STICK	Proyecto Centro de servicios
1.modelo de especialidad de estructura y arquitectura	1. Modelado de especialidad de estructura. 2. Producción de planos y metrados	1. Elaboración de Expediente 2.Produccion de Muro cortina 3.Montaje y acristalamiento de Muro cortina	1. Modelado de especialidad de estructura, arquitectura, sanitaria, eléctrica 2. Producción de documentación y metrados
0.0580 hh/m <sup>2</sup>	0.0826 hh/m <sup>2</sup>	0.1167 hh/m <sup>2</sup>	0.1532 hh/m <sup>2</sup>

**Elaboración:** Propia

**Fuente:** Reátegui

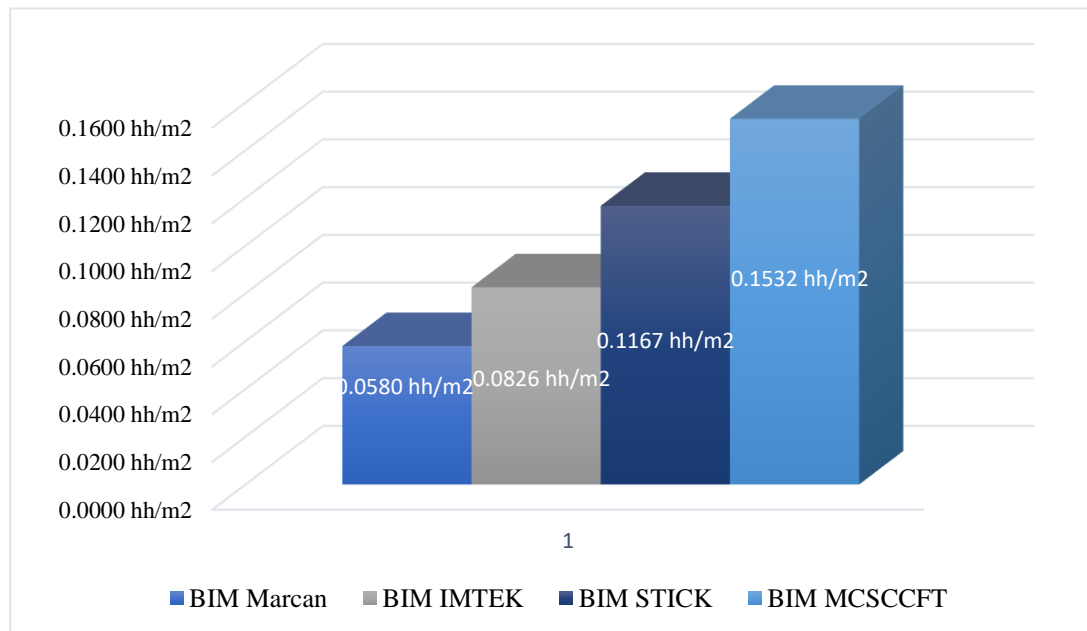
Frente a los resultados de los diferentes autores como (Muñoz Salvatierra & Pardavé Huamán, 2018; Rojas Sacatuma, 2017; Ulloa Román & Salinas Saavedra, 2013) de los cuales tuvieron un rendimiento en su producción de proyectos de 0.0580 hh/m<sup>2</sup>, 0.0826 hh/m<sup>2</sup> y 0.1167 hh/m<sup>2</sup> respectivamente, se denota que la presente investigación se obtuvo un mayor rendimiento.



Así mismo se denota que la experiencia para con el modelamiento desde el 2014 hasta el 2020 ha sido muy importante porque se verifica que para diferentes países, diferentes realidades y diferentes muestras, los rendimientos han ido incrementando y ninguno ha ido en decremento por lo que se tiene una alta expectativa para el futuro bajo esta metodología, lo que tan bien hace y demuestra la importancia de esta investigación, que, muchas más personas vienen realizando el aprendizaje de este modelo porque es esencial y así lo demuestra los resultados.

En la tabla 110 se observan el análisis de rendimiento, específicamente métricas de productividad recuperadas de las investigación de "Implementación de BIM en Proyectos Inmobiliarios en la empresa Marcan" de (Salinas & Ulloa Román, 2014) y "Análisis comparativo del rendimiento en la producción de planos y metrados, especialidad estructuras usando métodos tradicionales , la metodología de trabajo BIM en la empresa IMTEK" de (Rojas Sacatuma, 2017) y "Metodología Con Herramientas BIM Para Optimizar La Productividad De Los Procesos De Planificación Y Ejecución Del Sistema De Muros Cortina Stick" (Muñoz Salvatierra & Pardavé Huamán, 2018). Tomando en cuenta que las investigaciones se realizaron con las mismas unidades para la obtención del rendimiento, usando la misma metodología de trabajo y misma especialidad, sería incorrecto compararlos definitivamente como datos absolutos puesto a que cada investigación presenta sus limitaciones.

**Figura 51** Comparación de la producción de Rendimientos de los diferentes Proyectos



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna

Así mismo, se menciona que las limitaciones que involucran el tipo de proyecto en la cuales fueron realizadas en dichas investigaciones, el primer antecedente fue realizado en proyectos inmobiliarios. El segundo fue un proyecto de infraestructura educativa, el tercero fue para muro cortina en un proyecto de edificación y por último un proyecto de centro de servicios.

### **¿Hubo algún beneficio al modelar o diseñar utilizando la metodología de Modelado de información en comparación con la metodología convencional?**

(Palacio, 2020) resalta que existe enfoques diferentes para el diseño y documentación de información. El modelado 2D (CAD) es la digitalización del proceso de diseño tradicional en papel y bolígrafo. BIM permite agregar una gran cantidad de información a un proyecto que es útil durante todo su ciclo de vida. Entonces, esta información respalda procesos como el diseño, la construcción e incluso la fase operativa de un edificio e incluso la fase de construcción. En

resumen, la gran cantidad de información que se puede agregar a un proyecto a través del método BIM es el componente diferenciador frente al método anterior.

### **¿La metodología de información nos permitió reducir las ampliaciones de tiempo y costo en cuestión de interferencias y colisiones?**

(Palacio, 2020) menciona que la metodología BIM resuelve una serie de puntos clave.

Uno es la fragmentación. Normalmente, los requisitos del cliente pasan por el equipo de diseño, seguidos por el contratista, y terminan en manos de la dirección del proyecto. En el camino, es común que la información sufra variaciones por incompatibilidades, interferencias, falta de especificación, cambios descoordinados, como consecuencia, el proyecto se completa en paralelo a la obra, con ampliaciones de plazos y costos. la metodología BIM cambia esta fragmentación existente en el sector.

Por otra parte, se indica que el estudio estadístico que desarrolló (Jernigan, 2007), En los Estados Unidos, el gobierno federal ha estimado ahorros anuales de más de \$ 15.8 mil millones a través de procesos integrados. Actualmente, los procesos ahorran entre un 5-12% cuando BIM se usa correctamente.

En el desarrollo de esta investigación del proyecto de mediana complejidad de la infraestructura, se concluye el costo promedio de incidencia de las interferencias de estructuras vs arquitectura en la Infraestructura investigada son inferiores al 6 % aplicando modelado de información; realizando la constatación de resultados a través del modelo de regresión lineal se concluye que disminuye significativamente los costos en 2.01% y la incidencia de las interferencias de estructuras vs Instalaciones Sanitarias se concluye que disminuye significativamente los costos en 2.45%.

En EE. UU se logra reducir un mayor porcentaje los costos de las interferencias constructivas que existen y esto se presenta por un crecimiento acelerado de la aplicación en su proyecto; sin embargo,

Perú presenta un crecimiento moderado, porque la metodología de información en la construcción recientemente está formando parte de la gestión de los proyectos.

## 4.2 Conclusiones

En conclusión, para el primer objetivo se comparó los rendimientos “producción de dibujo laminado, la revisión y corrección” en referencia a la producción de planos y documentos lo cual se tiene como rendimiento de 0.1147 hh/m<sup>2</sup> con el modelado de información y una producción de 0.1321 hh/m<sup>2</sup> con la utilización de un método tradicional de las especialidades en proyectos de mediana complejidad con el uso del método tradicional frente al modelamiento BIM de la Municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna.

Las comparaciones de los rendimientos para la elaboración de la documentación evidencian que a un mayor rendimiento se tendrá que utilizar más tiempo para la producción de planos y documentos de diferentes especialidades, indicador principal que da cuenta que a menor rendimiento se optimizaran tiempos, así mismo los resultados evidencian que al modelar la información se optimiza 1.15 veces los tiempos a un modelado tradicional.

