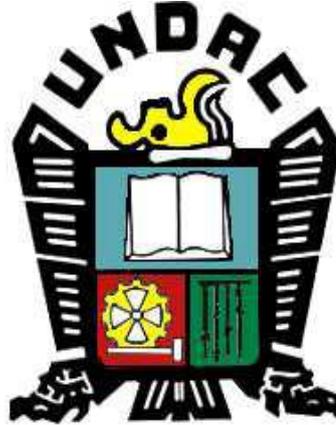


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**TECNOLOGÍA BIM Y SU INFLUENCIA EN EL VALOR DEL  
PRESUPUESTO DEL PROYECTO EN EL PROCESO DE DISEÑO DE  
EDIFICACIONES EN LA UNDAC – PASCO 2018**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Sinche Salvador, Mirtha Sandra**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**Ingeniero Civil.**

**ASESOR:**

**Arq° José German Ramírez Medrano**

**Cerro de Pasco, Septiembre de 2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**TECNOLOGÍA BIM Y SU INFLUENCIA EN EL VALOR DEL  
PRESUPUESTO DEL PROYECTO EN EL PROCESO DE DISEÑO DE  
EDIFICACIONES EN LA UNDAC – PASCO 2018**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Sinche Salvador, Mirtha Sandra**

**SUSTENTADO Y PROBADO ANTE LA COMISIÓN DE JURADOS**

---

**MG. LUIS ALBERTO PACHECO PEÑA**  
**PRESIDENTE**

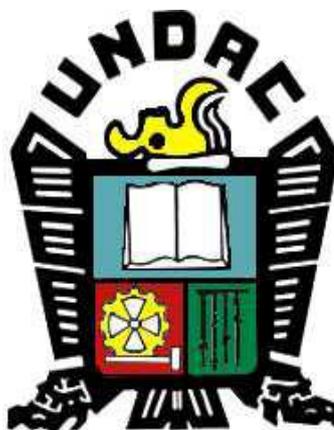
---

**MG. VIDAL VÍCTOR CALSINA COLQUI**  
**MIEMBRO**

---

**ING. PEDRO YARASCA CORDOVA**  
**MIEMBRO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**TECNOLOGÍA BIM Y SU INFLUENCIA EN EL VALOR DEL  
PRESUPUESTO DEL PROYECTO EN EL PROCESO DE DISEÑO DE  
EDIFICACIONES EN LA UNDAC – PASCO 2018**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Sinche Salvador, Mirtha Sandra**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**Ingeniero Civil.**

**ASESOR:**

**Arq° José German Ramírez Medrano**

**Cerro de Pasco, septiembre de 2018**

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A Sebastián, mi hijo quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme y poder ser un ejemplo para él.

A mis padres y hermanos, principalmente a mi madre, por ser el pilar fundamental en mi vida, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad para lograr las metas y objetivos propuestos.

## RESUMEN

El presente trabajo de tesis introduce los conceptos generales relacionados a la metodología BIM, describiendo y enfocándose en la comunicación y gestión de la información, en el marco de la industria de la construcción de la UNDAC, específicamente en el Proyecto: “INSTALACIÓN DE LOS AMBIENTES DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN DE ANIMALES MENORES DE LA E.F.P. DE ZOOTECNIA DE LA UNDAC - SEDE OXAPAMPA MIRAFLORES II, DISTRITO Y PROVINCIA OXAPAMPA – DEPARTAMENTO PASCO”. Se presenta un caso de aplicación BIM en un proyecto de edificaciones, llevando a la práctica lo planteado a lo largo del documento. El estudio evidencia aportes significativos en la etapa de planificación de expediente técnico, logrando incrementar la confiabilidad de los planes, presentando oportunas y anticipadas decisiones, y contribuyendo a la constructabilidad, con el propósito de optimizar los proyectos haciéndolos más eficientes y sustentable.

En el Capítulo I, presentaremos el problema de investigación, en el Capítulo II indicaremos el marco teórico para conocer BIM, Capítulo III mencionaremos la Metodología de estudio, en el capítulo IV describiremos el proyecto donde se implementa BIM, en el Capítulo V, se describirá el diagnóstico de los proyectos de la UNDAC y la aplicación de BIM, en el Capítulo VI se explicara los resultados de BIM y por ultimo en el capítulo VII se mencionara las conclusiones y recomendaciones de la presente tesis

## ABSTRACT

The present thesis presents the general concepts related to the BIM methodology, describing and focusing on communication and information management, within the framework of the construction industry of the UNDAC, specifically in the Project: " INSTALACIÓN DE LOS AMBIENTES DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN DE ANIMALES MENORES DE LA E.F.P. DE ZOOTECNIA DE LA UNDAC - SEDE OXAPAMPA MIRAFLORES II, DISTRITO Y PROVINCIA OXAPAMPA – DEPARTAMENTO PASCO ". A case of BIM application is presented in a building project, putting into practice what was proposed throughout the document. The study evidences significant contributions in the planning stage of the technical file, achieving the reliability of the plans, presenting opportunities and anticipated decisions, and contributing to the constructability, with the purpose of optimizing the projects making them more efficient and sustainable.

In Chapter I, we present the research problem, in Chapter II, the theoretical framework to know, Chapter III, Mention the Methodology of study, in Chapter IV, describes the project where BIM is implemented, in Chapter V, the diagnosis of the projects of the UNDAC and the application of BIM is described, in Chapter VI it is explained by the results of BIM and finally in chapter VII it refers to the conclusions and recommendations of the present thesis

## INDICE

RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCIÓN .....	11
CAPÍTULO I.....	12
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA .....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	14
1.3. PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	14
1.4. OBJETIVOS .....	15
1.4.1. <i>Objetivo General</i> .....	15
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	15
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.6. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.7. LIMITACIONES.....	16
CAPÍTULO II.....	17
MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. ANTECEDENTES.....	17
2.2. BASES TEÓRICO – CIENTÍFICOS.....	22
2.2.1. <i>Building Information Modeling (BIM)</i> .....	22
2.2.2. <i>¿Qué es BIM?</i> .....	23
2.2.3. <i>Aplicaciones del BIM en la industria de la construcción</i> .....	24
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	25
2.3.1. <i>Procedimiento</i> .....	25
2.3.2. <i>Proceso</i> .....	25
2.3.3. <i>Consenso</i> .....	25
2.3.4. <i>Normas</i> .....	26
2.3.5. <i>Normalización</i> .....	26
2.3.6. <i>Certificación</i> .....	26
2.3.7. <i>Empresa Constructora</i> .....	26
2.3.8. <i>Proyecto de construcción</i> .....	27
2.3.9. <i>Cliente</i> .....	27
2.3.10. <i>Supervisión</i> .....	27
2.3.11. <i>Proyectistas</i> .....	28
2.3.12. <i>Proveedor</i> .....	28
2.4. INTEGRACIÓN BIM EN LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN .....	28
2.4.1. <i>Flujo De Información En Proyectos De Construcción, Optimizando La Interface Diseño-Construcción</i> .....	28
2.4.2. <i>Impacto En La Productividad De La Construcción</i> .....	31
2.4.3. <i>Vinculación del concepto BIM con la Constructabilidad</i> .....	33
2.4.4. <i>Vinculación Del Concepto BIM Con La Planificación</i> .....	35
2.5. HERRAMIENTAS BIM 4D.....	36
2.6. VISUALIZACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN: HERRAMIENTAS BIM 4D.....	37
2.7. USOS Y BENEFICIOS DE LAS HERRAMIENTAS BIM 4D .....	38
2.7.1. <i>Visualización de la etapa constructiva</i> .....	38

2.7.2.	<i>Diseños ilustrativos de las áreas de trabajo "site-layouts"</i> .....	39
2.7.3.	<i>Reconocimiento de posibles riesgos durante la construcción.</i> .....	39
2.7.4.	<i>Confiabilidad, control y análisis del cronograma maestro y programaciones de trabajo.</i> .....	40
2.7.5.	<i>Logística de materiales y equipos.</i> .....	41
2.8.	<b>SOFTWARE PARA EL DESARROLLO DE MODELOS BIM</b> .....	42
2.9.	<b>ESQUEMA DE FASES EN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN</b> .....	45
2.10.	<b>DETALLE DE LA FASE " DESARROLLO DEL DISEÑO Y PLANIFICACIÓN" VERIFICACIÓN DE CRITERIOS MÍNIMOS DE DISEÑO</b> .....	46
2.11.	<b>IMPLEMENTACIÓN DE GESTIÓN BIM</b> .....	48
2.12.	<b>HIPÓTESIS</b> .....	53
2.13.	<b>IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES</b> .....	54
2.13.1.	<i>Variable independiente.</i> .....	54
2.13.2.	<i>Variable dependiente</i> .....	54
<b>CAPÍTULO III</b> .....		<b>55</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....		<b>55</b>
3.1.	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	55
3.2.	<b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	55
3.3.	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA</b> .....	56
3.3.1.	<i>Población</i> .....	56
3.3.2.	<i>Muestra</i> .....	56
3.4.	<b>MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN.</b> .....	57
3.5.	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b> .....	57
3.6.	<b>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS</b> .....	57
<b>CAPÍTULO IV</b> .....		<b>59</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> .....		<b>59</b>
4.1.	<b>CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO</b> .....	59
4.1.1.	<i>Nombre del proyecto</i> .....	59
4.1.2.	<i>Localización</i> .....	59
4.1.3.	<i>Ubicación Del Proyecto</i> .....	60
4.1.4.	<i>Coordenadas UTM WGS 1984</i> .....	60
4.2.	<b>MARCO REFERENCIAL</b> .....	60
4.2.1.	<i>Antecedentes Del Proyecto</i> .....	60
4.2.2.	<i>Descripción Técnica Del Proyecto Y Lineamientos</i> .....	62
4.2.2.1.	<i>Descripción Técnica Del Proyecto</i> .....	62
4.2.2.2.	<i>Concerniente al marco legal el proyecto se Enmarca</i> .....	63
4.2.2.3.	<i>Cuadro de Resumen de Metas</i> .....	64
4.2.2.4.	<i>Descripción General De Metas Del Expediente Con Relación Al Perfil</i> .....	65
4.3.	<b>PRESUPUESTO DE OBRA</b> .....	69
4.4.	<b>MODALIDAD DE EJECUCIÓN DE OBRA</b> .....	70
4.5.	<b>SISTEMA DE CONTRATACIÓN</b> .....	70
4.6.	<b>PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA</b> .....	70
<b>CAPÍTULO V</b> .....		<b>71</b>
<b>APLICACIÓN BIM</b> .....		<b>71</b>
5.1.	<b>DIAGNOSTICO</b> .....	71

5.2.	PRE BIM FASE DE COORDINACIÓN .....	73
5.3.	MODELAMIENTO BASADO EN EL OBJETO .....	75
5.4.	COLABORACIÓN BASADA EN EL MODELO.....	77
5.5.	INTEGRACIÓN BASADA EN REDES .....	79
CAPÍTULO VI .....		81
RESULTADO DE LA APLICACIÓN.....		81
6.1.	PRE BIM FASE DE COORDINACIÓN .....	82
6.2.	ETAPA BIM 1 (MODELAMIENTO BASADO EN EL OBJETO) .....	83
6.3.	ETAPA BIM 2 (COLABORACIÓN BASADA EN EL MODELO).....	86
6.4.	ETAPA BIM 3 (INTEGRACIÓN BASADA EN REDES) .....	87
6.5.	ENTREGA DE PROYECTO INTEGRADO (IPD) .....	91
CAPITULO VII. ....		¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		92
CONCLUSIONES .....		92
CAPITULO IX .....		¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA Y ANEXOS .....		98
ANEXOS .....		98

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1: Distintas interpretaciones de los actores de un proyecto, debido a la incertidumbre generada por la información poco certera. Fuente: Adaptado de Saldías (Santiago, 2010) .....</i>	<i>29</i>
<i>Ilustración 2: Flujo de información en la industria de la construcción Fuente: Allen Consulting Group (2010) .....</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 3: Indicadores del nivel de información en obra. Fuente: Propia.....</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 4: Esfuerzo e impacto en costos en el proyecto mediante procesos tradicionales y BIM. Fuente: MacLeamy Patrick, Building Smart .....</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 5: Componentes de la implementación BIM Fuente: Adaptado de Bilal Succar, Maturity Matrix (2009) .....</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 6: Estados de madurez BIM, Fuente: Bilal Succar (2009).....</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 7: Distribución de Ambientes .....</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 8: Distribución de Arquitectura .....</i>	<i>75</i>
<i>Ilustración 9: Cortes Generales en Base a la Solicitud del Cliente .....</i>	<i>75</i>
<i>Ilustración 10: Modelado en Tekla Estructuras .....</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 11: Distribución del Modelado de Revit en base al diseño estructural modelado en Tekla.....</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 12: Distribución de mobiliario .....</i>	<i>77</i>
<i>Ilustración 13: Cuadro de Equipamiento .....</i>	<i>77</i>
<i>Ilustración 14: Análisis individual de funciones.....</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 15: Análisis individual de ambientes, en colaboración con todas las especialidades.....</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 16: Evacuación Peatonal y Vehicular .....</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 17: Integración de Pisos y otras instalaciones.....</i>	<i>79</i>

<i>Ilustración 18: Integración de Pisos y otras instalaciones.....</i>	<b>80</b>
<i>Ilustración 19: Integración de Detalles de arquitectura. ....</i>	<b>80</b>
<i>Ilustración 20: Ambientes del Modulo II modelado en 3D – Independientes (Fuente: Expediente Técnico Elaborado) .....</i>	<b>84</b>
<i>Ilustración 21: Detalles específicos – Independientes (Fuente: Expediente Técnico Elaborado).....</i>	<b>84</b>
<i>Ilustración 22: Losa Deportiva – Independientes (Fuente: Expediente Técnico Elaborado).....</i>	<b>85</b>
<i>Ilustración 23: Estacionamientos – Independientes (Fuente: Expediente Técnico Elaborado).....</i>	<b>85</b>
<i>Ilustración 24: Estacionamientos Detalles de Distribución General– Independientes (Fuente: Expediente Técnico Elaborado).....</i>	<b>86</b>
<i>Ilustración 25: Modulo II – Colaboración Parcial Arquitectura – Instalaciones Sanitarias (Fuente: Expediente Técnico Elaborado).....</i>	<b>87</b>
<i>Ilustración 26: Modulo II – Colaboración Parcial Arquitectura – Instalaciones Sanitarias (Fuente: Expediente Técnico Elaborado) .....</i>	<b>87</b>
<i>Ilustración 27: Modulo IV – Colaboración Total Arquitectura – Instalaciones – Estructura (Fuente: Expediente Técnico Elaborado) .....</i>	<b>88</b>
<i>Ilustración 28: Modulo IV – Colaboración Total Arquitectura – Instalaciones – Estructura (Fuente: Expediente Técnico Elaborado) .....</i>	<b>89</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Técnicas e instrumentos (Fuente: Propio) .....</i>	<b>57</b>
<i>Tabla 2: Presupuesto PIP vs Expediente técnico .....</i>	<b>72</b>

## INTRODUCCIÓN

Frente al creciente y firme desarrollo tecnológico, impulsado por la globalización, se presentan nuevos desafíos e impactos importantes para todas las unidades de negocio presentes en el Perú. Para llevar el paso de este continuo avance tecnológico, se necesita vencer la resistencia al cambio y abrir las puertas a la innovación, creando e incrementando el valor en los proyectos. Dicho esto, el sector construcción no puede quedar distante a las ventajas que brinda un mundo globalizado y en constante perfeccionamiento, de manera que, es incuestionable emprender nuevos esfuerzos en la adaptación del uso de las más avanzadas tecnologías informáticas, con el fin de optimizar la gestión y el flujo de información útil en la industria de la construcción. En el Perú se evidencia poca motivación por invertir en investigación y un paulatino desarrollo del sector construcción. Los avances se han dado gracias a las mejoras en los flujos y procesos constructivos, sin embargo se ha dedicado muy poco trabajo a una implementación o mejora de tecnologías de gestión, las cuales ya se aplican en otros países desarrollados del mundo con éxito. Entre otros propósitos desarrollados posteriormente en este documento, estas nuevas estructuras de trabajo garantizarían una activa, continua y temprana integración de los grupos profesionales interdisciplinarios, que componen el equipo de trabajo en un proyecto de construcción, generando ahorros en tiempo y costo.