Concluyendo para el segundo objetivo se determinó la efectividad según especialidades como: estructura 80.25% , arquitectura 76.00 % , sanitarias 81.75 % ,eléctricas 73.50 % basados en el triángulo de benchmarking (costo – tiempo - calidad) del proyecto de mediana complejidad mediante el modelado BIM de la municipalidad de Tacna, Distrito y Provincia de Tacna, para la valoración de estos porcentajes se miden dentro de una escala del 1 al 5 según (Medina Chocetoy et al., 2020, p. 6) los cuales se obtuvieron valores promedios del modelado de información como 4.21, 4.04, 4.21, 4.09, de las especialidades estructuras, arquitectura, sanitarias y eléctricas respectivamente

Tras la determinación de estos valores se concluye que el modelamiento de información para el proyecto de mediana complejidad en mención es 14.34% más efectivo que el convencional, los indicadores que miden esta efectividad son el costo, calidad y tiempo.

Se estableció la incidencia de la aplicación del modelamiento de información frente al costo de las colisiones con un valor de 2.70% las cuales se encontró 3 tipos de Interferencias más recurrentes o demandan un costo adicional a la obra como: Interferencias de Errores del modelador, Interferencias que eran técnicamente construibles en obra e Interferencias que generarían un costo adicional en obra de estas últimas colisiones, el costo promedio de incidencia de las interferencias de Estructuras vs Arquitectura de la infraestructura investigada es inferior al 6 % aplicando el modelado de informativo en la construcción; realizando la constatación de resultados a través del modelo de regresión lineal se concluyó que disminuye significativamente los costos en 2.01%, en la Especialidad de Estructuras vs Instalaciones Sanitarias el costo promedio de incidencia es 2.45% en el cual se verifica que disminuye significativamente los costos.

En lo que se refiere sobre la suposición de la (hipótesis), se utilizó una seguridad del 95% y el valor de la significancia de 0.05 o 5%, además se empleó la prueba Shapiro-Wilk ya que los datos en estudio son menores a 50, teniendo en consideración estos parámetros se determinó la incidencia de los costos de las interferencias del proyecto tanto con el método tradicional y con la metodología del modelado de información, se obtuvo como resultado que la significación asintótica bilateral "p" el promedio es igual a 0,66, por lo tanto es mayor de 0,05, ello significa que las variables aleatorias siguen la Ley Normal, que en consecuencia se aplicó las pruebas no paramétricas.

Tras la determinación de estos resultados se ha comprobado que existe un mejoramiento significativo en la constructividad al aplicar las herramientas BIM en los costos de construcción,

ya que se rechaza la hipótesis nula, la significación asintótica bilateral "p" es igual a  $0,00 < \alpha = 0,05$ .

Finalmente se concluye que la contractibilidad ha demostrado un óptimo comportamiento según el rendimiento, efectividad e incidencia de las interferencias, lo cual demuestra que para la aplicación de proyectos similares podemos proyectar el comportamiento de estos para evitar problemas como, mayores metrados, adicionales de obra, entre otros, los resultados demuestran una optimización no solo en tiempo y costo si no también son orientados a resultados de calidad.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda que se varíe la muestra, el diseño de investigación, que se realice o se busque otro enfoque, a lo que se plantea en la presente tesis.

Por otro lado, se indica que se pueda variar el software para el modelado del proyecto y para el análisis de la investigación.

Además, se recomienda, para futuras investigaciones que se varíe el sistema de contratación a lo propuesto en la presente investigación. Así mismo todos los proyectos de gran envergadura desarrollados con la metodología tradicional sean modelados con las herramientas BIM antes de empezar la fase constructiva para verificar el correcto diseño de los planos, en caso de presentar incompatibilidades e interferencias puedan ser corregidas durante la fase de diseño evitando presencias en la fase de ejecución del proyecto; este proceso puede darse mientras los profesionales adopten las herramientas BIM para el diseño de los planos.

Se recomienda a las empresas constructoras, autoridades regionales, municipios e instituciones estatales vinculadas a la construcción y obra civil familiarizarse en el mundo BIM, Mientras que el cambio se realice en etapas tempranas de ciclo de vida del proyecto, mayor será su retorno de inversión en la etapa de desarrollo de ejecución, es decir, se reducirán la latencia. costos y se obtendrá una mayor productividad implementando la metodología BIM.

La realización de esta investigación ha establecido un punto de partida en el desarrollo de la metodología BIM y da lugar a nuevas investigaciones sobre:

1. Investigar y elegir una herramienta para el modelamiento en proyectos de alta complejidad en comparación del diseño tradicional

2. Investigar herramienta del modelado de información en el mercado para cada etapa 4D Y 5D (presupuestos y cronogramas e integrarlos al BIM), debido a que la presente investigación se centra en la etapa de diseño en proyectos de mediana complejidad.
3. La investigación estima una efectividad 14.34% y una incidencia de costos 2.70% para proyectos de mediana complejidad, se recomienda investigar el beneficio que generaría implementar la metodología de modelado de información en proyectos de alta complejidad.
4. Implementar el desarrollo de flujo total del modelado de información desde la etapa de diseño hasta su etapa final, para proyectos complejos.

Estas nuevas investigaciones no fueron abordadas por nuestra autoría porque no son los objetivos de esta disertación y no están presente en el campo de aplicación y en el contexto.



## BIBLIOGRAFIA

- Alcántara Rojas, P. V. (2013). *Para Optar el Título Profesional de Para Optar el Título Profesional de*. [https://www.academia.edu/6750988/Tesis\\_BIM\\_Vladimir\\_Alcantara](https://www.academia.edu/6750988/Tesis_BIM_Vladimir_Alcantara)
- Alexandre, A. D. S. (2019). *Bim En El Peru. January*, 1. <http://dataedro.blogspot.com/>
- Aponte, L. X. S. (2016). *Gestion de Proyectos de Construcción Con Metodología Bim “ Building Information Modeling ” Project Management of Construction With Bim*.
- Araya, F. (2019). Estado del arte del uso de BIM para la resolución de demandas en proyectos de construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, 34(3), 299–306. <https://doi.org/10.4067/s0718-50732019000300299>
- Arboleda, M., Rivera, V., A, G. C., & Vargas, A. (2016). Planificación y control de proyectos aplicando “Building Information Modeling” un estudio de caso. *Ingeniería*, 20(1), 34–45. <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750927004.pdf>
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigacion Introducción a la metodología científica* (Vol. 6, Issue 1).
- Bances Núñez, P. X., & Falla Ravines, S. H. (2008). *LA TECNOLOGÍA BIM PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DEL PROYECTO MULTIFAMILIAR “LOS CLAVELES” EN TRUJILLO-PERÚ*. 1–60. [http://www.gonzalezcabeza.com/documentos/CRECIMIENTO\\_MICROBIANO.pdf](http://www.gonzalezcabeza.com/documentos/CRECIMIENTO_MICROBIANO.pdf)
- Bolívar, C. R. (2002). Programa Interinstitucional Doctorado en Educación. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 9, 12.
- Bolívar, C. R. (2002). *Validez (Programa Interinstitucional Doctorado en Educación)*. 46(2), 55. <http://eprints.uanl.mx/5481/1/1020149995.PDF>
- Botero Botero, L. F. (2002). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades

de construcción. *Revista Universidad EAFIT*, 38(128), 9–21.

- Brenes Serrano, J. octavio. (2014). Análisis de Rendimientos y productividad de mano de obra para la empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 53(9), 1689–1699.  
<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/245180/245180.pdf>  
<https://hdl.handle.net/20.500.12380/245180>  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003>  
<https://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001>  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12>
- CAPECO. (2014). *Protocolos BIM (Documentacion BIM)*. Capeco.
- Carrasco Guerra, J. A. (2018). Universidad Nacional De San Martín - Tarapoto. *Estrategias de Promoción y Notoriedad de Marca de La Empresa Veronika Solar CateringC Company de La Ciudad de Tarapoto Año 2017. Tesis, Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Administración*, 1–57.  
[http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3024/ADMINISTRACION - Pamela Jhosymar Valles Vásquez %26 Martha Ruth Guerra Pinedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3024/ADMINISTRACION%20-%20Pamela%20Jhosymar%20Valles%20V%C3%A1squez%20-%20Martha%20Ruth%20Guerra%20Pinedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Chachere, J. M., Kunz, J., & Levitt, R. (2009). The Role of Reduced Latency in Integrated Concurrent Engineering. *CIFE Working Paper#WP116*, April, 30.
- Choclan Gamez, F., Soler Severino, M., & Gonzalez Marquez, R. J. (1952). Introduccion a la Metafisica. *ResearchGate*, 12(4), 591. <https://doi.org/10.2307/2103629>
- CIOB. (2015). See the wood from the trees. *The Chartered Institute of Building*, March, 14–18.  
[https://www.constructionmanagemagazine.com/wp-content/uploads/2020/03/CM.MAR\\_.2015.combined.issue\\_.pdf](https://www.constructionmanagemagazine.com/wp-content/uploads/2020/03/CM.MAR_.2015.combined.issue_.pdf)
- Codelco. (2012). Estándar de Constructibilidad. *Gerencia de Proyectos*, 1, 6.
- Contratistas, O. (2020). *BIM o VDC en el Perú*. 2020. <http://optimizacontratistas.com/bim-o-vdc->

en-el-peruo/

De los Rios Carmenado, I., HERRERA REYES, A. T., & GUILLEN TORRES, J. (2014). LA COMPLEJIDAD EN DIRECCIÓN DE PROYECTOS: Dimensiones y marcos de trabajo a nivel internacional. *Dyna Management*, 2(3), [9 p.]-[9 p.]. <https://doi.org/10.6036/mn7008>

Delgado, C. (2014). *BIM, LA EXPERENCIA PERUANA*. [https://issuu.com/congresointernacionalbim\\_peru/docs/bim\\_\\_la\\_experiencia\\_peruana\\_-\\_cd\\_-\\_](https://issuu.com/congresointernacionalbim_peru/docs/bim__la_experiencia_peruana_-_cd_-_)

Departamento Administrativo, & Nacional de Estadística. (2008). Estimación e interpretación del coeficiente de variación de la encuesta censal censo general 2005-CGRAL. *Dane*, 5. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/censo/est\\_interp\\_coefvariacion.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/censo/est_interp_coefvariacion.pdf)

Diario Gestión. (2020a). *Construcción habría caído 2% en setiembre, su resultado menos malo desde febrero*. <https://gestion.pe/economia/sector-construccion-habria-caido-2-en-setiembre-estima-iec-de-capeco-noticia/?ref=gesr>

Diario Gestión. (2020b). El Estado aprueba Lineamientos para el uso del BIM en el desarrollo de proyectos de infraestructura. *Diario Gestión*. <https://gestion.pe/blog/agenda-legal/2020/08/el-estado-aprueba-lineamientos-para-el-uso-del-bim-en-el-desarrollo-de-proyectos-de-infraestructura.html/?ref=gesr>

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. In *Notes and Queries* (Vols. s7-II, Issue 32).

Espinoza, J., & Pacheco, R. (2014). Mejoramiento de la Constructabilidad Mediante Herramientas BIM. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*, 110. <http://hdl.handle.net/10757/332303>

Eyzaguirre Vela, R. R. (2015). Potenciando La Capacidad De Análisis Y Comunicación De Los

- Proyectos De Construcción, Mediante Herramientas Virtuales Bim 4D Durante La Etapa De Planificación. *PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ*, 1(45), 103.  
<http://hdl.handle.net/10757/624662>[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/10757/626010/3/FloresQ\\_C.pdf](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/10757/626010/3/FloresQ_C.pdf)<http://hdl.handle.net/10757/626010><http://hdl.handle.net/10757/622827><http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789>
- Galindo, C. V. (2018). *APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM A UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN CORREDOR DE TRANSPORTE PARA UN COMPLEJO INDUSTRIAL. MODELO BIM 5D COSTES.*
- Government, H. (2012). *Industrial strategy: government and industry in partnership (Building Information Modelling)* (p. 22). <https://bimdictionary.com/en/building-information-modelling/1>
- Government, H. (2013). *Industrial Strategy: government and industry in partnership.* 22. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/210099/bis-13-955-construction-2025-industrial-strategy.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/210099/bis-13-955-construction-2025-industrial-strategy.pdf)
- Guzmán Alfaro, W. D. (2015). *Mejora del sistema de presupuestos y control de costos de la empresa ESMERA S . A . Resumen.* 15. [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6913/mejora\\_sistema\\_presupuesto\\_control\\_costos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6913/mejora_sistema_presupuesto_control_costos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hernandez Barrantes, N. M. (2016). *Análisis de los procesos constructivos para la obtención de la productividad y rendimientos en pavimentos flexibles de la Rampa Doméstica del AIJS NATALIA.*
- Hernandez Quesada, D. J. (2019). *Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción.* 53(9), 1689–1699.

[https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10993/estudio\\_rendimientos\\_control\\_costos\\_construccion.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10993/estudio_rendimientos_control_costos_construccion.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Hernández Reátegui, S. (2018). Uso de la Metodología "BIM" en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016. *Universidad César Vallejo.*

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12959/Hernández\\_RS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12959/Hernández_RS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Hernández Sampieri. (2014). *Metodología de la investigación* (Vol. 6, Issue 1). [https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)

Hore, A., McAuley, B., & West, R. (2017). BICP Global BIM Study: Lessons for Ireland's BIM Programme. *Construction IT Alliance (CitA) Limited*, 56. <https://doi.org/10.21427/D7M049>

Huaman, C. (2018). Facultad de Arquitectura Costo de las interferencias constructivas de edificaciones con la aplicación de la Metodología BIM. *Universidad Nacional Del Centro Del Perú.* <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5557>

Jiménez, R., & Alipio, P. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Escuela de Administración de Negocios*, 12. <https://www.redalyc.org/pdf/206/20652069006.pdf>

Karl Baier, C. (2015). Desarrollo de un modelo de proceso para el uso holístico de la metodología BIM para la construcción sostenible en el sector público. *UNIVERSIDAD DE CANTABRIA*, July, 418.

[http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/798/1/Castillo\\_Gonzalez\\_Sergio.pdf](http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/798/1/Castillo_Gonzalez_Sergio.pdf)

Latorre Uriz, A., Sanz, C., & Sánchez, B. (2019). Aplicación de un modelo Lean-BIM para la

- mejora de la productividad en redacción de proyectos de edificación. *Informes de La Construcción*, 71(556), 313. <https://doi.org/10.3989/ic.67222>
- Maletta, H. (2009). *Pistemología Aplicada* : (1st ed.). file:///C:/Users/User/Downloads/9 LIBRO EPISTEMOLOGIA DE HECTOR MALETTA(1).pdf
- Mamani, J. F. R. (2019). *Eficiencia de la Metodología BIM a través de la simulación 4D, 5D en el control de tiempos y costos para la obra Mejoramiento del Servicio de Seguridad Ciudadana en el Distrito de Puno, 2017 - 2018*. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10636/Ramos\\_Mamani\\_John\\_Franklin.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10636/Ramos_Mamani_John_Franklin.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Medina Chocetoy, P., Salomon Arce, N., & Gómez Minaya, R. (2020). Evaluación De La Estimación De Metrados Para Los Costos De La Partida De Arquitectura De Una Obra Retail En Lima En El 2019 Con La Implementación Bim. *Investigacion & Desarrollo*, 20(1), 155–171. <https://doi.org/10.23881/idupbo.020.1-12i>
- Messner, J., Anumba, C., Dubler, C., Goodman, S., Kasprzak, C., Kreider, R., Leicht, R., Saluja, C., & Zikic, N. (2011). BIM Project Execution Planning Guide - Version 2.2. In *buildingSMART alliance*.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2019a). *Plan BIM Perú*. [https://www.mef.gob.pe/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5897&Itemid=102595&lang=es](https://www.mef.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=5897&Itemid=102595&lang=es)
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2019b). Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad. *Ministerio de Economía y Finanzas*, 1–85. [https://centrumthink.pucp.edu.pe/Docs/files/resultados\\_del\\_ranking\\_de\\_competitividad\\_nacional\\_2019.pdf](https://centrumthink.pucp.edu.pe/Docs/files/resultados_del_ranking_de_competitividad_nacional_2019.pdf)

Ministerio de vivienda Construcción y saneamiento. (2019). *Resolucion ministerial N° 242-2019*

- vivienda. 18. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/343163/RM\\_-\\_242-2019-VIVIENDA.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/343163/RM_-_242-2019-VIVIENDA.pdf)

Molina, V., Herrera, R., Muñoz, F., & Cazaux, G. (2019). Evaluación Técnico-Económica De Modelación Y Coordinación Bim En Proyectos De Edificación De Mediana Envergadura : Un Caso De Estudio. *Journal of BIM and Construction Management*, 1(February), 1–19. <https://journalbim.org/index.php/jb>

Monteiro, A., & Pocas Martins, J. (2013). A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design. *Automation in Construction*, 11(1), 3. <https://doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21116>

Morales Ríos, S. V. (2018). *Evaluación de la rentabilidad del uso de gestión BIM en la construcción de un bloque de viviendas de 10 pisos del distrito de San Martín de Porres-Lima*. 136. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2555>

Moreno Pineda, C. (2019). Análisis comparativo entre el modelo virtual de proyectos de construcción building information modeling y el modelo convencional de gestión de proyectos, para obras de concreto armado, en empresas constructoras, huaraz-2017. *Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo*, 194.