Durante todos los años donde la UNDAC ejecuta proyectos de construcción de edificaciones, nunca se ha aplicado nuevas tecnologías para mejorar la constructabilidad, en tal sentido en la presente investigación iniciaremos el cambio para mejorar las construcciones en la UNDAC

## **Capítulo I**

### **El Problema De Investigación**

#### **1.1. Determinación del problema**

Actualmente, las herramientas de CAD se han implantado de forma generalizada en todos los despachos y escuelas de arquitectura. No obstante, el nivel tecnológico del uso de estas aplicaciones ha sido, en general, bastante bajo. Las razones son múltiples y van desde la falta de formación hasta los prejuicios que todavía ahora muchos profesionales del sector tienen hacia estas herramientas. Sea como sea, el 90% del software de CAD que se emplea se usa para tareas de delineación que se llevan a término con procedimientos que se asemejan mucho a los de las antiguas técnicas manuales. A pesar de haber sustituido el papel por la pantalla, el diseño arquitectónico tradicional sigue dependiendo de representaciones literales de modelos independientes. Un modelo es una simulación de una idea o comportamiento que se crea para su estudio. Los arquitectos trabajan los modelos mediante sus representaciones bidimensionales,

tridimensionales o alfanuméricas, físicas o digitales, de los aspectos que quiere estudiar o simular. Tantas como necesite. El problema es que como que estas representaciones no están necesariamente conectadas entre sí (una planta y un alzado pueden ser perfectamente incoherentes si se pone expresa atención), cada representación se refiere a un modelo independiente. Paradójicamente, a pesar de que un edificio es una entidad unitaria y global, debe estudiarse a partir de multitud de modelos diferentes que sólo tienen en común aquello que el arquitecto haya podido establecer. Esta tecnología basada en la representación, aparte de consumir enormes cantidades de tiempo, es muy dada a la propagación de errores en el diseño, los cuales acaban apareciendo en la fase de producción obra a expensas del promotor, el contratista o el arquitecto

A pesar de las grandes diferencias que todavía hay entre la producción industrial y la arquitectónica, esta evolución ha hecho que, poco a poco, las exigencias de productividad y de calidad propias de estos sectores vayan cuajando en el sector de la arquitectura. Así, la parte técnica y normativa de un proyecto arquitectónico crece cada vez más, superando con creces la parte destinada a explicar aspectos formales o funcionales. Por otra parte, los tiempos de elaboración de los proyectos cada vez es menor, así como la exigencia de fiabilidad de la documentación resultante y el grado de prefabricación de los componentes que integran un edificio.

En la actualidad, según CAPECO, en el Perú y más aún en Lima se está viviendo el denominado boom inmobiliario, llamado así debido a la construcción de gran cantidad de viviendas y centros comerciales. Ahora bien, en un mercado competitivo como el mencionado, el factor decisivo para

poder ser líderes y diferenciarnos de las demás empresas constructoras es el ofrecer mejor calidad en los productos inmobiliarios que se desarrollen sin sobrepasar los costos. Las empresas constructoras tienen la obligación de mejorar y desarrollar productos que cumplan los requerimientos y expectativas del cliente, para poder así, ganar un respeto y posicionamiento para ser reconocida en el medio; este cumplimiento de requerimientos y satisfacción del cliente será lo que denominaremos Calidad.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es la Influencia en el Valor del Presupuesto del proyecto al aplicar la Tecnología BIM en el Proceso de Diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018?

## **1.3. Problemas Específicos**

- ¿Cuál es la Influencia en el Valor del Presupuesto del proyecto al aplicar la Fase de Coordinación en el Proceso de Diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018?
- ¿Cuál es la Influencia en el Valor del Presupuesto del proyecto al aplicar el modelamiento basado en el objeto en el Proceso de Diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018?
- ¿Cuál es la Influencia en el Valor del Presupuesto del proyecto al aplicar la Colaboración basada en el modelo en el Proceso de Diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018?
- ¿Cuál es la Influencia en el Valor del Presupuesto del proyecto al aplicar la Integración basada en redes en el Proceso de Diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018?

- ¿Cuál es la Influencia en el Valor del Presupuesto del proyecto al aplicar la entrega de Proyecto IPD en el Proceso de Diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018?

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo General**

- Determinar la Influencia en el Valor del Presupuesto del Proyecto al Aplicar la tecnología BIM en el Proceso de diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la Influencia en el Valor del Presupuesto del Proyecto al Aplicar la fase de Coordinación en el Proceso de diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018
- Determinar la Influencia en el Valor del Presupuesto del Proyecto al Aplicar el Modelamiento basado en el Objeto en el Proceso de diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018
- Determinar la Influencia en el Valor del Presupuesto del Proyecto al Aplicar la colaboración basada en el modelo en el Proceso de diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018
- Determinar la Influencia en el Valor del Presupuesto del Proyecto al Aplicar la integración basada en redes en el Proceso de diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018
- Determinar la Influencia en el Valor del Presupuesto del Proyecto al Aplicar la Entrega de Proyecto Integrado IPD en el Proceso de diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018

- Determinar el Impacto en la gestión de Riesgos al Aplicar los Lineamientos de la guía PMBOK en la Ejecución de Edificaciones de la UNDAC – 2018

### **1.5. Justificación del Problema**

La presente investigación tiene como fin mejorar la forma de determinar el presupuesto de los proyectos en la ciudad de Pasco, aplicando los conceptos de la Tecnología BIM, así la ciudad mejoraría el nivel económico en la construcción de proyectos de baja, mediana y gran envergadura disminuyendo pérdidas económicas que se genera en la construcción.

### **1.6. Importancia y alcances de investigación**

Siempre es necesario que los proyectos sean elaborados con la menor cantidad de errores, Algunas empresas recomiendan, en proyectos importantes, contar con la asesoría de una persona certificada como “BIM Manager” para que el proyecto sea ejecutado como el cliente lo desea.

### **1.7. Limitaciones**

Los límites de esta investigación son:

- Proyecto de Carreteras u otras diferentes a las de edificaciones
- Desconocimiento de Herramientas BIM
- Empresas no actualizadas.

## Capítulo II

### Marco teórico

#### 2.1. Antecedentes

##### Análisis y evaluación de la implementación de la metodología bim en empresas peruanas

El tema de la presente tesis aborda el nivel de implementación que tienen las empresas peruanas en el uso del BIM como herramienta tecnológica y metodología de trabajo. Lo que se pretende en la investigación es conocer los impactos del BIM en los proyectos mediante el análisis cualitativo y cuantitativo de los resultados obtenidos y el retorno de inversión que experimentan las empresas que están a la vanguardia en su implementación. Para ello, la tesis está dividida en cinco capítulos. El primer capítulo trata aspectos generales de la tesis en el que se

contextualiza la industria de la construcción en el Perú y se presentan los objetivos de la investigación. El segundo capítulo consta de las definiciones y marco teórico que se previeron necesarios para un adecuado entendimiento de los temas a tratar a lo largo de la tesis. En el tercer capítulo se desarrolla la metodología de investigación desde la recopilación de información hasta el análisis y evaluación de la misma. El cuarto capítulo corresponde al levantamiento y análisis de la información referente a encuestas, auditorías y la evaluación de los impactos del BIM en los proyectos mediante un análisis cualitativo y cuantitativo. En el quinto capítulo se presenta un caso de implementación BIM en la etapa de construcción de un proyecto en Lima. Finalmente, se presentan las conclusiones de la investigación en la cual se muestran, entre otras cosas, resultados económicos positivos en la implementación BIM aplicando tan solo lo más básico de su potencial, es decir, la compatibilización de proyectos

Donde Concluye:

Apostar por implementar BIM no debería ser considerado como un paso muy grande y arriesgado para las empresas puesto que comenzar la implementación BIM desde lo más sencillo y a la vez lo más básico de su potencial, es decir, tan solo para la compatibilización, resulta desde ya, rentable. Los resultados de la presente investigación muestran que el ROI del BIM para la compatibilización de un proyecto de oficinas es de 4.32, es decir, por cada S/.1.00 invertido se logra una ganancia de S/.4.32.

Tal como lo demuestra el caso de la Clínica Internacional, el paso más importante que deben dar las empresas que ya implementan BIM es identificar las necesidades de los proyectos y cubrirlos con las herramientas del BIM; enfocarse primero en temas puntuales para consolidar metodologías de trabajo y apuntar a que el BIM sea parte integrada de la metodología de trabajo y como resultado, la empresa tendrá un nivel de madurez y de implementación BIM elevados y sus resultados económicos serán más positivos aun.

Implementar BIM en la etapa de diseño reduce el impacto de los adicionales. Como promedio, los proyectos de oficina tienen 2.65% de adicionales ocasionados por la falta de calidad del expediente de obra e implementar BIM resulta en la reducción de 0.45% de los mismos y en la mejora del índice de confiabilidad en el presupuesto de obra.

Resolver las incompatibilidades del proyecto en la etapa de diseño reduce la cantidad de consultas de este tipo detectadas durante el casco o estructuras de la construcción en un 94%. Esto significa un gran impacto positivo sobre las obras ya que el staff no destinaría gran parte de su tiempo en identificar consultas y emitir las a la Supervisión sino que sus esfuerzos se centrarían en requerimientos más importantes propios de todo arranque de obra.

### Implementación de BIM en Proyectos Inmobiliarios

Salinas, José Roberto; Ulloa Román, Karem Astrid

Debido al importante crecimiento de la demanda de viviendas, las empresas inmobiliarias y constructoras se han visto en la necesidad de

acelerar sus procesos de diseño, presentándose deficiencias como falta de detalles, incompatibilidades y cruces entre especialidades e inconsistencias que generan problemas que repercuten en el proceso de construcción. BIM se presenta como una propuesta importante en la gestión de diseño y construcción a través de la representación digital de un producto (modelo) que es desarrollado colaborativamente, es decir es un enfoque totalmente nuevo para la práctica y la promoción de las profesiones que requiere la implementación de nuevas políticas, contratos y relaciones entre los involucrados del proyecto (Kymmell, 2008). Implementar BIM y obtener sus beneficios implica un cambio en el enfoque de la gestión de los proyectos, Succar (2009) propone un marco que permite que los involucrados que forman parte de la industria de arquitectura, ingeniería, construcción y operaciones (AECO, por sus siglas en inglés) entiendan los campos de acción de BIM, sus etapas de implementación y los objetivos que se deben alcanzar con su implementación. Con el objeto de demostrar que BIM es aplicable y beneficioso, se presenta las métricas de mejoras de la implementación de una empresa inmobiliaria y constructora en la que se tuvo en cuenta a los involucrados desde etapas tempranas en torno al modelo BIM desarrollado colaborativamente por la misma organización

Donde concluye:

La implementación de BIM en la empresa de estudio es una novedosa propuesta de gestión del diseño y construcción que nos permitió tomar decisiones en etapas tempranas, eliminar desperdicios y obtener mejoras en la productividad como las que se han obtenido en otros países.

Para lograr implementar BIM, se requiere que en las organizaciones se den tres condiciones básicas. La primera es que se establezcan políticas que permitan introducir esta nueva tecnología y que va de la mano con capacitaciones de un equipo de trabajo (interno y externo a la organización), liderado por personas comprometidas. Asimismo, se requiere de la adecuación de los procesos en los que va a intervenir y, por último, contar con las herramientas adecuadas (software, hardware y equipos de visualización).

Para obtener mejores resultados en el modelo se debe de involucrar desde etapas tempranas a los propietarios, proyectistas, proveedores estratégicos, contratistas y constructor.

Los primeros resultados de la implementación de BIM se dan con la mejora de las comunicaciones entre todos los involucrados.

Una primera etapa de la implementación de BIM comprende el paso de los planos en 2D al modelado, que es un proceso gradual que viene a ser la etapa pre-BIM, donde la información es obtenida de los proyectistas en planos en 2D que deben ser procesados “necesariamente” por la organización (ya que nuestro mercado no está preparado para ello) y de donde se obtiene información desarticulada que va a servir para objetivos puntuales (definidos por la organización), como es la visualización, identificación de incompatibilidades e interferencias, obtención de metrados, etc.

De la experiencia obtenida, se puede establecer que se requiere de 0.058 hh/ m<sup>2</sup> de área techada para el modelado de las especialidades de estructuras y arquitectura.

Se ha determinado que se requieren de 0.046 hh / m<sup>2</sup> de área techada para el modelado de las especialidades de instalaciones MEP.

El éxito de la implementación de BIM radica en el enriquecimiento del modelo por parte de los involucrados. Por ello, es necesario que exista un responsable (BIM manager) quien tendrá como funciones principales organizar el equipo de modeladores BIM; recopilar e identificar las interferencias e incompatibilidades detectadas por los modeladores; agendar y convocar a los involucrados a las sesiones de trabajo; y establecer los plazos para el cumplimiento.

## **2.2. Bases teóricas – Científicos**

### **2.2.1. Building Information Modeling (BIM)**

Desde que el BIM se introdujo por primera vez en la industria de la construcción, cada vez ha ganado mayor acogida debido a los beneficios que brinda una proyección virtual en tres dimensiones en comparación a las vistas en dos dimensiones del tradicional CAD; y ahora se ha convertido en la pieza central de la tecnología del diseño, construcción y operación de los proyectos en el mundo. El BIM se puede categorizar de tres maneras: como producto, como tecnología de la información y como proceso colaborativo; algunos también lo categorizan como facilitador de requisitos de gestión del ciclo de vida del proyecto.

### 2.2.2. ¿Qué es BIM?

El Modelado de Información de la Edificación (traducción de BIM al español) tiene distintas definiciones en los textos académicos.

- Autodesk define al BIM como el proceso de generación y gestión de datos del edificio durante su ciclo de vida. El proceso de modelado abarca la geometría de la edificación, información geográfica propiedades de los elementos, metrados o cantidades, entre otros.
- El BIM Handbook define al BIM como el modelado tecnológico y el conjunto de procesos que producen, comunican, y analizan el modelo de una edificación caracterizado por componentes del edificio representado por elementos paramétricos.
- ETSIE define al BIM como una metodología de trabajo que consiste en elaborar y gestionar proyectos de edificación y permite dar seguimiento al proyecto durante todo su ciclo de vida

Para fines de la presente investigación el BIM se define como una metodología que consiste en un conjunto de tecnologías relacionadas que representan una estructura tridimensional y paramétrica, que muestran las características físicas y funcionales de una edificación y que funciona como una base de datos que permite almacenar y compartir múltiple información como el contenido gráfico del proyecto, sus dimensiones, metrados, especificaciones, materiales, sistemas constructivos, etc.

### **2.2.3. Aplicaciones del BIM en la industria de la construcción**

El factor clave para cualquier el éxito de la implementación del BIM en un proyecto es la colaboración entre todos los miembros del equipo, es decir, desde el cliente, diseñador y contratista hasta subcontratistas y proveedores. El flujo de información debe ser libre entre todos los miembros del equipo para obtener el máximo beneficio del proyecto BIM.<sup>22</sup> Este flujo de información, dependiendo de la etapa en que se encuentra el proyecto, se da en distintas áreas. Algunas de las áreas de aplicación del BIM a lo largo del ciclo de vida del proyecto se mencionarán a continuación:

- Visualización
- Diseño
- Simulación / Análisis
- Costo de ciclo de vida
- Prevención de conflictos e inconsistencias
- Metrados
- Planificación de la seguridad
- Procura
- Planificación de la producción / Planificación 4D
- Gestión de la cadena de suministro
- Logística
- Gestión de las instalaciones
- Diseño de modelado inteligente
- Gestión de registros

El valor de BIM durante la etapa de diseño o ingeniería se ilustra a través de los proyectos en los cuales se percibe que se incrementan la calidad del diseño (a través de ciclos de análisis efectivos) y la innovación (a través del uso de aplicaciones digitales de diseño)

El BIM permite visualizar el modelo del proyecto, modelar la constructabilidad, cuantificar metrados, integrar el modelo con la planificación de obra (4D), integrar el modelo con el costo (5D), elaborar una secuencia constructiva y logística, mejorar la efectividad de la ingeniería de valor, planificar la seguridad, entre otros

### **2.3. Definición de Términos**

#### **2.3.1. Procedimiento**

manera o forma especificada de realizar una actividad. Por lo general es el listado de una serie de pasos claramente definidos, disminuyendo la probabilidad de errores o accidentes.