Muñoz Salvatierra, R. A., & Pardavé Huamán, M. W. (2018). Metodología con herramientas BIM para optimizar la productividad de los procesos de planificación y ejecución del sistema de muros cortina Stick. *Universidad de San Martín de Porres - USMP*. <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4175>

Murguía, D. (2018). Primer estudio del nivel de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima Metropolitana y Callao. *Tesis.Pucp.Edu.Pe*, C, 144.

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/12255>

Ojeda, S. E. (2016). *UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTA MARÍA PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL DE 9 PISOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA "Abril 2016 AREQUIPA – PERÚ.*

Orihuela, P., & Orihuela, J. (2003). Constructabilidad\_PequeñosProyectos. *VII Congreso Iberoamericano de Construcción y Desarrollo Inmobiliario - M.D.I.*, 1–10.

osce. (2016). *SERVICIO DE APLICACIÓN DE ENTREVISTAS A PROVEEDORES INSCRITOS EN EL REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES -RNP- EN EL CAPÍTULO DE EJECUTORES DE OBRA, SOBRE LOS PRINCIPALES PUNTOS DE CONTROVERSIA EN LOS PROCESOS DE SELECCIÓN.*

OSCE. (2017). Directiva N° 012-2017-OSCE/CD Gestión de riesgos en la planificación de la ejecución de obras. *Norma Legal, MEF-OSCE*, 1–5.

OSCE. (2019). *Reglamento de la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado*. Diario Oficial El Peruano. [https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0022/tuo-ley-30225.pdf%0Ahttps://www.gob.pe/busquedas?institucion\[\]=mef&reason=sheet&sheet=1&term=TEXTO ÚNICO ORDENADO DE LA LEY N° 30225 LEY DE CONTRATACIONES DEL ESTADO%0Ahttps://www.gob.pe/institucion/mef/normas-l](https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0022/tuo-ley-30225.pdf%0Ahttps://www.gob.pe/busquedas?institucion[]=mef&reason=sheet&sheet=1&term=TEXTO ÚNICO ORDENADO DE LA LEY N° 30225 LEY DE CONTRATACIONES DEL ESTADO%0Ahttps://www.gob.pe/institucion/mef/normas-l)

Pacheco Borja, R. (2017). Comparación del sistema tradicional vs la implementación del BIM (Building Information Management) en la etapa de diseño y seguimiento en ejecución. Análisis de un caso de estudio. *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*, 86. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7616/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-177.pdf>

Palacio, J. (2020). Revista Agua y Saneamiento. *Revista Agua y Saneamiento*, 16. [https://issuu.com/construccionyvivienda/docs/revista\\_agua\\_y\\_saneamiento\\_ed.13](https://issuu.com/construccionyvivienda/docs/revista_agua_y_saneamiento_ed.13)



- Paredes, J. C. (2015). Planificación 4D Obra de edificaciones. In *Journal of Materials Processing Technology* (Vol. 1, Issue 1).  
[http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/625/1/REP\\_ING.CIVIL\\_JUAN.CASTILLO\\_PLANIFICACIÓN.4D.OBRA.EDIFICACIÓN.VILLA.MUNICIPAL.BOLIVARIANA.TORRE.C-D.APLICANDO.SOFTWARES.ESPECIALIZADOS.BIM.PARTE.HERRAMIENTA.LAS.T.PLANER.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/625/1/REP_ING.CIVIL_JUAN.CASTILLO_PLANIFICACIÓN.4D.OBRA.EDIFICACIÓN.VILLA.MUNICIPAL.BOLIVARIANA.TORRE.C-D.APLICANDO.SOFTWARES.ESPECIALIZADOS.BIM.PARTE.HERRAMIENTA.LAS.T.PLANER.pdf)
- Piqueras, V. Y. (2019). *Constructividad, constructibilidad, constructabilidad*.  
<https://victoryepes.blogs.upv.es/2019/06/03/constructividad-constructibilidad-constructabilidad-todo-lo-mismo/>
- PMI (Guía del PMBOK). (2017). Guía del PMBOK. In *Guía de los Fundamentos para la dirección de Proyectos Sexta Edición*. [www.pmi.org](http://www.pmi.org)
- Portocarrero, A. (2017). Análisis de las principales debilidades en la gestión de proyectos de obras públicas, durante los últimos cuatro años en el Municipio de Medellín (2013-2016). *Universidad Nacional de Colombia*, 101. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/60277>
- Requena Serra, B. (2014). *Muestreo no probabilístico*.  
<https://www.universoformulas.com/estadistica/inferencia/muestreo-discrecional/>
- Rodríguez Fernández, M. (2007). La problemática del riesgo en los proyectos de infraestructura y en los contratos internacionales de construcción. *Revista E-Mercatoria*, 6(1), 1–29.
- Rojas Sacatuma, J. (2017). FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA 01 Facultad de Ingeniería y Arquitectura. *Universidad Andina Del Cusco*, 94.  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Roncancio, G. (2018). *Qué son indicadores de gestión o desempeño (KPI) y para qué sirven*.  
30/11/2018. <https://gestion.pensemos.com/que-son-indicadores-de-gestion-o-desempeno-kpi-y-para-que-sirven>
- Sahifa. (2019). *MEJORAMIENTO DE LA CONSTRUCTABILIDAD EN CONSTRUCCIONES*.  
2019. <https://maludice7.com/constructabilidad/>
- Saldias Rodolfo. (2010). *Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías bim*. <https://bimforum.cl/wp-content/uploads/2017/07/Estimación-de-los-beneficios-de-realizar-una-coordinación-digital-de-proyectos-con-tecnologías-BIM.pdf>
- Salinas, J. R., & Ulloa Román, K. A. (2014). Implementación de BIM en Proyectos Inmobiliarios. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*, 2(1), 229–255.  
<https://doi.org/10.19083/sinergia.2014.212>
- Salkind Neil .J. (1998). *Métodos de Investigación* (Vol. 1, Issue 071116072).  
<http://journal.unair.ac.id/download-fullpapers-ln522cc87c61full.pdf>
- Sánchez, J., Rivas, A., & Ott, J. (2019). DISEÑO Y MODELACIÓN DE PROYECTOS EN DOS Y TRES DIMENSIONES CON LA METODOLOGÍA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) SOPORTADO EN HERRAMIENTA AUTODESK REVIT. *UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA*, 1–5.  
[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16266/3/2019\\_diseño\\_modelacion\\_dimensiones.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16266/3/2019_diseño_modelacion_dimensiones.pdf)
- Santos Jaimes, A., Ramírez Jaimes, Z. Y., Cárdenas Arias, C. G., & Hernández Arroyo, E. (2018). Gerencia estratégica de proyectos: Aplicación del modelo de Constructibilidad. *Respuestas*, 23(1), 6. <https://doi.org/10.22463/0122820x.1323>

- Shin, M. H., Lee, H. K., & Kim, H. Y. (2018). Benefit-Cost analysis of Building Information Modeling (BIM) in a Railway Site. *Sustainability (Switzerland)*, 10(11), 1–10.  
<https://doi.org/10.3390/su10114303>
- Tauriainen, M., Puttonen, J., & Saari, A. (2015). The assessment of constructability: BIM cases. *EWork and EBusiness in Architecture, Engineering and Construction - Proceedings of the 10th European Conference on Product and Process Modelling, ECPPM 2014, March 2019*, 55–61. <https://doi.org/10.1201/b17396-13>
- Ulloa Román, K., & Salinas Saavedra, J. (2013). *Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa MARCAN*. 138.
- Vergara, M. L., & Jarpa, L. G. (2010). Constructividad y Arquitectura. In *Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Chile* (Issue July 2010).  
<https://www.uchile.cl/constructividad>
- Zamora Pereira, F. (2016). *Análisis de rendimiento y productividad de formaleta cilíndrica prefabricada, utilizada en la construcción de columnas del Country Day School*.  
[https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6726/analisis\\_rendimiento\\_productividad\\_formaleta\\_cilindrica\\_prefabricada.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6726/analisis_rendimiento_productividad_formaleta_cilindrica_prefabricada.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

Anexo 1: Validación con los expertos

Lima, 02 de febrero del 2021

### CARTA DE PRESENTACION

Señor:  
Presente.

Atención : Ing. Graciela Cárdenas Malpartida  
Asunto : Validación de instrumento a través de juicio de experto  
Ref. : (a) Modelo de la Municipalidad de Tacna-Departamento y Provincia  
de Tacna.

De nuestra consideración:

Es grato comunicarme con usted para expresarle un cordial saludo y así también hacer de su conocimiento que, siendo bachilleres de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Privada del Norte, requerimos validar el instrumento con el cual recogeremos la información necesaria para desarrollar mi tema de investigación y con la cual optaré el título profesional de Ingeniero Civil.

El proyecto que se realizó con el software BIM el proyecto es la "Municipalidad de Tacna-Departamento, Provincia Tacna" y siendo imprescindible contar con la aprobación de un Arquitecto o Ingeniero de gran conocimiento en el tema de Modelamiento con la metodología BIM, consideré conveniente recurrir a usted, ante su experiencia denotada por su persona.

El expediente de validación, que hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Ficha para la validación

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención dispuesta a la presente carta.

Atentamente.

Bachiller. María Elizabeth, Ramos Fernández

Bachiller. Alejandro Marcial, Vilcas Caccha

Lima, 10 de enero del 2021

## **CARTA DE PRESENTACION**

Señor:  
Presente.

Atención : Arquitecto Luis Alexander Llanco Ballasco

Asunto : Validación de instrumento a través de juicio de experto  
Ref. : (a) Modelo de la Municipalidad de Tacna-Departamento y  
Provincia de Tacna.

De nuestra consideración:

Es grato comunicarme con usted para expresarle un cordial saludo y así también hacer de su conocimiento que, siendo bachilleres de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Privada del Norte, requerimos validar el instrumento con el cual recogeremos la información necesaria para desarrollar el tema de investigación y con la cual optaré el título profesional de Ingeniero Civil.

El proyecto que se realizó con el software BIM el proyecto es la "Municipalidad de Tacna- Departamento, Provincia Tacna" y siendo imprescindible contar con la aprobación de un Arquitecto o Ingeniero de gran conocimiento en el tema de Modelamiento con la metodología BIM, consideré conveniente recurrir a usted, ante su experiencia denotada por su persona.

El expediente de validación, que hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Ficha para la validación

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención dispuesta a la presente carta.

Atentamente.  
Bachiller. María Elizabeth, Ramos Fernández  
Bachiller. Alejandro Marcial, Vilcas Caccha

Lima, 25 de enero del 2021

## CARTA DE PRESENTACION

Señor:  
Presente.

Atención : Ing. Carlos Javier García Rebaza  
Asunto : Validación de instrumento a través de juicio de experto  
Ref. : (a) Modelo de la Municipalidad de Tacna-Departamento y Provincia  
de Tacna.

De nuestra consideración:

Es grato comunicarme con usted para expresarle un cordial saludo y así también hacer de su conocimiento que, siendo bachilleres de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Privada del Norte, requerimos validar el instrumento con el cual recogeremos la información necesaria para desarrollar mi tema de investigación y con la cual optaré el título profesional de Ingeniero Civil.

El proyecto que se realizó con el software BIM el proyecto es la "Municipalidad de Tacna-Departamento, Provincia Tacna" y siendo imprescindible contar con la aprobación de un Arquitecto o Ingeniero de gran conocimiento en el tema de Modelamiento con la metodología BIM, consideré conveniente recurrir a usted, ante su experiencia denotada por su persona.

El expediente de validación, que hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Ficha para la validación

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención dispuesta a la presente carta.

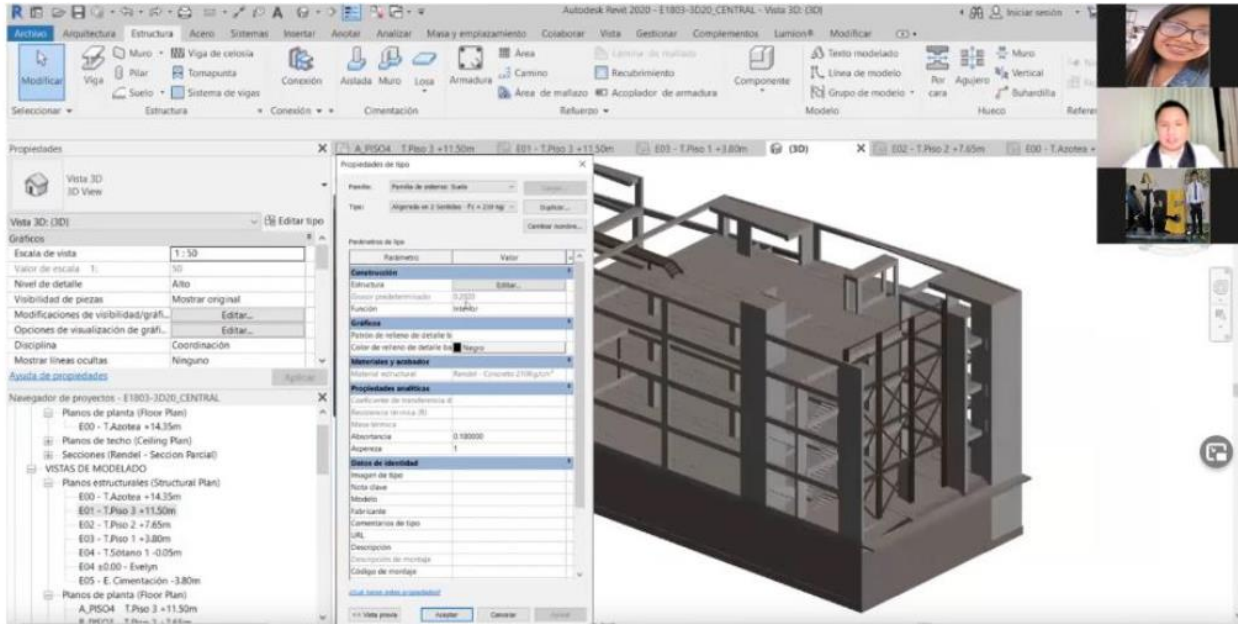
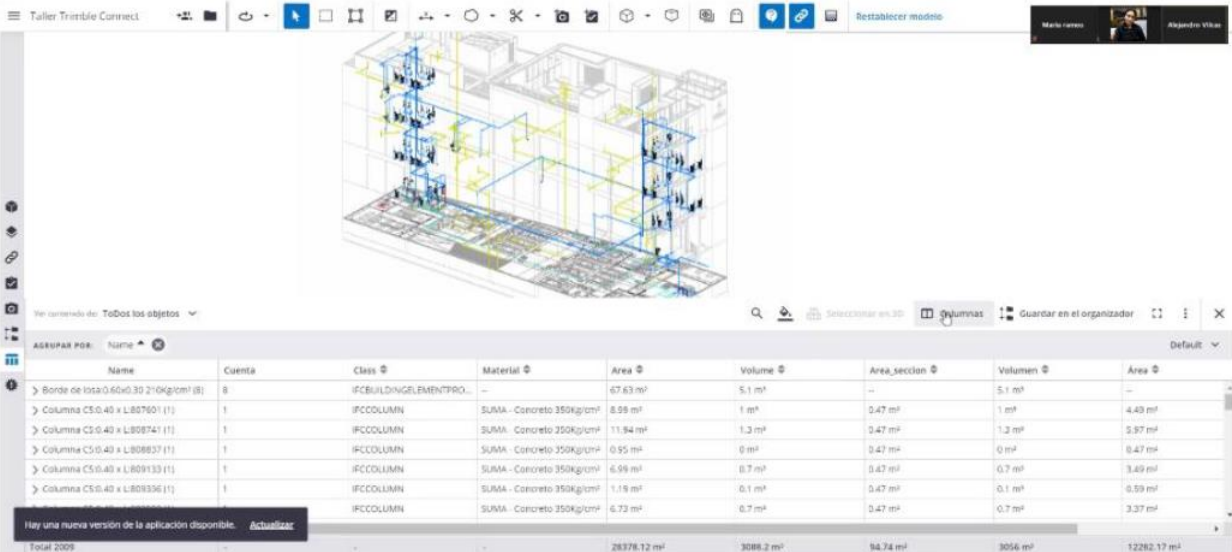
Atentamente.