#### **2.3.2. Proceso**

es la forma y orden de ejecutar las actividades o procedimientos de una tarea, en especial trata de prever la calidad del producto de dicho proceso. Se puede señalar que el uso de los procedimientos escritos podría mejorar enormemente el resultado de los procesos.

#### **2.3.3. Consenso**

se define el consenso como "el acuerdo general al que se llega mediante un proceso en el que se han tenido en cuenta todos los sectores interesados, sin que haya habido una oposición firme y fundada, y en el que se hayan

salvado posiciones eventualmente divergentes. No implica necesariamente unanimidad".

#### **2.3.4. Normas**

es un documento que establece las condiciones mínimas que debe reunir un producto o servicio para que sirva al uso al que está destinado, establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido que establece; para usos comunes y repetidos; reglas, criterios o características para las actividades o sus resultados. Las normas son un instrumento de transferencia de tecnología, aumentan la competitividad de las empresas y mejoran y clarifican el comercio internacional.

#### **2.3.5. Normalización**

consiste en la elaboración, difusión y aplicación de normas. La normalización de las diversas herramientas de gestión así como las de calidad, favorece el progreso técnico, el desarrollo económico y la mejora de la calidad de vida. Para el caso de esta tesis estudiaremos la normalización de las herramientas de gestión utilizadas en la industria.

#### **2.3.6. Certificación**

la certificación es la forma de demostrar que una empresa cumple con los requisitos de la norma.

#### **2.3.7. Empresa Constructora**

es una institución o agente económico que realiza una actividad productiva que consiste en la transformación de bienes intermedios, materias primas,

en proyectos de construcción terminados y que toma las decisiones sobre la utilización de factores de la producción para obtener los bienes y servicios que se ofrecen en el mercado. Debe adoptar una organización y forma jurídica que le permita realizar contratos, captar recursos financieros, y ejercer sus derechos sobre los bienes que produce

### **2.3.8. Proyecto de construcción**

Es una célula o parte de un todo que conforma la organización o empresa, en este caso particular sería una parte de la gerencia de operaciones de una empresa constructora. Su característica empresarial es operar con autonomía a base de objetivos y resultados. Dentro de esa autonomía debe poder perfeccionar y propiciar el perfeccionamiento del personal humano que la compone, así como planear su futuro y programar sus actividades de acuerdo a sus estrategias para alcanzar sus objetivos

### **2.3.9. Cliente**

persona física o jurídica que realiza transacciones mediante contratos de compra-venta de productos o servicios con otras personas o empresas del mercado. Para el caso de estudio de esta tesis nos enfocaremos en los clientes de las empresas constructoras o contratistas, quienes tienen la necesidad de mejorar o incrementar su infraestructura.

### **2.3.10. Supervisión**

Los clientes o propietarios de los proyectos no suelen ser especialistas en proyectos de construcción, por lo que normalmente se encuentran representados en el proyecto por una empresa supervisora o profesionales

encargados de supervisar la correcta ejecución de los trabajos del contratista, de acuerdo al expediente técnico elaborado por los proyectistas.

#### **2.3.11. Proyectistas**

empresa o profesionales responsables del diseño del proyecto, encargados de transformar las necesidades o requerimientos de los propietarios en un expediente técnico que contenga especificaciones técnicas y planos de detalle en las diferentes especialidades necesarias

#### **2.3.12. Proveedor**

Empresa industrial, comerciante, profesional, o cualquier otro agente económico que proporciona a otra empresa o persona un bien o servicio a cambio de una retribución con fines comerciales

### **2.4. Integración BIM En Los Proyectos De Construcción**

#### **2.4.1. Flujo De Información En Proyectos De Construcción, Optimizando La Interface Diseño-Construcción**

La industria de la construcción es conocida por ser un entorno de información intenso, abundante y único para cada proyecto, donde el trabajo en papel sigue siendo, desafortunadamente, la manera preferida de comunicar la información a los diferentes actores del proyecto.

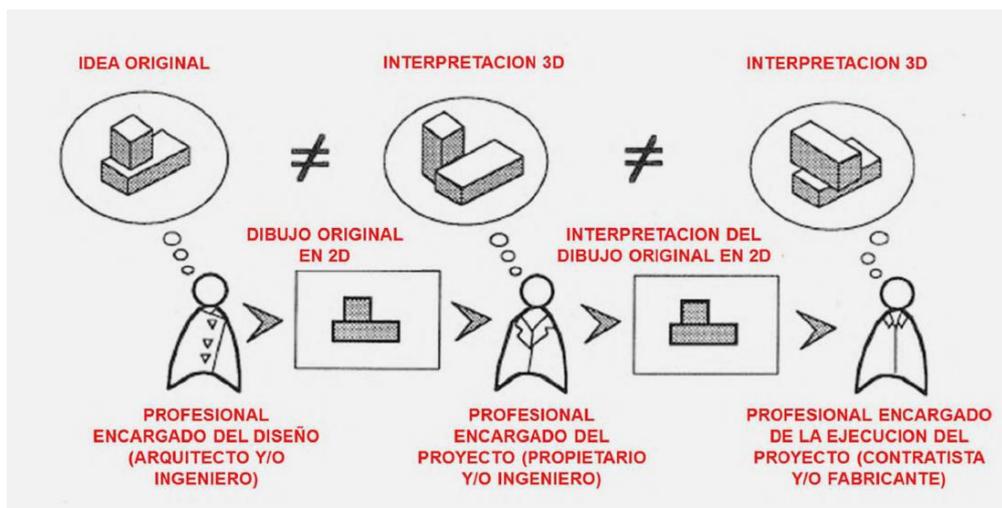


Ilustración 1: Distintas interpretaciones de los actores de un proyecto, debido a la incertidumbre generada por la información poco certera. Fuente:

Adaptado de Saldías (Santiago, 2010)

Con la finalidad de explicar la figura anterior, el cliente intentará transmitir una idea al arquitecto, quien la interpreta y genera un modelo mental, plasmándolo en planos y especificaciones. Por lo general, esta entrega-recepción de información trae consigo diferencias en lo concerniente a los objetivos, alcances o intenciones del proyecto. Seguidamente, el ingeniero recibe la información del arquitecto, interpretando de forma distinta la idea principal, siguiendo la cadena del mal entendimiento con la que la idea fue concebida. Finalmente, la información llega al contratista quien expondrá sus dudas y formulará consultas, resultando como consecuencia retrasos, tiempos muertos y demoras en resolución de consultas. Esto sucede debido a la insuficiente plataforma de comunicación y al escaso lenguaje único de información que manejan los representantes.

Mencionado lo anterior, es común encontrar en proyectos de construcción un alto índice de consultas, cambios en obra, trabajos rehechos

tanto en los equipos de diseño y de construcción conllevando a pérdidas de tiempo y aumento de costos. Esto sucede debido a diseños no completamente definidos o con mucha falta de información, cuyo problema raíz es la desordenada o nula interacción entre los equipos de diseño y construcción desde el inicio del proyecto. Consecuentemente, esta interfase basada en información clave para el correcto desarrollo del proyecto, sugiere y ofrece una gran oportunidad de mejora, de manera de encontrar un mejor sistema de coordinación, supervisión, control y estandarización de la información de diseño a través de la metodología BIM.

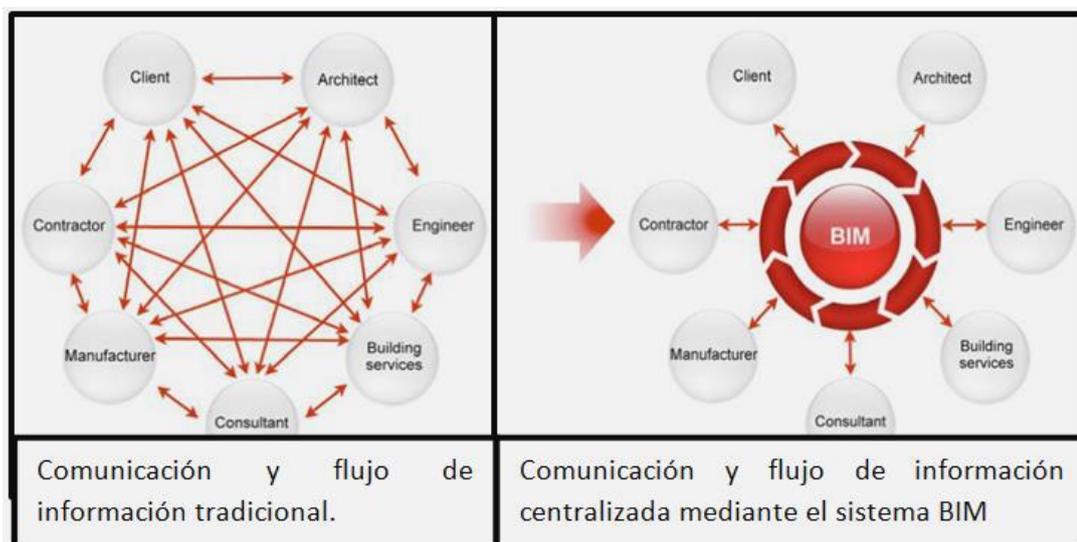


Ilustración 2: Flujo de información en la industria de la construcción

Fuente: Allen Consulting Group (2010)

Con el fin de optimizar esta interfase, es recomendable obtener información acerca de las razones por las que se producen estos inconvenientes y plantear nuevas soluciones para la mejora. Determinar los defectos en los diseños y las posibles causas; conocer el impacto de estos en las obras, en cuanto a costos y tiempo empleados en mano de obra y

maquinaria; e identificar formas de prevenir estos problemas, resultan ser procedimientos tradicionales que siguen sin generar algún efecto representativo. Resultaría aún más efectivo la incorporación, desde la etapa de diseño, de personal con experiencia en construcción, asimismo la adopción de estándares o criterios de diseño establecidos por el cliente y la implementación de una estructura organizacional que se enfoque en supervisar el desarrollo de la etapa de diseño, mediante el uso de herramientas de visualización, listas de verificación, esquemas de planificación para el diseño y reportes o informes para fortalecer el sistema, retroalimentándolo. Estos nuevos esfuerzos enfocados en fortalecer esta interfase, favorecen tanto a los equipos de profesionales en oficinas de diseño como al de construcción, ya que se evitará los trabajos rehechos y congestiónamiento de información durante la ejecución del proyecto

#### **2.4.2. Impacto En La Productividad De La Construcción**

En una economía regida cada vez más por la competitividad, donde las empresas partícipes del sector construcción buscan aumentar sus estándares de calidad, reducir costos al mínimo y ajustar sus cronogramas, la tendencia indica a mejorar la productividad disminuyendo todo aquello que signifique pérdidas, aumentando las acciones que generan valor para un proyecto. En pro de aspirar a un crecimiento sostenido y a una permanencia en el mercado a un mediano o largo plazo, es imperiosa la adopción de nuevas técnicas y sistemas que impulsen el aumento de la productividad, identificando factores que impactan negativamente para poder actuar sobre ellos.

Dentro del ámbito de la construcción, la productividad es copartícipe de un proceso de transformación, donde los recursos necesarios para el desarrollo de un producto son parte fundamental; los materiales, mano de obra y equipos, no son los únicos participantes directos de este cambio, encontramos también un soporte de información el cual liga estos recursos con el producto final. Mencionado esto, a pesar que las mediciones de productividad recaen directamente sobre estos tres recursos fundamentales, en lo que refiere a la eficiencia en la mano de obra, eficiencia de los equipos y eficiencia en el uso de los materiales; correspondería también controlar y medir el nivel de la información alcanzada y presente entre los recursos, en la etapa de entrada de un proceso. La figura siguiente muestra lo expresado.



Ilustración 3: Indicadores del nivel de información en obra. Fuente:

Propia

No solo en nuestro medio, sino también a nivel mundial, la productividad se encuentra afectada por problemas de incompatibilidades, indefinición integral del proyecto, demoras en la respuesta de consultas a proyectistas, criterios de diseño diferentes entre cliente-proyectista y a deficiencias en los documentos de diseño de ingeniería. La utilización de

herramientas y procesos BIM, en etapas previas a la construcción misma, fortalecerían los indicadores mencionados y aumentarían los tradicionales.

### **2.4.3. Vinculación del concepto BIM con la Constructabilidad**

El concepto de constructabilidad fue introducido por el "Construction Industry Institute" en 1986, bajo la premisa, "La constructabilidad es el uso óptimo de los conocimientos y experiencias en la planificación, diseño, procura y ejecución, con el fin de lograr los objetivos globales del proyecto de construcción. Los máximos beneficios prevalecerán en la medida que los actores se involucren anticipadamente al inicio de un proyecto".

Por un lado, el concepto BIM aporta en la colaboración de las distintas disciplinas y sistemas, identificando posibles interferencias, logrando agilizar los procesos constructivos. Mientras que la constructabilidad, asegura la cooperación de todos los actores desde el primer día de la etapa de diseño, ayudando a los participantes a tomar mejores decisiones, las cuales influirán positivamente a la calidad y eficiencia del proyecto en general.

Expuesto lo anterior, la metodología BIM se integra con la constructabilidad, logrando resolver anticipadamente problemas comunes y potenciales en las diferentes etapas del proyecto, impactando positivamente en el costo y tiempo de este. Expresado de otra forma, esta nueva metodología nos permite prever y resolver los posibles problemas en un modelo virtual, en lugar de encararlos en el campo mismo o en la etapa de construcción, lo que generaría un incremento en el costo y tiempo del proyecto. La intención que se busca en el pensamiento de los ingenieros es la de minimizar la tarea del "Solucionador de problemas en campo" o

“improvisador en el campo”, donde las opciones de decisión son muy limitadas.

Caso contrario, el abanico de decisiones de diseño en las fases previas a la construcción se expande, debido a la incorporación de información y a la capacidad de los diseñadores de tomar mejores decisiones. Innovar en ideas y tecnologías BIM que favorezcan la constructabilidad de un proyecto de construcción, conlleva a proporcionar herramientas de gran alcance para desarrollar una interface eficiente entre el diseño y la construcción, en base a la colaboración y comunicación temprana de los actores.

Con la finalidad de representar lo mencionado anteriormente, en el gráfico se muestra en el eje horizontal las diferentes etapas de un proyecto a lo largo del tiempo, mientras que el eje vertical representa la incidencia o esfuerzos en cada una de las etapas para diferentes conceptos presentes en un proyecto. Podemos observar que para un proceso de diseño tradicional (Curva 3), los mayores esfuerzos se dan en una etapa muy cercana a la ejecución del proyecto, dando lugar a que posibles cambios impacten considerablemente en el costo total de este. Mientras que, para un proceso de diseño basado en BIM (Curva 4), en el que se propone un trabajo intenso en edades tempranas del proyecto, la incidencia en los costos (Curva 2) resultaría mínima. Evidentemente, se comprende que conforme el proyecto avance en sus diferentes etapas, el impacto en los costos aumentará exponencialmente (Curva 2), debido a que cambios en etapas avanzadas involucraría rehacer trabajos los cuales posiblemente ya han sido realizados a mayor detalle. Migrar de un enfoque tradicional a uno moderno ofrece

grandes ventajas en cuanto a los costos y plazos, además de retos en cuanto a nuevos procesos en un proyecto de construcción.