Bachiller. María Elizabeth, Ramos Fernández

Bachiller. Alejandro Marcial, Vilcas Caccha

## Anexo 2: Reunión con los expertos.

**Figura 52** Reunión con el experto a través de la plataforma ZOOM

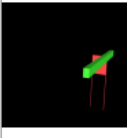


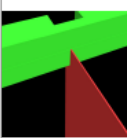



Nombre	Cuenta	Class	Material	Area	Volume	Area_seccion	Volumen	Area
Borde de losa 0.60x0.30 2'0x1g/cm² (8)	8	IFCBUILDINGELEMENTPRO...	--	67.63 m²	5.1 m³	--	5.1 m³	--
Columna CS 0.40 x L 807601 (1)	1	IFC COLUMN	SUMA - Concreto 350kg/cm²	8.99 m²	1 m³	0.47 m²	1 m³	4.43 m²
Columna CS 0.40 x L 808741 (1)	1	IFC COLUMN	SUMA - Concreto 350kg/cm²	11.94 m²	1.3 m³	0.47 m²	1.2 m³	5.97 m²
Columna CS 0.40 x L 808837 (1)	1	IFC COLUMN	SUMA - Concreto 350kg/cm²	0.95 m²	0 m³	0.47 m²	0 m³	0.47 m²
Columna CS 0.40 x L 809133 (1)	1	IFC COLUMN	SUMA - Concreto 350kg/cm²	6.99 m²	0.7 m³	0.47 m²	0.7 m³	3.49 m²
Columna CS 0.40 x L 809336 (1)	1	IFC COLUMN	SUMA - Concreto 350kg/cm²	1.19 m²	0.1 m³	0.47 m²	0.1 m³	0.59 m²
		IFC COLUMN	SUMA - Concreto 350kg/cm²	6.73 m²	0.7 m³	0.47 m²	0.7 m³	3.37 m²
<b>Total 2009</b>				<b>28378.12 m²</b>	<b>3088.2 m³</b>	<b>94.74 m²</b>	<b>3056 m³</b>	<b>12262.17 m²</b>

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

Anexo 3: Interferencias del proyecto.

Figura 53 Resultado de las interferencias de Arquitectura Vs Estructura

ARQUITECTURA VS ESTRUCTURAS			Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
			0.100m	31	0	0	0	3	28	Estático	Antiguo
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Elemento 1		Elemento 2						
Capa	Ruta	Capa	Ruta	Capa	Ruta						
	Conflicto31	Resuelto	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 2. NIVEL 1 > Muros > Muro básico > Albañilería e=13cm > Muro básico > Ladrillo KK 18 huecos	3. NIVEL 2	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-estructuras.nwc > 3. NIVEL 2 > Armazón estructural > M_Hormigón-Viga rectangular > V (25x40) > M_Hormigón-Viga rectangular > ENCOFRADO DE VIGA					
	Conflicto30	Resuelto	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 2. NIVEL 1 > Muros > Muro básico > Tarrajeo rayado primario > Muro básico > Tarrajeo rayado primario	3. NIVEL 2	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-estructuras.nwc > 3. NIVEL 2 > Armazón estructural > M_Hormigón-Viga rectangular > V (25x40) > M_Hormigón-Viga rectangular > ENCOFRADO DE VIGA					
	Conflicto29	Resuelto	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 2. NIVEL 1 > Muros > Muro básico > Muro de albañilería armada e=15cm > Muro básico > SOLAQUEADO EN MURO INTERIOR DE ALBAÑILERÍA ARMADA (CMU)	1. SOTANO 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-estructuras.nwc > 1. SOTANO 1 > Armazón estructural > Viga-Acero-Tipo C1 > 100x150 e=3mm > Viga-Acero-Tipo C1 > 100x150 e=3mm > Metal - Steel - 345 MPa					
	Conflicto28	Resuelto	3. NIVEL 2	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 3. NIVEL 2 > Muros > Muro básico > Tarrajeo en interiores > Muro básico > Tarrajeo en interiores	4. NIVEL 3	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-estructuras.nwc > 4. NIVEL 3 > Armazón estructural > M_Hormigón-Viga rectangular > V (25x40) > M_Hormigón-Viga rectangular > ENCOFRADO DE VIGA					
	Conflicto27	Resuelto	4. NIVEL 3	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 4. NIVEL 3 > Muros > Muro básico > Tarrajeo en interiores > Muro básico > Tarrajeo en interiores	5. AZOTEA	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-estructuras.nwc > 5. AZOTEA > Armazón estructural > M_Hormigón-Viga rectangular > V (25x40) > M_Hormigón-Viga rectangular > ENCOFRADO DE VIGA					
	Conflicto26	Resuelto	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 2. NIVEL 1 > Muros > Muro básico > Albañilería e=13cm > Muro básico > Ladrillo KK 18 huecos	3. NIVEL 2	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-estructuras.nwc > 3. NIVEL 2 > Armazón estructural > M_Hormigón-Viga rectangular > V (25x40) > M_Hormigón-Viga rectangular > ENCOFRADO DE VIGA					
	Conflicto25	Resuelto	1. SOTANO 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 1. SOTANO 1 > Techos > Techo compuesto > CIELO RASO TARRAJEO CEMENTO PULIDO C/IMPERMEABILIZANTE > Techo compuesto > CIELO RASO TARRAJEO CEMENTO PULIDO C/IMPERMEABILIZANTE	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-estructuras.nwc > 2. NIVEL 1 > Conexiones estructurales > M_Placa base de pilar con anclajes > PLETINA DE BASE 2 > M_Placa base de pilar con anclajes > PLETINA DE BASE 2 > Parte compuesta					





Elaboración: Autoría Propia

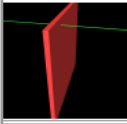
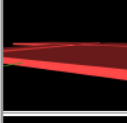
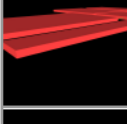

Fuente: Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.



**Figura 54** Reunión Resultado de las interferencias de Arquitectura Vs Instalaciones eléctricas

ARQUITECTURA VS INTALACIONES ELECTRICAS	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
	0.050m	19	0	0	15	0	4	Estático	Antiguo

Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Elemento 1		Elemento 2	
			Capa	Ruta	Capa	Ruta
	Conflicto3	Revisado	3. NIVEL 2	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 3. NIVEL 2 > Suelos > Suelo > LOSA ALIGERADA h=20cm > Suelo > CONCRETO EN LOSA ALIGERADA	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO ELÉCTRICAS NUEVO.Arquitecto Ludwing.nwc > 2. NIVEL 1 > Tubos > Tubo con uniones > TUBO DE POTENCIA > Tubo con uniones > Línea
	Conflicto4	Resuelto	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 2. NIVEL 1 > Muros > Muro básico > Tabiquería Doble Placa de Roca de Yeso + Aislamiento de Lana de Roca > Muro básico > Placa de Roca de Yeso	3. NIVEL 2	Archivo > Archivo > MODELADO ELÉCTRICAS NUEVO.Arquitecto Ludwing.nwc > 3. NIVEL 2 > Tubos > Tubo con uniones > TUBO DE POTENCIA > Tubo con uniones > Línea
	Conflicto5	Resuelto	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 2. NIVEL 1 > Muros > Muro básico > Tabiquería Doble Placa de Roca de Yeso + Aislamiento de Lana de Roca > Muro básico > Placa de Roca de Yeso	3. NIVEL 2	Archivo > Archivo > MODELADO ELÉCTRICAS NUEVO.Arquitecto Ludwing.nwc > 3. NIVEL 2 > Tubos > Tubo con uniones > TUBO DE POTENCIA > Tubo con uniones > Línea
	Conflicto6	Revisado	3. NIVEL 2	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 3. NIVEL 2 > Suelos > Suelo > LOSA ALIGERADA h=20cm > Suelo > CONCRETO EN LOSA ALIGERADA	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO ELÉCTRICAS NUEVO.Arquitecto Ludwing.nwc > 2. NIVEL 1 > Tubos > Tubo con uniones > TUBO DE POTENCIA > Tubo con uniones > Línea




	Conflicto9	Resuelto	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 2. NIVEL 1 > Muros > Muro básico > Tabiquería Doble Placa de Roca de Yeso + Aislamiento de Lana de Roca > Muro básico > Placa de Roca de Yeso	3. NIVEL 2	Archivo > Archivo > MODELADO ELÉCTRICAS NUEVO.Arquitecto Ludwing.nwc > 3. NIVEL 2 > Tubos > Tubo con uniones > TUBO DE POTENCIA//Para Sistema Estabilizado > Tubo con uniones > Línea
	Conflicto18	Revisado	3. NIVEL 2	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 3. NIVEL 2 > Suelos > Suelo > LOSA ALIGERADA h=20cm > Suelo > CONCRETO EN LOSA ALIGERADA	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO ELÉCTRICAS NUEVO.Arquitecto Ludwing.nwc > 2. NIVEL 1 > Tubos > Tubo con uniones > TUBO DE POTENCIA > Tubo con uniones > Línea
	Conflicto10	Revisado	3. NIVEL 2	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 3. NIVEL 2 > Suelos > Suelo > LOSA ALIGERADA h=20cm > Suelo > CONCRETO EN LOSA ALIGERADA	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO ELÉCTRICAS NUEVO.Arquitecto Ludwing.nwc > 2. NIVEL 1 > Tubos > Tubo con uniones > TUBO DE POTENCIA > Tubo con uniones > Línea
	Conflicto1	Revisado	3. NIVEL 2	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 3. NIVEL 2 > Suelos > Suelo > LOSA ALIGERADA h=20cm > Suelo > CONCRETO EN LOSA ALIGERADA	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO ELÉCTRICAS NUEVO.Arquitecto Ludwing.nwc > 2. NIVEL 1 > Tubos > Tubo con uniones > TUBO DE POTENCIA > Tubo con uniones > Línea




**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

**Figura 55** Reunión Resultado de las interferencias de Arquitectura Vs Instalaciones Sanitarias

ARQUITECTURA VS INSTALACIONES SANITARIAS		Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
		0.100m	130	0	0	130	0	0	Estático	Antiguo

Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Elemento 1		Elemento 2	
			Capa	Ruta	Capa	Ruta
	Conflicto1	Revisado	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 2. NIVEL 1 > Muros > Muro básico > Muro de albañilería armada e=20cm > Muro básico > SOLAQUEADO EN MURO INTERIOR DE ALBAÑILERÍA ARMADA (CMU)	01. Primer Nivel	Archivo > Archivo > INSTALACIONES SANITARIAS.Joven de Sani.nwc > 01. Primer Nivel > Equipos mecánicos > M_Armario para soporte de manguera - Montado en superficie > 25 mm > M_Armario para soporte de manguera - Montado en superficie > 25 mm > Sólido
	Conflicto2	Revisado	4. NIVEL 3	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 4. NIVEL 3 > Muros > Muro básico > Muro de albañilería armada e=20cm > Muro básico > SOLAQUEADO EN MURO INTERIOR DE ALBAÑILERÍA ARMADA (CMU)	03. Tercer Nivel	Archivo > Archivo > INSTALACIONES SANITARIAS.Joven de Sani.nwc > 03. Tercer Nivel > Equipos mecánicos > M_Armario para soporte de manguera - Montado en superficie > 25 mm > M_Armario para soporte de manguera - Montado en superficie > 25 mm > Sólido
	Conflicto3	Revisado	3. NIVEL 2	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 3. NIVEL 2 > Muros > Muro básico > Muro de albañilería armada e=20cm > Muro básico > SOLAQUEADO EN MURO INTERIOR DE ALBAÑILERÍA ARMADA (CMU)	02. Segundo Nivel	Archivo > Archivo > INSTALACIONES SANITARIAS.Joven de Sani.nwc > 02. Segundo Nivel > Equipos mecánicos > M_Armario para soporte de manguera - Montado en superficie > 25 mm > M_Armario para soporte de manguera - Montado en superficie > 25 mm > Sólido

	Conflicto4	Revisado	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 2. NIVEL 1 > Muros > Muro básico > Tarrajeo en interiores > Muro básico > Tarrajeo en interiores	02. Segundo Nivel	Archivo > Archivo > INSTALACIONES SANITARIAS.Joven de Sani.nwc > 02. Segundo Nivel > Tuberías > Tipos de tubería > Tubería-PVC SAP-Embone > Tipos de tubería > Pintura Metalica Verde
	Conflicto5	Revisado	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 2. NIVEL 1 > Muros > Muro básico > Tarrajeo en ductos > Muro básico > Tarrajeo en ductos	01. Primer Nivel	Archivo > Archivo > INSTALACIONES SANITARIAS.Joven de Sani.nwc > 01. Primer Nivel > Tuberías > Tipos de tubería > Tubería-Acero al Carbon-Bridada-Sch 40 > Tipos de tubería > Acero al carbon
	Conflicto6	Revisado	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-arquitectura.nwc > 2. NIVEL 1 > Muros > Muro básico > Albañilería e=13cm > Muro básico > Ladrillo KK 18 huecos	01. Primer Nivel	Archivo > Archivo > INSTALACIONES SANITARIAS.Joven de Sani.nwc > 01. Primer Nivel > Tuberías > Tipos de tubería > Tubería-Acero al Carbon-Bridada-Sch 40 > Tipos de tubería > Acero al carbon

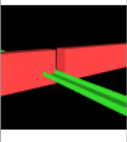

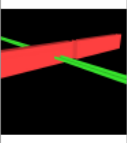
**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

**Figura 56** Resultado de las interferencias de Estructuras Vs Instalaciones eléctricas

ESTRUCTURAS VS INSTALACIONES ELECTRICAS			Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
			0.100m	3	0	0	3	0	0	Estático	Antiguo


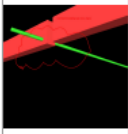


Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Elemento 1		Elemento 2	
			Capa	Ruta	Capa	Ruta
	Conflicto1	Revisado	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-estructuras.nwc > 2. NIVEL 1 > Armazón estructural > M_Hormigón-Viga rectangular > V (35x80) > M_Hormigón-Viga rectangular > ENCOFRADO DE VIGA	1. SOTANO 1	Archivo > Archivo > MODELADO ELÉCTRICAS NUEVO.Arquitecto Ludwing.nwc > 1. SOTANO 1 > Bandejas de cables > Bandeja de cables con uniones > BANDEJA METALICA CON TAPA200x100 DE F°G° PARA ALIMENTADORES > Bandeja de cables con uniones > Línea
	Conflicto3	Revisado	3. NIVEL 2	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-estructuras.nwc > 3. NIVEL 2 > Armazón estructural > M_Hormigón-Viga rectangular > V (35x80) > M_Hormigón-Viga rectangular > ENCOFRADO DE VIGA	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO ELÉCTRICAS NUEVO.Arquitecto Ludwing.nwc > 2. NIVEL 1 > Bandejas de cables > Bandeja de cables con uniones > BANDEJA METALICA CON TAPA 300x100 DE F°G° PARA DISTRIBUCIÓN > Bandeja de cables con uniones > Línea
	Conflicto2	Revisado	4. NIVEL 3	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-estructuras.nwc > 4. NIVEL 3 > Armazón estructural > M_Hormigón-Viga rectangular > V (35x80) > M_Hormigón-Viga rectangular > ENCOFRADO DE VIGA	3. NIVEL 2	Archivo > Archivo > MODELADO ELÉCTRICAS NUEVO.Arquitecto Ludwing.nwc > 3. NIVEL 2 > Bandejas de cables > Bandeja de cables con uniones > BANDEJA METALICA CON TAPA 300x100 DE F°G° PARA DISTRIBUCIÓN > Bandeja de cables con uniones > Línea

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.