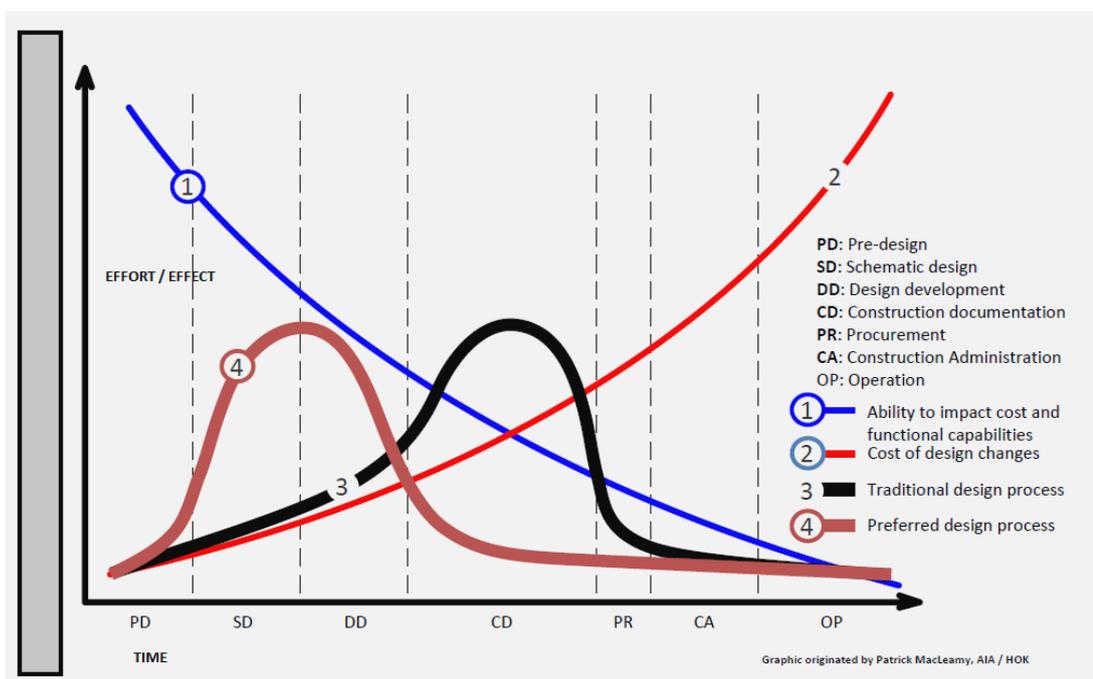


Ilustración 4: Esfuerzo e impacto en costos en el proyecto mediante procesos tradicionales y BIM. Fuente: MacLeamy Patrick, Building Smart

#### 2.4.4. Vinculación Del Concepto BIM Con La Planificación

Una planificación eficaz es uno de los aspectos más importantes de un proyecto de construcción e influencia directamente en el éxito de un proyecto (Chevallier and Russell, 1998). La planificación en la construcción es el proceso de definir, coordinar y determinar el orden en que deben realizarse las actividades con el fin de lograr la más eficiente y económica utilización de los equipos y recursos que se dispone y además minimizar esfuerzos innecesarios (Andrés Nahmias, 2003). Ciertas decisiones de planificación, en especial los relacionados con la planificación del espacio, se hacen sobre la base de la experiencia y la intuición, sin el apoyo de

herramientas tecnológicas (Winch 2002). En el ámbito de la construcción, en el Perú se usan los cronogramas de obra que generalmente son diagramas de Gantt, la cual es una herramienta en la que se visualizan barras correspondientes a las distintas actividades y su incidencia en el tiempo del proyecto.

La importancia de comunicar y compartir la información es cada vez más importante a través de la vida de un proyecto de construcción. La extracción de la información, las distintas interpretaciones y en vista que los constructores o contratistas, recién son incorporados al equipo de trabajo en la etapa de ejecución, se generan brechas entre lo que los diseñadores pretenden y lo que los constructores ejecutan en el campo.

Por esta razón, y con la finalidad de minimizar esta diferencia, surgen los modelos de simulación 4D, logrando ensayar alternativos diseños y secuencias de construcción. Esta digitalización de la construcción, impacta proactivamente en la forma de comunicación entre los ingenieros, arquitectos y los clientes, donde se busca compartir la información y centralizarla en un modelo, de donde subyacerán nuevas responsabilidades, métodos, planes de trabajo, coordinaciones, etc.

## **2.5. Herramientas BIM 4D**

Un modelo 4D simula el proceso de transformación del espacio a través del tiempo, mediante el enlace de un modelo 3D y una programación de construcción. Es decir, involucra la representación gráfica de la información contenida en un cronograma, a través de objetos dinámicos, integrando los aspectos lógicos, temporales y espaciales de la planificación

de la construcción (Fischer, 2006). Al comunicar el cronograma mediante un modelo 4D, se simula virtualmente una construcción real, logrando una intuitiva visualización del proyecto a lo largo del tiempo, avizorando los posibles problemas que puedan impactar negativamente en el proyecto, identificando secuencias de construcción más efectivas, ensayando con distintos escenarios de construcción en busca de la eficiencia en los procesos constructivos, anticipándose y evaluando las contingencias respecto a la seguridad en obra a lo largo del proyecto. Esta herramienta puede extenderse tanto como herramienta integradora y como herramienta de análisis. Los diseñadores y constructores pueden usar un modelo 4D para asegurar la consistencia de la información sobre el diseño y la construcción, lo que puede mejorar la comunicación y la colaboración entre los involucrados, debido al fácil entendimiento general del proyecto; así como también, pueden realizar nuevos análisis sobre costos, productividad, seguridad y asignación de recursos.

## **2.6. Visualización De La Planificación: Herramientas BIM 4D**

En el actual panorama de la construcción, donde los proyectos aceptan la complejidad y un alto manejo interdisciplinario, cabe insistir en mejorar e innovar en herramientas de planificación y comunicación, con el fin de lograr transmitir información más concisa, certera, útil y práctica. Por este motivo, es significativa la importancia que toman las herramientas BIM 4D para llegar a estos objetivos, ya que permitiría a los ingenieros interactuar con un modelo virtual en tiempo real, facilitando el rápido análisis de diferentes propuestas de planificación o iteraciones de diseño.

A manera de ejemplo, un ingeniero planificador que tiene dentro de sus principales tareas, generar un cronograma, considerar una secuencia constructiva práctica, plasmar un buen espacio logístico de trabajo y una correcta asignación de recursos, se enfrentará con muchas limitantes y dificultades para interpretar la información proveniente de planos 2D, debido a que deberá visualizar los componentes mentalmente para luego enlazarlos a las diferentes actividades. Todo este proceso de interpretación suele ser tedioso, además de consumir tiempo valioso. paralelamente a este método tradicional, la documentación entregada no contiene información acerca de las secuencias de las actividades, por lo que los "sitelayouts" iniciales que muestran la organización del sitio y la utilización, normalmente no se actualizan a medida que progresa la construcción. Los ingenieros planificadores por lo general sólo internamente conceptualizan nuevos arreglos en las instalaciones a manera que el proyecto se desarrolla. Esta falta de representación formal no debe reflejar el hecho de que el "site-layout" sea intuitivo.

## **2.7. Usos Y Beneficios De Las Herramientas BIM 4D**

### **2.7.1. Visualización de la etapa constructiva**

Los ingenieros planificadores 4D podrán visualizar la secuencia de los trabajos a realizarse anticipadamente a la etapa de construcción. A pesar de conocerse la gran cantidad de variables que dificultan este proceso y teniendo en cuenta las restricciones o limitaciones que ofrece un proyecto único de construcción, como por ejemplo el sitio de trabajo, el clima u otros limitantes del lugar; el ingeniero planificador tendrá la posibilidad de escoger, mediante rápidas iteraciones, la mejor secuencia constructiva. Del mismo

modo, estos sistemas tienen la capacidad de crear planes semanales o diarios 4D para el personal de obra encargado de la producción, logrando un fácil entendimiento de sus labores, solicitando información necesaria para realizar lo establecido y con la posibilidad de mejorar y proponer recomendaciones para futuros procesos constructivos.

### **2.7.2. Diseños ilustrativos de las áreas de trabajo "site-layouts".**

Existen factores espaciales que podrían afectar el comportamiento de las grúas, equipos y actividades del personal obrero en el sitio de trabajo. Por esta razón, los ingenieros planificadores optimizarán el uso del espacio en el sitio, aumentando los índices de productividad, equilibrando las áreas de trabajo con las actividades o avances del personal obrero; evitando el congestionamiento de los espacios de trabajo.

Se busca una planificación dinámica espacial, orientada a establecer un eficiente esquema de trabajo, donde interviene el traslado y almacenamiento de materiales, actividades del personal obrero, movimiento de equipos, giro de grúas, rutas seguras para el personal, etc.; evitando la pérdida de la productividad, identificando áreas restringidas y regulando los recursos compartidos.

### **2.7.3. Reconocimiento de posibles riesgos durante la construcción.**

Debido a que en diversas ocasiones, las etapas de planificación y construcción se encuentran operacionalmente disociadas, se presentan peligros o aumento en los niveles de riesgo, debido a una escasa disponibilidad del espacio y en el peor de los casos a una nula o baja planificación espacial. Por otra parte, y debido a la constante presión que

ejerce el cliente respecto al tiempo de duración de un proyecto, los ingenieros contratistas o constructores se ven obligados a acelerar el ritmo en sus actividades buscando reducir los intervalos de tiempo, acortando la duración de las tareas. Una de las consecuencias de esta lucha contra el reloj, fomenta que el personal obrero aumente, sobrecargando los espacios de trabajo, lo que finalmente conlleva a elevar los niveles de riesgo y posibles accidentes. Se plantea la utilización de herramientas 4D como intermediario entre la seguridad y la planificación. Este trabajo conjunto, propone mejorar la seguridad en el trabajo marcando una conexión más estrecha entre los problemas más resaltantes de seguridad y la construcción; proporcionando sitios de trabajo más ilustrativos, estableciendo planes de seguridad, informando sobre el estado actual del sitio en cualquier estado del proyecto y anunciando futuros arreglos o advertencias de riesgos al departamento de seguridad.

#### **2.7.4. Confiabilidad, control y análisis del cronograma maestro y programaciones de trabajo.**

Una manera de verificar el correcto funcionamiento de lo estipulado en el cronograma de obra, es construyéndolo virtualmente. La simulación 4D permite poner a prueba la secuencia constructiva antes de que se ejecute. De esta manera, ayuda a controlar el proceso de verificación de la secuencia con mayor dinamismo, además, fecha a fecha se podrá visualizar lo que está sucediendo en obra, logrando representar situaciones en las que el área de producción podrá objetar y recomendar un mejor proceso constructivo. Asimismo, esta simulación podrá ser editada fácilmente, incorporando nuevos elementos en caso se presenten reprogramaciones en el

cronograma o adicionales de obra. Por otro lado, aporta en gran medida al control del progreso de la obra tanto real como virtualmente, lográndose comparar el avance real en obra versus el avance programado virtualmente, identificando las zonas donde se debe dedicar mayor atención.

El trabajo conjunto con el sistema “Last Planner” es otro de los beneficios principales de estas herramientas, como por ejemplo al momento de levantar las observaciones de sitio en un análisis de restricciones, referentes a seguridad, materiales, actividades pre-requisito; las cuales podrían ser identificadas y resueltas fácilmente.

#### **2.7.5. Logística de materiales y equipos.**

Los recursos, equipos y los materiales necesitan ser almacenados y transportados durante el desarrollo del proyecto. Constante son las ocasiones, en la que estas actividades que demandan espacio y tiempo, son subestimadas por los ingenieros, ya que principalmente se enfocan en las actividades que aportan valor a la obra y se encuentran establecidas en el cronograma. Asimismo el inventario de materiales, que conlleva a retrasos, inseguridad en obra, deterioro del material, ocupación de un espacio para el almacenamiento, mano de obra para el transporte y cuidado de este; puede devenir en la situación en la que se tengan recursos disponibles y por entregar pero no pueden utilizarse debido a una interferencia. Mediante un modelado en 4D, se podrá evitar estas situaciones anticipándonos al constante movimiento de materiales en la obra, estableciendo zonas de traslado seguras, formas del traslado (mediante grúas, plataformas, personal

obrero, uso de “winche”) y asegurando la no acumulación de material en una zona.

Tomando en consideración lo expresado sobre los grandes beneficios que estas novedosas herramientas ofrecen, resulta sumamente provechoso para los intereses de los proyectos, poder implementar estas potentes herramientas de información. La introducción de los modelos 4D, genera que los agentes participantes del proyecto, tengan una efectiva visualización, un correcto análisis y una fluida comunicación, en relación a aspectos secuenciales, temporales o espaciales, respecto al cronograma de la construcción.

## **2.8. Software Para El Desarrollo De Modelos BIM**

El sistema BIM es conocido y utilizado a nivel mundial por la mayoría de países desarrollados y en vía en desarrollo. Entre estos los más representativos son Estados Unidos, Canadá, Finlandia, Singapur, Irán, India, Corea del Sur, Francia, Holanda y el Reino Unido. En lo que respecta a Sudamérica, recién a partir del año 2006 se ha implementado el uso de las nuevas tecnologías en Brasil, para luego integrarse Chile, México y Colombia. Actualmente en el Perú, las empresas más prestigiosas del medio se encuentran en plena investigación, implementación, desarrollo y experimentación de estas innovadoras herramientas para el continente.

Se ha emprendido el manejo de plataformas BIM, con el software Revit, de la misma familia de Autodesk; debido a que resulta familiar para el sector construcción ya que se viene utilizando en su mayoría en lo que corresponde a diseño y elaboración de planos en AutoCAD. Este brinda una

solución completa para el desarrollo de proyectos. Involucra productos de arquitectura, estructuras, mecánicas, eléctricas y sanitarias en su plataforma, logrando una interoperabilidad fundamental para el correcto desempeño de las comunicaciones en un proyecto.

Al realizar cambios de diseño en cualquier lugar del proyecto, el modelo se actualizará automáticamente en el proyecto entero, es decir, si en una vista en planta modifico un elemento, este se modificará en las otras vistas que tenga en el proyecto, ya sean elevaciones, cortes, etc. Asimismo, maneja elementos paramétricos reales de la industria de la construcción (vigas, columnas, losas, cimientos, puertas, ventanas, ductos, tuberías, etc.), trabajando con mayor detalle y precisión. Se pueden generar tablas de metrados automáticas, reportes de pérdidas de presión en tuberías y en ductos, análisis de cargas y de energía. Incluso, a manera de revisión, al recibir planos de las diferentes especialidades se pueden verificar los cálculos y diseños hechos por los proyectistas de manera sencilla; de tal manera que se optimice el diseño. Asimismo, en especialidades donde el trabajo es ejecutado por un subcontratista, tenemos la ventaja de poder contar con un metrado automático base o preliminar con el cual podremos comparar el presupuesto presentado por el tercero, el cual muchas veces no es estimado ni controlado, ya que le resultaría muy tedioso y laborioso.

Otra de las ventajas que brinda un software de desarrollo de modelos BIM, es que funciona como una base de datos de todo el proyecto. Se puede guardar información sobre cada elemento modelado, incluso crear parámetros para identificarlos o clasificarlos según nuestra conveniencia. Por ejemplo a un muro se podría añadir información acerca del nivel donde

está colocado, si su encofrado será a una o dos caras, si es muro perimetral, si cumple alguna función estructural en especial, el material predominante, que fecha está programada para su construcción, costo, o simplemente alguna descripción que lo identifique o diferencia de los demás. Indudablemente, mientras más alimentemos nuestro proyecto, más nos acercamos a la completa definición de este. De esta forma, facilita la elaboración de metrados, presupuestos, cotizaciones con proveedores, identificación, características y ubicación de cada elemento en el proyecto.

Para que un diseño sea satisfactorio, es necesario empezar por los requerimientos del proyecto, en otras palabras, cuál es el objetivo principal por el cual elaboramos un modelo BIM. De esta manera se establecerán criterios de diseño y pautas para un correcto desarrollo del programa. Complementando lo anterior, si el propósito del modelo será solo para visualización, realizaremos un modelo con menor nivel de detalle, con columnas que van desde el primer piso hasta el último, losas macizas completas (sin divisiones de losa de concreto, contrapiso y acabado), entre otras. Sin embargo, si deseamos modelar para una simulación de construcción 4D, la cual posteriormente será utilizada en obra; criterios de construcción deberán ser tomados en consideración, como por ejemplo que el vaciado de columnas se hace a fondo de viga, lo que conlleva a que estas deberán modelarse por niveles y hasta el fondo de viga. Incluso para generar sectorizaciones, se recomendaría, si fuera el caso, modelar las vigas y losas con cortes a los tercios, en caso la sectorización indicase un corte, con la finalidad de obtener metrados coherentes, una planificación confiable y obtener el máximo beneficio del software.

## 2.9. Esquema De Fases En Un Proyecto De Construcción

La etapa previa a la construcción, cuyo valor significativo y trascendental es muchas veces subestimado por los actores del proyecto, exige mayor atención precisamente para elevar el nivel de desarrollo de la información proporcionada en la etapa de diseño, minimizando las incidencias en adelante. Bajo este propósito, se pretende potenciar la fase de planificación y desarrollo del diseño, buscando definir dentro de sus posibilidades, la totalidad del proyecto, integrando anticipadamente a la construcción, todas las especialidades involucradas; despejando dudas provenientes de la etapa de diseño, disminuyendo la incertidumbre y aumentando los índices de confianza, revisando el cumplimiento de requerimientos basado en los criterios de diseño establecidos por el cliente y garantizando el flujo constante en los procesos siguientes de la etapa de construcción.

### DISEÑO

- Diseño preliminar
- Documentos contractuales con profesionales proyectistas
- Documentos de diseño / Planos finales de diseño

### DESARROLLO DEL DISEÑO Y PLANIFICACION

- Verificación de criterios mínimos de diseño.
- Modelado del proyecto mediante herramientas BIM-3D.
- Procesamiento de consultas y reuniones con proyectistas.
- Definición del proyecto y planos finales para construcción
- Planificación de la construcción mediante herramientas BIM-4D.

## PRE-CONSTRUCCIÓN

- Presupuesto de obra
- Procura

## CONSTRUCCIÓN

- Ejecución del proyecto

### **2.10. Detalle de la fase " Desarrollo del Diseño y Planificación"**

#### **Verificación de criterios mínimos de diseño**

Corroborar la funcionalidad del proyecto, si el diseño cumple los objetivos que esta demanda. Además, cada proyecto tiene sus propios criterios de diseño los cuales los proyectistas deberán cumplir. En caso se cuente con un "Check-list", deberá ser considerado.

#### Modelado del proyecto mediante herramientas BIM-3D

Antes de empezar el modelado mismo del proyecto se deberá establecer la estrategia BIM, mencionando el objetivo del modelado y su propósito final, con el fin de dar a conocer a todos los involucrados el nivel de detalle y los criterios de modelado correspondientes al objetivo. Posteriormente se empezará con el modelado del proyecto, teniendo como modelo base inicial la especialidad de Estructuras.

#### Procesamiento de consultas y reuniones con proyectistas

Durante la etapa de modelado se presentarán consultas, incompatibilidades, dudas y propuestas de mejora, las cuales deberán ser

presentadas en un documento a los proyectistas durante sesiones de coordinación con los involucrados en el proyecto.

Estas sesiones, fueron adoptadas de la filosofía VDC, las cuales se realizarán en un entorno colaborativo e integrado, con ayuda de los modelos 3D, planos entregados y si fuese necesario modelos 4D o documentos entregados por los diseñadores; visualizados en dos o tres proyecciones, con la finalidad de llegar a soluciones constituidas por la cooperación de todos los involucrados.

#### Definición del proyecto y planos finales para construcción

Asumiendo que se han resuelto la mayoría de la totalidad de incompatibilidades en el proyecto (ya que posiblemente se presenten problemas en obra, aunque mínimos), podemos asumir que el proyecto ha llegado a un nivel de definición satisfactorio para dar inicio a la ejecución del proyecto. Durante este proceso, se realizan las correcciones a los planos, en base a las observaciones encontradas en los modelos 3D. Asimismo, se mantiene un ejercicio de actualización tanto de planos como de los modelos.

#### Planificación de la construcción mediante herramientas BIM-4D

El objetivo de este novedoso planeamiento ofrece la elaboración de un cronograma visualmente comprensible y confiable, donde utilizaremos conjuntamente herramientas BIM y un software de planeamiento (Microsoft Project, Primavera Project o Microsoft Office Excel). Teniendo en cuenta que el proceso de planificación requiere mucha interpretación de información por parte de los ingenieros planificadores, manejo de gran cantidad de datos del proyecto, dirección de los involucrados en la ejecución y gran demanda de

tiempo; el propósito de vincular el modelo 3D con una planificación constructiva procura aminorar la brecha entre lo real y lo planeado, brindando mayor confiabilidad al proceso y ofreciendo herramientas de calidad a los ingenieros para considerar, comunicar y evaluar diferentes alternativas constructivas, así como proporcionar suma flexibilidad a la reprogramación y generar rápidamente planificaciones concretas y efectivas.

Para la sectorización del proyecto, básicamente se utilizan herramientas proporcionados por Revit, y en casos excepcionales donde se requiere mayor detalle de secuencias constructivas utilizaremos Navisworks. A través de una metodología simple que reside en asignar características (colores) a los elementos en el mismo modelo 3D dinamizamos el proceso de sectorización, logrando modificar rápidamente los sectores, obteniendo metrados inmediatos y automáticos, facilitando la labor de decisión por la mejor opción y distribución de trabajo.

### **2.11. Implementación De Gestión BIM**

La implementación BIM requiere más que sólo adquirir paquetes de software de modelado, de información o de visualización, y capacitar a los futuros ingenieros BIM; es necesario una reestructuración de los procesos en la organización, respaldado por una serie de políticas, directrices y estrategias innovadoras, con el fin de lograr beneficios significativos transformando el negocio de la construcción. (AUGI, 2013)

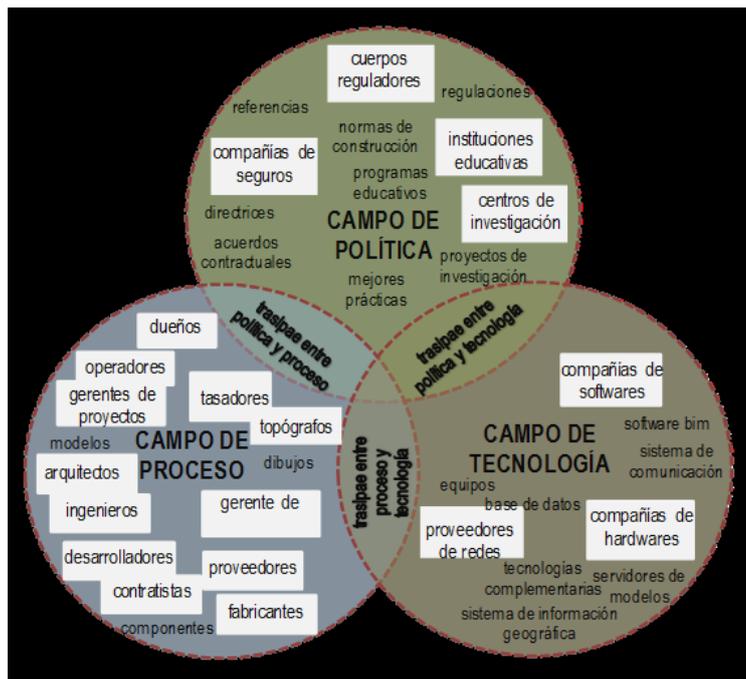


Ilustración 5: Componentes de la implementación BIM Fuente:  
Adaptado de Bilal Succar, Maturity Matrix (2009)

Este cambio en la gestión de la construcción, involucra la elaboración de un plan de implementación como también flexibilidad por parte de los involucrados en la organización para adaptarse a nuevas ideas, metodologías y procesos, con el fin de sobreponerse a los desafíos que este propone.

Se presentarán algunas ideas a tomar en cuenta para lograr una exitosa implementación BIM. Claro está, que dependerá directamente de las actividades a las que se dedica la empresa y los objetivos que se deseen alcanzar. El incentivo para la adopción BIM, se debe ver reflejado desde los altos mandos de la organización, previamente ilustrados, por lo general, por ingenieros de mandos medio, quienes son los que en la mayoría de empresas siguen las tendencias y mejoras de la industria constructora. Cabe

afirmar, que el compromiso debe ser adoptado por todos los niveles de la empresa, siempre con visión investigadora e innovadora.

Paralelamente, requiere tomar en cuenta la exigencia de recursos técnicos y humanos, se debe contemplar los posibles impactos de la implementación, así como los riesgos potenciales mientras se persigue el objetivo. Solamente identificando claramente los beneficios y riesgos, se tendrá una mejor definición de lo que se necesita para la organización; en lo que corresponde a alcances y objetivos.

Tener en consideración, que toda adopción de nuevos conocimientos y puesta en práctica, está vinculada a una curva de aprendizaje. Para alcanzar una curva óptima, es primordial tener claros los objetivos y alineados a los actores principales de la implementación.

La formación del equipo líder es fundamental, se debe acertar con profesionales comprometidos y entusiastas con el proyecto, con instinto innovador y con habilidades propias para adquirir nuevos conocimientos. Se aconseja contar con un profesional con experiencia (BIM Manager), que lidere el grupo y además encargarse de asignar los roles y responsabilidades a los miembros del equipo.

Un manual de estandarización asegura la confiabilidad de la información, tanto proporcionada al modelo, como la obtenida de este. Se busca uniformizar criterios e información, haciéndola más consistente y eficiente. No sólo debe estar enfocado en el proceso de modelado, si no en los nuevos procesos internos en general que nacerán de la implementación. Se debe evitar la duplicidad de esfuerzos, donde cualquier profesional de la

organización pueda entender lo que otro ha elaborado, simplemente conociendo el manual de estándares.

Tal como se mencionó al inicio de esta sección, asumir que BIM es netamente tecnología es un grave error. Considerar el impacto de estas nuevas herramientas tecnológicas en los procesos del negocio constructor es primordial para una implementación exitosa. Empezar a ser parte del universo BIM, involucra cambio en los procesos; tales como la forma como se desarrollan los proyectos, la comunicación y colaboración entre los participantes, documentación presentada, entre otros que serán explicados a mayor detalle en la siguiente sección. Alinear al equipo líder en un conocimiento conjunto acerca de los principios de lo que realmente es BIM, es uno de los desafíos que la implementación propone. Es necesaria, una capacitación externa dirigida al equipo líder BIM, con la finalidad de conocer y manejar el software o herramientas que el mercado ofrece y al mismo tiempo analizar cual se ajusta a los objetivos de la organización. Asimismo, una capacitación interna, dirigida a los usuarios BIM; ingenieros residentes, ingenieros de campo, ingenieros planificadores, gerentes de proyecto y superintendentes de obra. Esto con la finalidad de comprometer a todo el equipo de la organización y hacer que BIM sea el centro de información de los proyectos logrando el acceso y aplicación por parte de todos.

Por último, debemos tomar en cuenta el proyecto con el que conjuntamente se implementará la nueva metodología BIM, siendo de preferencia un proyecto análogo a algún otro anteriormente ejecutado, de manera que se pueda poner mayor énfasis en la implementación que en el proyecto mismo. Por otro lado, y debido a la poca difusión BIM en el Perú, es

conveniente convocar oportunamente a ingenieros proyectistas con la actitud adecuada y con la predisposición de adquirir nuevos conocimientos. Cabe resaltar que, el proceso de adopción BIM no será repentino, por lo contrario, se dará durante un periodo de tiempo, siempre bajo un buen control documentario, buscando la mejora continua y una curva de aprendizaje.

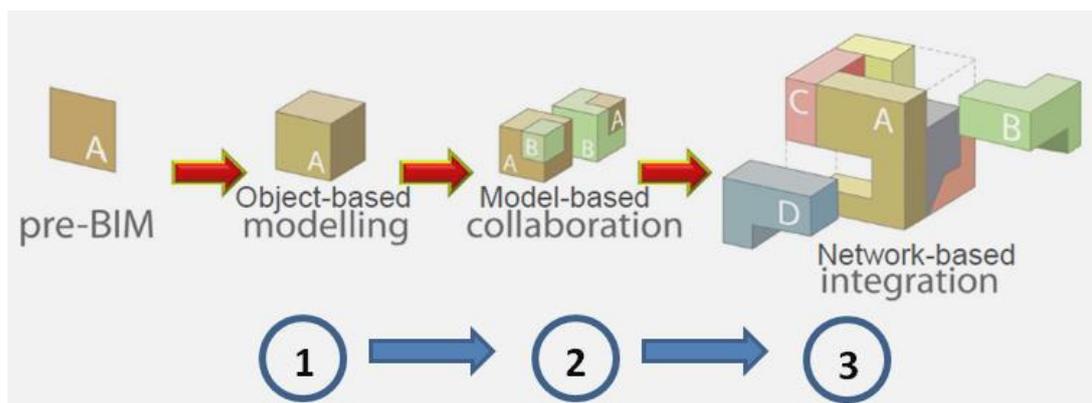


Ilustración 6: Estados de madurez BIM, Fuente: Bilal Succar (2009)

Bilal Succar, a través del gráfico mostrado, establece tres estados de madurez BIM, precedidos por la etapa Pre-BIM; caracterizada por la forma tradicional de trabajo mediante representaciones en 2D, flujos de trabajo lineales basada en documentos y comunicación no simultánea. La etapa uno, se refiere a la implementación de un software de modelado basado en objetos. El siguiente estado, supone involucrar a la organización a ser parte de este nuevo proyecto multidisciplinario y colaborativo. Finalmente, para alcanzar el tercer estado, la organización debe utilizar una solución basada en una nueva red de procesos, con el fin de transferir información (modelos) entre especialidades.

## 2.12. Hipótesis

Aplicar la Tecnología BIM, mejora significativamente en determinar el Valor del Presupuesto del Proyecto del proceso de diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018

### Hipótesis Específicas

- Aplicar la fase de coordinación, mejora significativamente en determinar el Valor del Presupuesto del Proyecto del proceso de diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018
- Aplicar el Modelamiento basado en el objeto, mejora significativamente en determinar el Valor del Presupuesto del Proyecto del proceso de diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018
- Aplicar la colaboración basada en el modelo, mejora significativamente en determinar el Valor del Presupuesto del Proyecto del proceso de diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018
- Aplicar la integración basada en redes, mejora significativamente en determinar el Valor del Presupuesto del Proyecto del proceso de diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018
- Aplicar la entrega de Proyecto Integrado IPD, mejora significativamente en determinar el Valor del Presupuesto del Proyecto del proceso de diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018

## **2.13. Identificación de las variables**

### **2.13.1. Variable independiente**

La variable independiente: “Pre BIM, Etapa BIM 1, Etapa BIM 2, Etapa BIM 3, Etapa de Proyecto integrado”

#### Dimensiones

- Pre BIM Fase de Coordinación
- Etapa BIM 1 (Modelamiento basado en el objeto)
- Etapa BIM 2 (Colaboración basada en el modelo)
- Etapa BIM 3 (Integración basada en redes)
- Entrega de Proyecto Integrado (IPD)

### **2.13.2. Variable dependiente**

La variable dependiente es: Presupuesto de Proyecto

#### Dimensiones

- Resultados Alcanzados
- Recursos Utilizados

## Capítulo III

### Metodología

#### 3.1. Tipo de investigación

Se tendrá los siguientes tipos de investigación.

##### Experimental:

Corresponde a las investigaciones experimentales o aplicadas dentro de las ciencias sociales.