**Figura 57** Resultado de las interferencias de Estructuras Vs Instalaciones sanitarias

E01-IS01	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
	0.100m	69	26	0	28	8	7	Estático	Antiguo

Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Elemento 1		Elemento 2	
			Capa	Ruta	Capa	Ruta
	Conflicto1	Resuelto	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-estructuras.nwc > 2. NIVEL 1 > Pilares estructurales > PLACA RECTANGULAR > M45 - 25 > PLACA RECTANGULAR > ENCOFRADO DE PLACA	01. Primer Nivel	Archivo > Archivo > INSTALACIONES SANITARIAS.Joven de Sani.nwc > 01. Primer Nivel > Equipos mecánicos > M_Armario para soporte de manguera - Montado en superficie > 25 mm > M_Armario para soporte de manguera - Montado en superficie > 25 mm > Sólido
	Conflicto13	Aprobado	2. NIVEL 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-estructuras.nwc > 2. NIVEL 1 > Armazón estructural > M_Hormigón-Viga rectangular > V (35x80) > M_Hormigón-Viga rectangular > ENCOFRADO DE VIGA	00. Sotano	Archivo > Archivo > INSTALACIONES SANITARIAS.Joven de Sani.nwc > 00. Sotano > Tuberías > Tipos de tubería > Tubería-Acero al Carbon-Bridada-Sch 40 > Tipos de tubería > Acero al carbon
	Conflicto18	Revisado	1. SOTANO 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-estructuras.nwc > 1. SOTANO 1 > Cimentación estructural > Losa de cimentación > Pared lateral > Losa de cimentación > CONCRETO CISTERNA	00. Sotano	Archivo > Archivo > INSTALACIONES SANITARIAS.Joven de Sani.nwc > 00. Sotano > Tuberías > Tipos de tubería > Tubería-Acero al Carbon-Bridada-Sch 40 > Tipos de tubería > Acero al carbon
	Conflicto24	Aprobado	1. SOTANO 1	Archivo > Archivo > MODELADO SUNARP TACNA-estructuras.nwc > 1. SOTANO 1 > Pilares estructurales > PLACA C > PL-2 > PLACA C > ENCOFRADO DE PLACA	01. Primer Nivel	Archivo > Archivo > INSTALACIONES SANITARIAS.Joven de Sani.nwc > 01. Primer Nivel > Tuberías > Tipos de tubería > Tubería- PVC SAP-Embone > Tipos de tubería > Pintura Metalica Verde

**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.


Anexo 4: Estado de la Obra

**Figura 58** Estado de la Obra del proyecto Mejoramiento del centro de servicios al contribuyente y centro de control y fiscalización

Búsqueda por Código

Código SNIP  
 Código único de inversiones

2151258

Código único de inversiones	2151258	Fecha de Registro	29/11/2011
Código SNIP	<u>195992</u>	Tipo de inversión	PIP MAYOR (SNIP)
Nombre PIP	MEJORAMIENTO DEL CENTRO DE SERVICIOS AL CONTRIBUYENTE Y CENTRO DE CONTROL Y FISCALIZACION DE TACNA		
Cadena Funcional	PLANEAMIENTO, GESTIÓN Y RESERVA DE CONTINGENCIA - RECAUDACIÓN - RECAUDACIÓN		
Unidad Formuladora (UF)	GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA Y PROYECTOS DE INVERSION ECONOMIA Y FINANZAS - SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE ADMINISTRACION TRIBUTARIA-SUNAT		
Unidad Evaluadora (OPI)	OPI ECONOMIA Y FINANZAS ECONOMIA Y FINANZAS - MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS		
Beneficiarios	126,813	Fuente de Financiamiento:	RECURSOS DIRECTAMENTE RECAUDADOS
Responsable de Viabilidad	OPI ECONOMIA Y FINANZAS	Fecha de Viabilidad	25/01/2012
Situación	VIABLE	Nivel Requerido para Viabilidad	PERFIL
Último Estudio y Calificación	PERFIL - APROBADO	Estado de la Inversión	ACTIVO
Monto Viable/Aprobado	<b>7,995,638</b>		
Monto del Estudio Definitivo o Expediente Técnico (F15)	13,915,667	Monto actualizado	<b>17,185,185.42</b>
¿El proyecto se ejecuta por etapas?	No	Monto laudo	0
¿Tiene expediente técnico o documento equivalente registrado?	Sí	Monto carta fianza	0
¿Tiene registro de Seguimiento?	Sí 	¿Tiene registro de cierre?	

[Haga clic aquí para ir a la consulta de inversiones](#)

Elaboración: Autoría Propia

Fuente: Ministerio de economía y finanzas

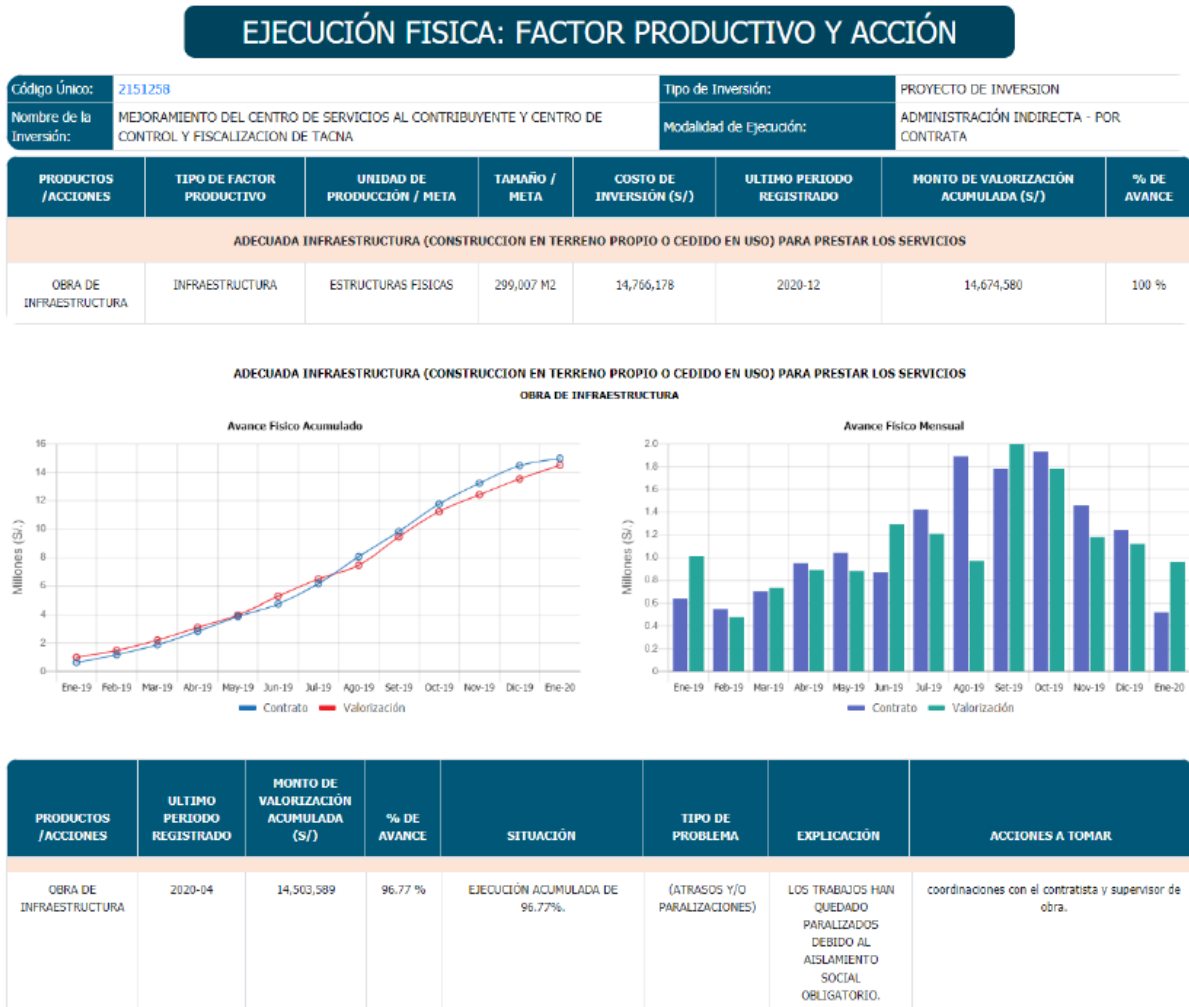
**Figura 59** Reporte y seguimiento de la ejecución de inversiones



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Invierte.pe

**Figura 60** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.



**Elaboración:** Autoría Propia

**Fuente:** Infraestructura para mejoramiento del centro de servicio al contribuyente y centro de control y fiscalización de Tacna.