Analizamos el efecto producido por la acción y manipulación de las variables Independientes sobre la dependiente

#### 3.2. Diseño de la investigación

El diseño es denominado el pre experimental por tener un solo grupo de trabajo que se representa de la siguiente manera:  $G = O_1 - X - O_2$

Dónde:  $O_1$  = Pre – Test,  $X$ = Tratamiento,  $O_2$ = Post - Test

### **3.3. Población y Muestra**

#### **3.3.1. Población**

La población será considerada a todas las obras construidas por la UNDAC siendo durante el 2017-2018:

- Construcción E Implementación De Laboratorios Para Mejoramiento Genético Y Producción De Plantas Nativas Andinas Con Fines De Consumo Y Medicinales En La Sede De La UNDAC En La Provincia De Daniel Carrión
- Instalación del Pabellón y Mejoramiento del Servicio de Formación Académico de la Facultad de derecho y Ciencias Políticas de la UNDAC PASCO
- Instalacion De Los Ambientes De Enseñanza E Investigación De Animales Menores De La Escuela De Formación Profesional De Zootecnia De La UNDAC, Sede Oxapampa - Miraflores II Distrito Y Provincia De Oxapampa - Departamento De Paso
- Otros

#### **3.3.2. Muestra**

Donde se realiza un Muestreo No Probabilístico a conveniencia, ya que por análisis se determinará en la ejecución de un proyecto, siendo: -

Instalación De Los Ambientes De Enseñanza E Investigación De Animales Menores De La Escuela De Formación Profesional De Zootecnia De La UNDAC, Sede Oxapampa - Miraflores II Distrito Y Provincia De Oxapampa - Departamento De Paso

### 3.4. métodos de la investigación

Cuantitativo-Cualitativo de datos estadístico.

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TECNICAS	INSTRUMENTOS
<p><b>Análisis en la ejecución de partidas</b></p> <p><b>Técnica para aplicar protocolos pre – post de la aplicación de la teoría.</b></p>	<p>Listado de comparación</p>
<p><b>Fichas rendimiento</b></p> <p><b>Programación de las actividades a realizar en el periodo determinado</b></p>	<p>Fichas semanales.</p> <p>Fichas diarias.</p> <p>Partidas más incidentes.</p>

Tabla 1: Técnicas e instrumentos (Fuente: Propio)

Las técnicas serán: Preparar las mediciones obtenidas siendo analizadas correctamente, medir el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos, mediante clasificación y/o cuantificaciones y medir las variables contenidas en la hipótesis.

### 3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Al recolectar los datos se tiene los siguientes procesamientos y análisis de datos:

- Estadístico

- Comparativos
- Obtención de ganancias durante la ejecución del proyecto.
- Elaborar gráficos por cada variable analizada, para la presentación de resultados.

## **Capítulo IV**

### **Descripción Del Proyecto**

#### **4.1. Características del proyecto**

##### **4.1.1. Nombre del proyecto**

“INSTALACIÓN DE LOS AMBIENTES DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN DE ANIMALES MENORES DE LA E.F.P. DE ZOOTECNIA DE LA UNDAC - SEDE OXAPAMPA MIRAFLORES II, DISTRITO Y PROVINCIA OXAPAMPA – DEPARTAMENTO PASCO”

##### **4.1.2. Localización**

La Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – Sede, Oxapampa, se encuentra ubicada en el Sector de Miraflores en el Distrito de Oxapampa, Provincia Oxapampa en la Región Pasco, a una altitud de 1,814 m.s.n.m., se encuentra ubicado en la margen derecha del río Huancabamba y en la parte central y oriental de la Región Pasco, entre las coordenadas geográficas

10°35'25" de Latitud Sur y 75°23'55" de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, la superficie del distrito de Oxapampa es de 982.04 km<sup>2</sup> (3.52 hab/km<sup>2</sup>), La cuenca de Oxapampa posee un extensión aproximada de 2508.78 km<sup>2</sup>, Norte con el distrito de Huancabamba Sur con el Distrito de San Luis de Shuaro, provincia de Chanchamayo, Este con los distritos de Palcazú y Villa Rica Oeste con el distrito de Chontabamba. El clima es húmedo y semi-cálido, con temperaturas promedio de 15°C a 35°C y precipitaciones de 1500 a 2000 mm.

#### **4.1.3. Ubicación Del Proyecto**

El proyecto se halla enmarcado en el terreno que la Universidad que tiene en los sectores de Miraflores II siendo su ubicación:

- DEPARTAMENTO : PASCO.
- PROVINCIA : OXAPAMPA.
- DISTRITO : OXAPAMPA.
- DIRECCIÓN : MIRAFLORES II

#### **4.1.4. Coordenadas UTM WGS 1984**

Los trabajos desarrollados en campo se iniciaron a partir del día 19 de octubre del 2017, los cuales incluyen el levantamiento Geodésico o Geo referenciación de Puntos de Control-GPS (BM-1).

En esta etapa se ha recopilado información del punto GPS "BM-1" en la zona urbana de Oxapampa

### **4.2. Marco Referencial**

#### **4.2.1. Antecedentes Del Proyecto**

La UNDAC, es responsable y consciente con la problemática del país y dado que es una entidad académica pública, líder en la Región central en la formación de profesionales idóneos y competitivos en el área agropecuaria, tiene el compromiso de desarrollar líneas de investigación básica y aplicada en la producción de cuyes, aves y cerdos.

La Granja de la sede de Oxapampa desde el año de 1980 que ha sido construido ha venido brindando sus servicios a la población de alumnos de la Escuela de Zootecnia, en la actualidad por diversas causas, esta granja se encuentra en una situación crítica, con una oferta limitada de animales, una infraestructura en riesgo, por lo que existe la necesidad de plantear algunas alternativas de solución, para poder lograr una mejora de este centro de enseñanza y de investigación.

Otros de los principales motivos tiene su origen en las diversos pedidos de los directivos de la Sede de la UNDAC – Oxapampa, alumnos y docentes de la Escuela de Formación Profesional de Zootecnia, en que se pide la construcción e implementación de la Granja y que incluye los galpones de cuyes, conejos, aves, cerdos, vacunos, silos, establos, porque las que tuvieron que ser destruidos para dar paso en sus terrenos la construcción e implementación de los laboratorios agropecuarios con fines de investigación en la UNDAC - Oxapampa, que tiene con la finalidad de mejorar la calidad educativa en el proceso enseñanza-aprendizaje y la investigación, asimismo se busca acreditar la carrera profesional en el marco de la Acreditación de las Facultades de las universidades públicas del país de parte del CONEAU.

La actual gestión de las autoridades universitarias de la sede de Oxapampa, consideran como una de las principales prioridades de la universidad acreditar la Escuela de Formación Profesional de Zootecnia, proceso mediante el cual se otorga validez pública, de acuerdo con las normas, a los títulos universitarios, garantizando que las carreras cumplen con los requisitos de calidad previamente establecidos a nivel regional y/o nacional. Un sistema de gestión de la calidad conduce principalmente a la mejora continua, y, por ende, constituye un camino que facilita el logro de la acreditación.

Frente a estas razones, la Escuela de Formación Profesional de Zootecnia esperan lograr este importante anhelo conjuntamente con la UNDAC, con la convicción de que significará un cambio importante en el desarrollo estudiantil para los que residen en esta EFP de Zootecnia.

#### **4.2.2. Descripción Técnica Del Proyecto Y Lineamientos**

##### **4.2.2.1. Descripción Técnica Del Proyecto**

El proyecto está orientado a mejorar la calidad en el proceso enseñanza-aprendizaje y la investigación de los alumnos de la EFP de Zootecnia en construir ambientes académicos que les permitan desarrollar sus potenciales en la investigación y en los conocimientos adquiridos a través de las prácticas realizadas en los animales que permitan alcanzar el objetivo del proyecto.

El proyecto consiste en la construcción de la granja y su equipamiento de la que incluye los galpones de cuyes, aves, cerdos e infraestructuras complementarias, para lograr una educación de calidad y acreditada,

finalmente debemos señalar que el fortalecimiento de capacidades de los docentes es uno de los componentes que incluye en el expediente técnico.

La construcción de los galpones responde a elevar la calidad del proceso enseñanza – aprendizaje y la investigación, asimismo permita a los docentes y alumnos disponer de los materiales, equipos, herramientas que respondan a las necesidades de funcionamiento de los criterios e indicadores para acreditar a la Escuela de Formación Profesional de Zootecnia de acuerdo a lo que dispone el CONEAU, el diseño tecnológico es adecuado a las condiciones ambientales específicas.

En lo que corresponde al fortalecimiento de capacidades se establece un programa de temas dirigidos al personal docente y administrativo de la EFP de Zootecnia.

#### **4.2.2.2. Concerniente al marco legal el proyecto se Enmarca**

##### En la Ley Universitaria N° 23733

En el artículo el artículo 2° menciona: son fines de las universidades

- Conservar, acrecentar y transmitir la cultura universal con sentido crítico y creativo afirmando preferentemente los valores nacionales;
- Realizar investigación en las humanidades, las ciencias y las tecnologías y fomentar la creación intelectual y artística.
- Formar humanistas, científicos y profesionales de alta calidad académica, de acuerdo con las necesidades del país, desarrollar en sus miembros los valores éticos y cívicos, las actitudes de responsabilidad y solidaridad nacional y el conocimiento de la realidad

nacional, así como la necesidad de integración nacional, latinoamericana y universal.

- Extender su acción y sus servicios a la comunidad, y promover su desarrollo integral, y cumplir las demás atribuciones que les señalen la Constitución, la Ley su Estatuto.

#### EL PLAN ESTRATÉGICO DE LA UNDAC 2016-2021:

La Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC), como parte del sistema académico e investigativo global competitivo, ha proyectado y elaborado el “Plan Estratégico Institucional 2016 – 2021”, que servirá como marco orientador en el proceso de ejecución o puesta en marcha de las principales actividades, proyectos académicos y administrativos a fin de lograr su posicionamiento regional e internacional a través del licenciamiento, acreditación y certificación de sus carreras profesionales, con los estándares de calidad.

#### **4.2.2.3. Cuadro de Resumen de Metas**

Para el cumplimiento de las metas se tuvo en consideración el PIP, que se dio durante la fase de inversión del proyecto, considerando las siguientes metas para la fase de inversión se cumple las siguientes metas:

Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad
I.	<b>CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA</b>		
1.1	<b>Granja experimental de animales menores</b>	Unidad	3
	Construcción de granja de cuyes	M <sup>2</sup>	148.33
	Construcción de granja de porcinos	M <sup>2</sup>	607.96
	Construcción de granja de aves	M <sup>2</sup>	
	Granja de aves de postura	M <sup>2</sup>	145.83
	Granja de pollos de carne	M <sup>2</sup>	299.37
1.2	<b>Bloques pedagógicos</b>	Unidad	2

	Bloque pedagógico 01	M <sup>2</sup>	272.24
	Bloque pedagógico 02	M <sup>2</sup>	215.43
1.3	<b>Almacén</b>	Unidad	2
1.3.1	Almacén de galpón de cuyes	M <sup>2</sup>	63.30
1.3.2	Almacén de galpón de aves	M <sup>2</sup>	63.30
1.4	<b>Área de transformación y comercialización</b>	M <sup>2</sup>	172.71
	Área de desuello	M <sup>2</sup>	74.82
	Área de transformación, depósito y tienda	M <sup>2</sup>	97.89
1.5	Sala de hidroponía	M <sup>2</sup>	235.62
1.6	Planta de alimentos balanceados	M <sup>2</sup>	36.00 m <sup>2</sup>
1.7	Tanque elevado y cisterna	Unidad	2
1.8	Biodigestor	Unidad	3
1.9	Cerco perimétrico	M	641.70
1.10	Veredas de circulación, alameda y plazuela.	Global	1
1.11	Loza deportiva	Unidad	1
1.12	Estacionamiento	Global	1
<b>II</b>	<b>EQUIPAMIENTO</b>		
2.1	Adquisición de equipos y materiales de los ambientes pedagógicos, granja y almacenes	Global	1
2.2	Instalación de pastos cultivados	Ha	1
<b>III</b>	<b>CAPACITACIÓN</b>		
3.1	Capacitación docente por especialidad y en metodologías de pedagogía	global	1

#### 4.2.2.4. Descripción General De Metas Del Expediente Con Relación Al Perfil

##### GRANJA EXPERIMENTAL DE ANIMALES MENORES

Se respeta las metas de la granja experimental propuesto en el perfil. La variación de las áreas está desarrollada según normativa de índice de ocupación en este caso los usuarios de los galpones son los animales, considerando m<sup>2</sup>/animal y su circulación que según normal lo más óptimo es 1.20m. las normas que se tuvieron en consideración son:

- Guía de Diseño Óptimo de granja de Porcinos – Cuyes - Aves
- Manual de producción y manejo de porcinos – cuyes – aves.

Se considera incluir a cada galpón un ambiente de: almacén de alimentos, almacén de herramientas y vestuario para su mejor funcionamiento. Dichos ambientes propuesto por los evaluadores del expediente técnico y dando a conocer a los usuarios beneficiarios sobre la aportación.

a. Galpón de cuyes y almacén de galpón de cuyes:

Galpón de Cuyes: con un área total es de 148.33 m<sup>2</sup>. Almacén de galpón de Cuyes: con un área total es de 63.30 m<sup>2</sup>.

El galpón de cuyes con un aforo de 15 personas entre alumnos, docentes, y un total de 500 cuyes en dicho galpón.

b. Galpón de Porcinos:

Galpón de Porcinos: con un área total es de 607.96 m<sup>2</sup>

El galpón de Porcinos con un aforo de 15 personas entre alumnos, docentes, y un total de 100 Porcinos en dicho galpón.

c. Galpón de Aves:

Galpón de Aves de Postura: con un área total es de 145.83 m<sup>2</sup> Galpón de Pollos de Carne: con un área total es de 299.37 m<sup>2</sup> Almacén de galpón aves: con un área total es de 63.30 m<sup>2</sup>

El galpón de aves con un aforo de 15 personas entre alumnos, docentes, y un total de 500 aves de postura y 1760 pollos de carne en dichos galpones

## ZONA PEDAGÓGICA

Se respeta las metas de los bloques pedagógicos propuesto en el perfil técnico. La variación de las áreas está desarrollada según normativa de índice de ocupación en este caso los usuarios de la zona pedagógica son los alumnos y docentes, considerando  $m^2$ /usuario. Para el mejor funcionamiento de la zona pedagógica se considera las Reglamento Nacional de Edificaciones, Criterios de diseño de confort térmico en zonas de selva – ceja de pestaña 7 y Criterios de diseño bioclimático en educación – superior. Considerando los criterios de diseño se rediseña la organización y se incorpora 01 ambiente para el docente administrativo – jefatura con su respectivo servicio higiénico para damas y caballeros.

## ZONA DE SERVICIOS GENERALES

### a. Trasformación y comercialización

Se respeta las metas del módulo transformación y comercialización propuesto en el perfil técnico. La variación de las áreas está desarrollada según normativa, teniendo en cuenta la circulación con relación a los equipos y mobiliarios. Para el mejor funcionamiento se considera las Reglamento Nacional de Edificaciones y la guía de arte de proyectar en arquitectura (NEUFERT).

- Área de desuello: con un área total + 15% de muros es de 74.82  $m^2$
- Área de transformación, depósito y tienda: con un área total
- + 15% de muros es de 97.89  $m^2$

b. Sala de hidroponía

Se respeta las metas de la sala de hidroponía propuesto en el perfil técnico. Para el mejor funcionamiento se considera los Criterios de diseño bioclimático – considerando la sala de hidroponía e invernadero para una mejor producción del forraje y plantas que necesitaran el cuidado en tiempos de frío. Sala de Hidroponía: con un área total + 15% de muros es de 235.62 m<sup>2</sup>

c. Planta de alimentos balanceados

Se respeta las metas propuestas para el diseño de la planta de alimentos balanceados. Planta de Alimentos: con un área total + 15% de muros es de 36.00 m<sup>2</sup>

ZONA COMPLEMENTARIA

a. Tanque elevado y cisterna

Se respeta las metas propuestas 02 tanque elevados y cisterna para el aprovechamiento de aguas pluviales y de las aguas frías.

b. Biodigestor

Se respeta la propuesta del biodigestor, considerando 03 Biodigestores de 3000 litros y 7000 litros.

c. Cerco perimétrico

Se respeta la propuesta del cerco perimétrico y el pórtico de ingreso principal.

d. Veredas y circulación, alameda y plazuela

Se respeta las metas propuestas como veredas y circulación, alameda y plazuela. para una mejor organización integral del proyecto.

e. Loza deportiva

f. Estacionamiento

Se respeta la losa y estacionamiento propuesto en el perfil técnico, mejorando su funcionamiento y orientación de cada componente. El estacionamiento se considera para vehículos, motos lineales y estacionamiento para discapacitados. Para 15 vehículos, 01 para discapacitados y 30 para motos lineales.

#### 4.3. Presupuesto de Obra

COSTO DIRECTO TOTAL C.D.		5,338,602.79
GG GASTOS		
GENERALES 7.00%	S/.	373,702.20
UTILIDAD 8.00%	S/.	427,088.22
S_T SUB TOTAL	S/.	6,139,393.21
I.G.V. 18.00%	S/.	1,105,090.78
IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS Y MOBILIARIOS	S/.	457,151.39
CAPACITACIÓN	S/.	50,322.00
AMBIENTAL	S/.	17,862.84
TOTAL, PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE OBRA	S/.	7,769,820.22
SUPERVISIÓN 4.00%	S/.	310,792.81
EXPEDIENTE		
TÉCNICO	S/.	174,070.00
<b>PRESUPUESTO TOTAL DE LA OBRA</b>	<b>S/.</b>	<b>8,254,683.03</b>

Son: Ocho Millones Doscientos Cincuenta Y Cuatro Mil Seiscientos

Ochenta Y Tres Con 03/100 Soles

#### **4.4. MODALIDAD DE EJECUCIÓN DE OBRA**

La modalidad de ejecución del proyecto: “INSTALACIÓN DE LOS AMBIENTES DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN DE ANIMALES MENORES DE LA E.F.P. DE ZOOTECNIA DE LA UNDAC - SEDE OXAPAMPA MIRAFLORES II, DISTRITO Y PROVINCIA OXAPAMPA – DEPARTAMENTO PASCO” es por CONTRATO

#### **4.5. SISTEMA DE CONTRATACIÓN**

El sistema de contratación del proyecto es a SUMA ALZADA

#### **4.6. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA**

El tiempo de ejecución del proyecto será de 240 días calendarios

## Capítulo V

### Aplicación BIM

#### 5.1. Diagnostico

Se ha verificado todos los proyectos de la UNDAC, teniendo el siguiente análisis:

Proyecto	PIP	Expediente técnico	Incidencia
<b>CULMINACIÓN DEL CERCO PERIMÉTRICO DEFINITIVO, VEREDAS Y ÁREAS VERDES COLINDANTES DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA – SEDE CENTRAL UNDAC, REGIÓN PASCO</b>	S/. 84,526.23	S/. 152,147.21	80%
<b>MEJORAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE LABORATORIOS DE COMPUTACIÓN CON FINES ACADÉMICOS E INVESTIGACIÓN EN LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, CONTABLES Y ADMINISTRATIVAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN - REGIÓN PASCO</b>	S/. 95,526.36	S/. 162,394.81	70%
<b>MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EDUCATIVA DE LA EFP DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNDAC, DISTRITO DE YANACANCHA,</b>	S/. 9,859,523.32	S/. 11,621,259.12	18%

<b>PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PASCO</b>			
<b>MEJORAMIENTO DEL SERVICIO ACADÉMICO E INVESTIGACIÓN EN LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN – DISTRITO YANACANCHA - PROVINCIA PASCO – DEPARTAMENTO PASCO</b>	S/. 6,526,358.23	S/. 7,626,160.00	17%
<b>CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LABORATORIO PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO Y PRODUCCIÓN DE PLANTAS NATIVAS ANDINAS CON FINES DE CONSUMO Y PLANTA MEDICINALES EN DANIEL CARRIÓN</b>	S/. 4,526,369.26	S/. 5,165,472.56	14%
<b>INSTALACIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS Y URBANÍSTICOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN – PUCAYACU – REGIÓN PASCO</b>	S/. 9,563,256.78	S/. 11,371,119.00	19%
<b>INSTALACIÓN DE LABORATORIOS PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS DE LA UNDAC EN EL DISTRITO DE YANACANCHA</b>	S/. 9,720,928.00	S/. 22,222,586.36	129%
<b>INSTALACIÓN DEL AUDITORIO DE LAS FACULTADES DE CIENCIAS DE LA SALUD Y CIENCIAS AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN</b>	S/. 1,326,258.22	S/. 1,640,912.17	24%
<b>MEJORAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE ALPAICAYAN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN.</b>	S/. 888,033.55	S/. 925,263.25	4%
<b>CREACIÓN DE LOS AMBIENTES DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN DE ANIMALES MENORES DE LA ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE ZOOTECNIA DE LA UNDAC - MIRAFLORES II DISTRITO Y PROVINCIA DE OXAPAMPA – DEPARTAMENTO DE PASCO</b>	S/. 5,526,875.87	S/. 8,147,258.25	47%

Tabla 2: Presupuesto PIP vs Expediente técnico

Con un promedio de 42% por encima del presupuesto programado en el perfil técnico, lo que indica que los proyectos no cuentan con un buen diseño y determinación del presupuesto, lo que desequilibra económicamente a la UNDAC.

En los Últimos Años la UNDAC se Programo en algunos proyectos invertir alrededor de S/. 48'117,655.82m sin embargo luego de elaborar el expediente técnico se programó invertir S/. 69'034,572.74, alrededor de 20 millones mas sobre lo programado en los perfiles técnicos.

Se observa que la Facultad de Minas es la mas afectada ya que se programo en el Perfil un monto de S/. 9,720,928.00 y sin embargo en la elaboración del expediente final se ha determinado un monto de ejecución de S/. 22,222,586.36. En tal sentido hay la necesidad de programarse bien en relación al presupuesto de obra, para que la UNDAC pueda continuar ejecutando obras por el bien de la comunidad universitaria.

## **5.2. Pre BIM Fase de Coordinación**

Para el proyecto en mención se ha desarrollado en base a las siguientes normas:

- Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Sistema Nacional de Equipamiento
- Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria.
- Ley de Contrataciones del Estado, Ley 26850 y su Reglamento.
- Normas Técnicas de ambientes deportivos IP
- Criterios de diseño bioclimático en educación - superior
- Criterios de diseño de confort térmico en zonas de selva – ceja de pestaña 7 – para educación superior
- Diseño óptimo de granjas de porcinos – cuyes – aves
- Guía de producción y manejo de porcinos – cuyes – aves





Ilustración 8: Distribución de Arquitectura



Ilustración 9: Cortes Generales en Base a la Solicitud del Cliente

### 5.3. Modelamiento basado en el objeto

Se Realizo el Modelado en Software de estructuras Tekla para vincular con Revit e iniciar el modelado de estructura

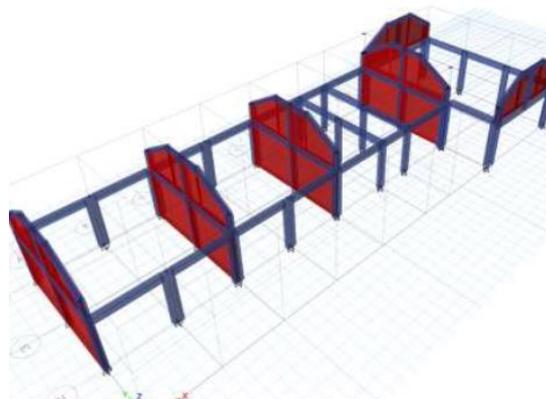


Ilustración 10: Modelado en Tekla Estructuras



Ilustración 11: Distribución del Modelado de Revit en base al diseño estructural modelado en Tekla

### 5.4. Colaboración basada en el modelo

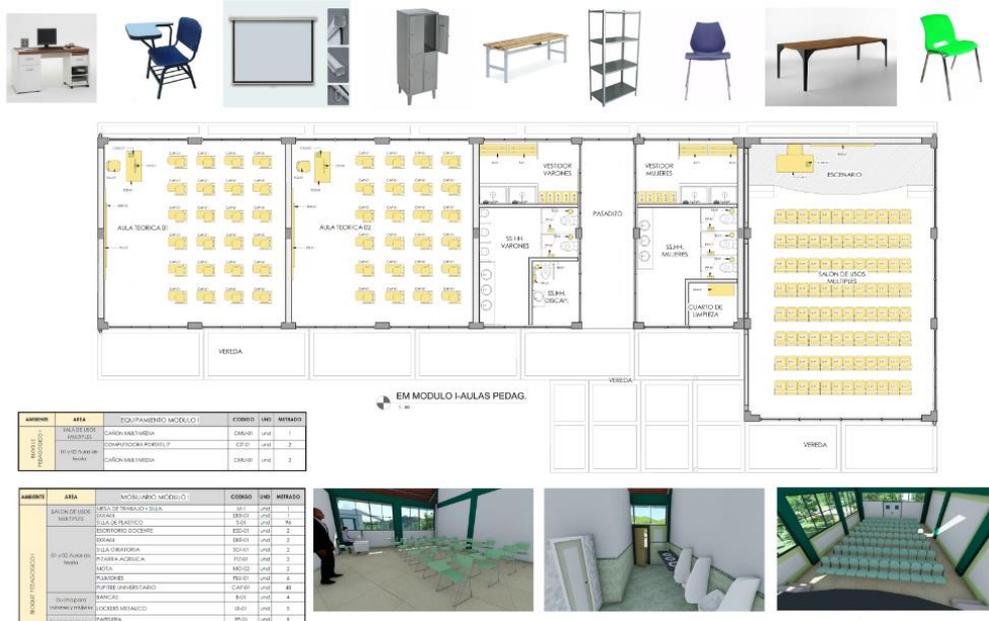


Ilustración 12: Distribución de mobiliario

AREA	EQUIPAMIENTO	CODIGO	UND	METRADO
Area de desuello	COCINA SEMI INDUSTRIAL	CSE-01	und	1
	MOTOCICLETA HONDA 200	MH-01	und	1
Area de transformacion	COCINA SEMI INDUSTRIAL	CSE-01	und	1
	CONGELADORA GRANDE	CG-01	und	2
	DESCREMADORA	DS-02	und	1
	MAQUINA DE HELADOS SUAVES	MHS-01	und	1
	MAQUINA PICADORA DE CARNE	MPC-01	und	1
	MAQUINA MOLEDORA DE CARNE	MMC-01	und	1
	LICUADORA	LI-02	und	1
Tienda	BATIDORA	BT-02	und	1
	EXHIBIDOR REFRIGERANTE DE 03 PISOS X 2M A.	ER3-01	und	1
	IMPRESORA	IM-01	und	1
	COMPUTADORA PORTATIL I-7	CP7-01	und	1
	BALANZA ELECTRONICA DE 50 KG	BD-01	und	1
SELLADOR MANUAL DE PALANCA	SMP-01	und	1	

Ilustración 13: Cuadro de Equipamiento

AMBIENTE	AREA	EQUIPAMIENTO	CODIGO	UND	METRADO
GRANJA DE CUYES	Jaulas	JAULA EXHIBIDORA DE 03 PISOS DE 0.5X1.0X1.5M	JE3-01	und	2
		JAULA DE MANEJO DE 0.4X0.4X0.4M	JMA-01	und	6
		JAULA DE PESAJE DE 0.1X0.15X0.20M	JAP-01	und	4
		GASAPERA CIRCULAR DE ALAMBRE DE 30CM	GCA-01	und	20
		BEBEDERO AUTOMATICO DE AGUA	BAB-02	und	157
		COMEDERO AUTOMATICOS TIPO CAMPANA DE PLASTICO	CTC-01	und	65
		ARETES DE ALUMINIO	APL-02	cto	10
		MARCADOR DE PUNTA FINA	MPF-02	und	1
		REPRODUCTORES HEMBRAS CUYES	RHC-01	und	50
		REPRODUCTORES MACHOS CUYES	RMC-01	und	7



Ilustración 14: Análisis individual de funciones



EM MODULO VIII- ALMACEN CUYES  
1:50



AMBIENTE	AREA	MOBILIARIO	CODIGO	UND	METRADO
ALMACEN DE CUYES	Almacén de alimentos	PARRILLAS DE MADERA DE 1.5X2.5M	PMA-01	und	2
		EXTINTOR DE POLVO QUIMICO SECO (PQR)	EPQ-01	und	1
		PALEAS DE ALUMINIO DE 1KG	PAL-01	und	2
		ANILLOS	AG-01	und	2
		JARRA DE PLASTICO DE VARIOS TAMAÑOS	JPV-01	pta	2
	Almacén de herramientas y vestuario	MESA DE TRABAJO MEDIANA + SELLA	MMA-01	und	1
		PARRILLAS DE MADERA DE TRES PISOS 40X50.40X1.15M	PMA-02	und	2
		MANAJES	AG-01	und	2
		COLGADOR DE MADERA DE 0.50M	CMA-01	und	2
		BANCAS	B-01	und	2
Almacén de medicinas	LOCKERS METALICO	LE-01	und	1	
	VIRRENA	VIS-01	und	2	
	MESA DE TRABAJO MEDIANA + SELLA	MMA-01	und	1	

Ilustración 15: Análisis individual de ambientes, en colaboración con todas las especialidades





Ilustración 18: Integración de Pisos y otras instalaciones



Ilustración 19: Integración de Detalles de arquitectura.

## **Capítulo VI**

### **Resultado de la Aplicación**

La participación colaborativa e integrada del personal involucrado en el Proyecto, incluyendo desde Dibujantes hasta los mismos ingenieros, significó la gran acogida de las herramientas BIM. Así lo evidencia la el área de diseño de la empresa: “En la etapa de construcción, BIM nos fue de gran ayuda y utilidad por la facilidad de visualización que nos brindó desde inicios del proyecto para el planeamiento. En nuestras reuniones de diseño, nos facilitaba la coordinación entre las especialidades, se establecía la programación de las siguientes semanas, se usaba el modelo para realizar cortes y se imprimía para el análisis del cliente, el personal se vio muy involucrado respecto a esta tecnología y es algo que hay que continuar desarrollando e impulsando”

La visualización tridimensional ayudó en gran forma a la concepción de lo que se pretendía. Además, a solucionar problemas en donde la interpretación geométrica en dos dimensiones no bastaba para realizar las tareas o actividades asignadas. “Anteriormente se necesitaba un nivel de abstracción e imaginación mucho mayor, lo cual te demandaba más tiempo. Sin embargo, hoy con la ayuda de imágenes, simulaciones y recorridos en tres dimensiones, podemos entender y transmitir la idea rápidamente y completar eficientemente la tarea asignada”.

### **6.1. Pre BIM Fase de Coordinación**

Caracterizada por relaciones antagónicas y mucha dependencia en la documentación 2D para describir la realidad 3D. Aun cuando las visualizaciones 3D son generadas, estas son a menudo incoherentes y se apoyan en documentación 2D y en detalles.

En tal sentido Durante la Elaboración del Proyecto se ha buscado información (Planos, Normas, otros) de proyectos anteriores con la finalidad de tener referencia e iniciar el planeamiento para la elaboración del expediente técnico.

Para el proyecto en mención se ha desarrollado en base a las siguientes normas:

- Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Sistema Nacional de Equipamiento
- Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria.
- Ley de Contrataciones del Estado, Ley 26850 y su Reglamento.
- Normas Técnicas de ambientes deportivos IP

- Criterios de diseño bioclimático en educación - superior
- Criterios de diseño de confort térmico en zonas de selva – ceja de pestaña 7 – para educación superior
- Diseño óptimo de granjas de porcinos – cuyes – aves
- Guía de producción y manejo de porcinos – cuyes – aves

Como resultado de las normativas mencionadas líneas arriba, nos arrojó datos para el diseño de las siguientes especialidades:

- Arquitectura
- Sanitaria
- Eléctrica
- Estructura

Se adjuntará a la presente investigación la Memoria descriptiva de Arquitectura.

## **6.2. Etapa BIM 1 (Modelamiento basado en el objeto)**

La implementación BIM se inicia a través del uso de un software paramétrico 3D basado en el objeto como ArchiCAD, Revit, Tekla, etc. En esta etapa, los usuarios generan modelos independientes dentro de cualquier fase del proyecto (diseño, construcción u operación). Los entregables del modelamiento son modelos para arquitectura o construcción usados principalmente para automatizar la generación y coordinación de la documentación 2D y visualización 3D. Las prácticas de colaboración son similares al estado Pre-BIM, los intercambios de data entre los involucrados del proyecto son unidireccionales y las comunicaciones son asincrónicas y desarticuladas.







Ilustración 24: Estacionamientos Detalles de Distribución General-Independientes (Fuente: Expediente Técnico Elaborado)

### 6.3. Etapa BIM 2 (Colaboración basada en el modelo)

En esta etapa los involucrados, después de haber alcanzado experiencia en el manejo del modelo, activamente colaboran entre sí, esto incluye el intercambio de modelos o partes de éste mediante diferentes formatos. Esta etapa puede ocurrir dentro de una fase o entre fases de un proyecto, por ejemplo: intercambio de modelos de arquitectura y estructuras en el diseño, intercambios de modelos entre el diseño y la construcción o entre el diseño y la operación. Aunque la comunicación entre los involucrados sigue siendo asincrónica, las barreras entre éstos comienzan desaparecer. Los modelos tienen cada vez más detalle y reemplazan a los modelos usados en las otras etapas.



Ilustración 25: Modulo II – Colaboración Parcial Arquitectura – Instalaciones Sanitarias (Fuente: Expediente Técnico Elaborado)

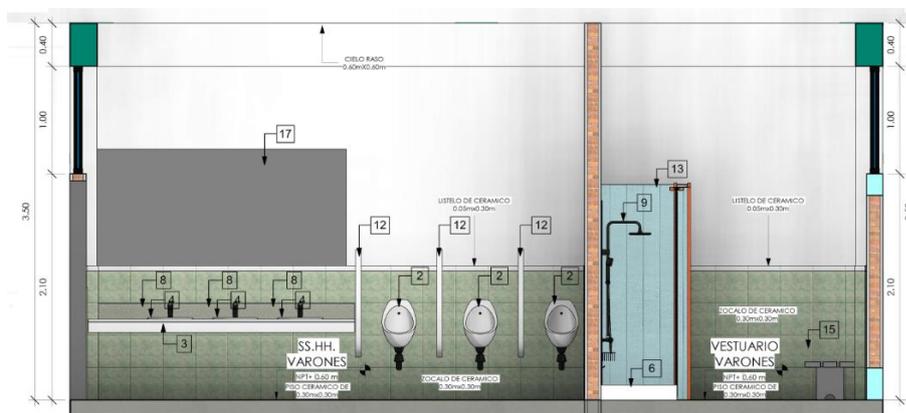


Ilustración 26: Modulo II – Colaboración Parcial Arquitectura – Instalaciones Sanitarias (Fuente: Expediente Técnico Elaborado)

#### 6.4. Etapa BIM 3 (Integración basada en redes)

En esta etapa los modelos integrados son creados, compartidos y mantenidos colaborativamente a lo largo de todas las fases del proyecto. Los modelos BIM en esta etapa son interdisciplinarios, permitiendo análisis

complejos en etapas tempranas de diseño y construcción. El intercambio de información obliga a que las fases del proyecto se traslapen. Los entregables van más allá de sólo objetos con propiedades puesto que también se incluyen los principios lean, políticas ecológicas y el costo completo del ciclo de vida. Para la implementación de esta etapa es necesario un replanteamiento de las relaciones contractuales, modelos de asignación de riesgos y flujos de procedimientos. Los prerequisites para todos estos cambios es la madurez de las tecnologías de software y redes para que se consiga un modelo compartido interdisciplinario que provea un acceso en dos sentidos a todos los integrantes.



Ilustración 27: Modulo IV – Colaboración Total Arquitectura – Instalaciones – Estructura (Fuente: Expediente Técnico Elaborado)



Ilustración 28: Modulo IV – Colaboración Total Arquitectura – Instalaciones – Estructura (Fuente: Expediente Técnico Elaborado)

Por lo que el Presupuesto para cada Módulo es:

<b>HOJA RESUMEN DE PRESUPUESTO</b>			
<b>PROYECTO</b> : “INSTALACIÓN DE LOS AMBIENTES DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN DE ANIMALES MENORES DE LA E.F.P. DE ZOOTECNIA DE LA UNDAC - SEDE OXAPAMPA MIRAFLORES II, DISTRITO Y PROVINCIA OXAPAMPA – DEPARTAMENTO PASCO”			
<b>MODALIDAD</b> : CONTRATO		<b>TIEMPO DE EJECUCION</b> : 8 MESES	
<b>FECHA</b> : FEBRERO 2018			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PORCENTAJE</b>	<b>MONTO</b>
<b>01</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>		<b>2,291,001.89</b>
01.01	MODULO I	S/.	219,418.31
01.02	MODULO II	S/.	143,208.35
01.03	MODULO III	S/.	78,305.61
01.04	MODULO IV	S/.	59,397.60
01.05	MODULO V	S/.	40,476.55
01.06	MODULO VI	S/.	73,628.80

01.07	MODULO VII	S/.	83,485.97	
01.08	MODULO VIII	S/.	54,926.38	
01.09	MODULO IX	S/.	149,505.20	
01.10	MODULO X	S/.	81,474.59	
01.11	MODULO XI	S/.	53,757.17	
01.12	MODULO XII	S/.	321,811.05	
01.13	MODULO XIII	S/.	373,205.60	
01.14	MODULO XIV	S/.	558,400.71	
<b>02</b>	<b>ARQUITECTURA</b>	<b>S/.</b>	<b>2,008,852.17</b>	
02.01	MODULO I	S/.	213,378.68	
02.02	MODULO II	S/.	172,954.82	
02.03	MODULO III	S/.	78,066.48	
02.04	MODULO IV	S/.	49,192.04	
02.05	MODULO V	S/.	31,946.33	
02.06	MODULO VI	S/.	74,684.52	
02.07	MODULO VII	S/.	58,918.54	
02.08	MODULO VIII	S/.	40,957.07	
02.09	MODULO IX	S/.	93,211.61	
02.10	MODULO X	S/.	51,951.96	
02.11	MODULO XI	S/.	50,030.68	
02.12	MODULO XII	S/.	297,907.24	
02.13	MODULO XIII	S/.	344,398.85	
02.14	MODULO XIV	S/.	448,834.45	
02.15	SEÑALIZACION Y EVACUACION	S/.	2,418.90	
<b>03</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS Y DRENAJE PLUVIAL</b>	<b>S/.</b>	<b>637,307.24</b>	
03.01	MODULO I	S/.	18,491.59	
03.02	MODULO II	S/.	10,748.34	
03.03	MODULO III	S/.	4,090.61	
03.04	MODULO IV	S/.	3,916.24	
03.05	MODULO V	S/.	3,287.40	
03.06	MODULO VI	S/.	6,656.17	
03.07	MODULO VII	S/.	20,198.93	
03.08	MODULO IX	S/.	9,647.61	
03.09	MODULO X	S/.	7,440.24	
03.10	MODULO XI	S/.	7,522.41	
03.11	MODULO XII	S/.	15,007.49	
03.12	MODULO XIII	S/.	514,075.54	
03.13	MODULO XIV	S/.	16,224.67	
<b>04</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>	<b>S/.</b>	<b>401,441.49</b>	
	<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>TOTAL C.D.</b>	<b>5,338,602.79</b>	
	GG GASTOS GENERALES	7.00%	S/.	373,702.20
	UTILIDAD	8.00%	S/.	427,088.22
	<b>S_T SUB TOTAL</b>		<b>S/.</b>	<b>6,139,393.21</b>
	I.G.V.	18.00%	S/.	1,105,090.78
	IMPLEMENTACION DE EQUIPOS Y MOBILIARIOS		S/.	457,151.39
	CAPACITACION		S/.	50,322.00

MITIGACION AMBIENTAL		S/.	17,862.84
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCION DE OBRA</b>		<b>S/.</b>	<b>7,769,820.22</b>
SUPERVISION	4.00%	S/.	310,792.81
EXPEDIENTE TECNICO		S/.	174,070.00
<b>PRESUPUESTO TOTAL DE LA OBRA</b>		<b>S/.</b>	<b>8,254,683.03</b>

### 6.5. Entrega de Proyecto Integrado (IPD)

el IPD representa la visión a largo plazo a la que debe apuntar BIM mediante la fusión de las tecnologías, procesos y políticas. El IPD es un enfoque que integra personas, sistemas, estructuras de negocios y prácticas en un proceso que colaborativamente aprovecha los talentos e ideas de todos los participantes para optimizar los resultados del proyecto, incrementar valor para el dueño, reducir desperdicio y maximizar la eficiencia a través de todas las fases de diseño, fabricación y construcción.

Para este Proyecto de Investigación no se ha definido si la entrega del Proyecto Integrado resulta beneficioso por el cliente, ya que a la fecha no se ha iniciado la construcción del Proyecto mencionado en el Capítulo IV

## **Conclusiones y Recomendaciones**

### **Conclusiones**

Las incompatibilidades y oportunidades de mejora en el diseño de las especialidades, son una realidad, que se evidencia durante la ejecución de los proyectos. Cuando la UNDAC desarrollo sus proyectos sin BIM, el presupuesto del Proyecto en la etapa de Expediente técnico resultaba en algunos casos el doble de presupuesto en la etapa de perfil. En cambio, para los proyectos desarrollados con BIM, el promedio en el costo contractual del proyecto, incrementa en base a las experiencias hasta un máximo 2 %.

Como Conclusión General se puede decir que la implementación del BIM con otros procesos de gestión complementarios, permitieron reducir los incrementos del costo contractual si lo comparamos con un enfoque tradicional. Este porcentaje en cifras, puede oscilar entre miles o millones de soles o dólares, en función al costo del proyecto y las limitaciones de los casos evaluados. Pero es una referencia relevante para nuestros clientes, quienes no quieren ver un incremento excesivo de sus proyectos, y los inversionistas de la empresa constructora, que buscan utilizar de forma eficiente sus recursos y ver crecer sus oportunidades comerciales e institucionales. Por lo que aplicar la Tecnología BIM, mejora significativamente en determinar el Valor del Presupuesto del Proyecto del proceso de diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018

Al Aplicar BIM en el Proyecto INSTALACIÓN DE LOS AMBIENTES DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN DE ANIMALES MENORES DE LA E.F.P. DE ZOOTECNIA DE LA UNDAC - SEDE OXAPAMPA MIRAFLORES

II, DISTRITO Y PROVINCIA OXAPAMPA – DEPARTAMENTO PASCO,  
además se puede concluir en:

- Es importante indicar que los beneficios que obtiene la empresa por el uso del BIM no solo se ven reflejados en el resultado económico inmediato del proyecto, pero en otros aspectos intangibles como son la imagen de una empresa que puede aportar valor agregado al cliente en sus inversiones, consolidación en el mercado constructor al ser reconocido como una marca confiable, consolidación de una trayectoria con seriedad y compromiso, en tal sentido al Aplicar Pre BIM Fase de Coordinación, se ha determinado que la empresa ha mejorado en definir aspectos básicos para iniciar con el diseño del Proyecto, definiendo con el cliente las necesidades básicas para cubrir sus expectativas, definiendo un alcance e involucrándose en el presupuesto final del proyecto. por lo tanto, Aplicar la fase de coordinación, mejora significativamente en determinar el Valor del Presupuesto del Proyecto del proceso de diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018
- El uso del BIM-3D no sólo se utiliza para identificar conflictos entre disciplinas, sino que se convierte en una herramienta de análisis para revisar la calidad del diseño y la adecuada funcionalidad del conjunto entre las distintas instalaciones, he aquí donde existe una revisión integral del proyecto evitando que algún profesional olvide incorporar algún componente necesario en el proyecto, en tal sentido Aplicar el Modelamiento basado en el objeto, mejora significativamente en

determinar el Valor del Presupuesto del Proyecto del proceso de diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018

- No debemos de dejar de mencionar, que BIM nos permite incluir los aspectos constructivos para lograr un mejor planeamiento y control de las actividades de construcción (organización de la información técnica, sectorización y definir detalles según el proceso constructivo), el cual al determinar mediante la integración del proyecto con una Gestión BIM nos alejamos al error de definir el presupuesto del Proyecto, ya que BIM tiene como característica acercarse al 0% de erros teniendo un presupuesto de Ocho Millones Doscientos Cincuenta Y Cuatro Mil Seiscientos Ochenta Y Tres Con 03/100 Soles, por lo tanto Aplicar la colaboración basada en el modelo, mejora significativamente en determinar el Valor del Presupuesto del Proyecto del proceso de diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018
- El desarrollo fragmentado que siguen las empresas inmobiliarias para el desarrollo de sus proyectos, con un diseño y ejecución con actores separados, supone que la contratista que construye el proyecto asuma el riesgo de las incompatibilidades es por ello que BIM ayuda a determinar a tiempo dichas incompatibilidades, sin embargo, en el Proyecto en mención no podemos definir si al Aplicar la entrega de Proyecto Integrado IPD, mejora significativamente en determinar el Valor del Presupuesto del Proyecto del proceso de diseño de Edificaciones en la UNDAC - Pasco 2018, ya que a la fecha no se ha iniciado la ejecución del proyecto, sugiriéndose que se evalúe si el

proyecto termina con el presupuesto determinado en la elaboración del expediente técnico.

## Recomendaciones

Hoy en día el sector construcción está pasando por una etapa de poco dinamismo, situación que está impactando económicamente a muchas empresas. Los beneficios del BIM, para mejorar los resultados y la competitividad de las empresas, se ha podido validar en la presente tesis, con una inversión menor si la comparamos con los beneficios obtenidos. Pero antes de emprender la implementación de BIM en cualquier tipo de empresa del rubro, se debe realizar un mapeo de los procesos, con la finalidad de identificar los agentes involucrados en estos, e implementar y obtener las métricas que deseamos controlar.

Recomendando:

- BIM debe ser implementado en las empresas del sector construcción sin importar el tamaño de ésta como una estrategia de mejora. Estamos en un presente muy competitivo en el cual marcará nuestra permanencia en el mercado la implementación e innovación de nuevas tecnologías que nos representarán costos, pero a mediano y largo plazo serán beneficiosos.
- Pasos previos a la implementación de BIM en nuestras organizaciones se debe de realizar un mapeo de los procesos, ya que esto nos permite identificar plenamente a los involucrados en los procesos a implementar.
- Es recomendable que el mejoramiento de la constructabilidad se lleve a través de la herramienta BIM se realice desde la etapa del diseño y para así identificar mejoras y optimización en sistemas constructivos,

costos del proyecto, estimación del tiempo. Incluso se debe modelar todas especialidades desde dicha etapa para analizar la operación

- Para el modelamiento es de suma importancia tener claridad sobre qué tipo de información se requiere extraer del modelo para generar los parámetros adecuados estas deben estar en fijadas en el estándar BIM. Un modelo parametrizado de forma errada al inicio es difícil de ajustar en etapas avanzadas y representa inversiones de tiempo que implican rehacer trabajo y corregir errores cuyas soluciones pueden afectar la integridad y congruencia final del modelo

## Referencia Bibliográfica y Anexos

- Koskela, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction. Stanford University, USA.: Center for Integrated Facility Engineering.
- AIA, T. A. (2007). Integrated project delivery, A guide. Obtenido de Integrated Project Delivery:.
- Ashcraft, H. W. (2008). Building Information Modeling: A Framework for Collaboration.
- Ballard, G. (1999). Improving work flow reliability. Proceedings IGLC.
- Ballard, G. (2000). Lean Project Delivery System. LCI, White Paper 8.
- Bedrick, J. (2013). A level of development especifications for BIM.
- Leonova, M. (2014). LOD - development or detail & why it matters.
- Melendez, W. (2016). Curso de Last planner System.
- Mendelsohn, R. (1997). The Constructibility Review Process: A Constructor's Perspective.
- NBS. (2012). National Institute Of Building Science. Obtenido de <https://www.thenbs.com/>
- NIBS. (2014). National Institution of Building Sciencies. Obtenido de [www.nibs.org/](http://www.nibs.org/)
- Ohno, T. (1993). Das Toyota-Produktionssystem. Campus-Verlag.

### Anexos

- Planos de Proyecto
- Relación de Insumos
- Memoria descriptiva de Arquitectura