



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM
(BUILDING INFORMATION MODELING)
PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA EMPRESA
DE CONSULTORÍA PEPSA TECSULT”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

**PRESENTADO POR:
JUAN CARLOS QUIROZ MEZA**

**ASESOR:
MG. ING. ROGELIO ALEXSÁNDER LÓPEZ RODAS**

LIMA, PERÚ, MARZO 2021

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Suficiencia a mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Alas Peruanas, por su incansable labor en mi formación profesional.

También dedico este Trabajo a todas las personas interesadas en la Metodología BIM.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida. A mis familiares y amigos por ayudarme en forma directa o indirecta en la culminación de este Trabajo.

A la empresa PEPSA TECSULT por apoyarme en el desarrollo del presente Trabajo.

INTRODUCCIÓN

Ahora que ha llegado la Cuarta Revolución Industrial, la cual se caracteriza por la automatización y el intercambio de datos, este Trabajo de Suficiencia Profesional propone los pasos para la implementación de la metodología BIM en la empresa de Consultoría PEPSA TECSULT.

La metodología BIM (Building Information Modeling, siglas en inglés de modelamiento digital de información para la construcción) se basa en el uso de uno o varios programas informáticos que permitan hacer un modelo principal en 3D de una edificación o infraestructura a construir, y que este modelo tenga suficiente información, actualizable y que se pueda compartir entre los arquitectos, ingenieros y todos los interesados, logrando con esto la optimización del trabajo, la gestión del ciclo de vida de la edificación y la comunicación entre las personas involucradas en su construcción.

Al inicio el BIM fue pensado para trabajar con edificaciones, como casas y edificios. Pero con el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, su campo de acción se ha ampliado, y ahora el BIM puede aplicarse al desarrollo de plantas industriales, plantas mineras, subestaciones eléctricas, centrales hidroeléctricas y otros campos energéticos.

Por tal razón, este Trabajo de Suficiencia tiene por finalidad dar las pautas para la implementación de la metodología BIM en la empresa de consultoría PEPSA TECSULT que es una empresa de consultoría en subestaciones eléctricas, centrales hidroeléctricas, plantas mineras, plantas industriales, centrales térmicas, centrales eólicas, centrales solares, entre otras.

En la actualidad hay bastante bibliografía sobre la Metodología BIM. El Proyecto de Investigación titulado “Implementación del Proceso de Trabajo denominado BIM (Building Information Modeling) para una Empresa de Consultoría de Ingeniería” fue presentado por el autor en el año 2016 a la Universidad Alas Peruanas.

RESUMEN

Este trabajo de suficiencia profesional presenta a la empresa de consultoría PEPSA TECSULT con una descripción de sus áreas de trabajo y su organigrama. Luego muestra una descripción de su entorno de trabajo y sus fortalezas y debilidades con la matriz FODA.

Seguidamente se procede a explicar la realidad problemática de la empresa y se plantea los objetivos principales que son materia del presente trabajo: implementar la Metodología BIM en la empresa PEPSA TECSULT para su modernización y/o actualización.

Luego se explican los detalles de proceso a desarrollar, para el análisis descriptivo se ha utilizado el software Excel. También se presentan las conclusiones y las recomendaciones finales.

Finalmente presenta las Referencias bibliográficas, un Glosario de términos y los Anexos.

ABSTRACT

This work of professional sufficiency presents PEPSA TECSULT with a description of its work areas and its organizational chart. It then shows a description of its work environment and its strengths and weaknesses with the SWOT matrix.

Next, the problematic reality of the company is explained and the main objectives that are the subject of this work are proposed: To implement the BIM work methodology in the PEPSA TECSULT Company for its modernization and / or updating.

Then the details of the process to be developed are explained, for the analysis the Excel spreadsheet has been used. The conclusions and final recommendations are also presented.

Finally, the bibliographical references, a Glossary of terms and the Annexes are presented.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|------------|
| DEDICATORIA | II |
| AGRADECIMIENTO | III |
| INTRODUCCIÓN | IV |
| RESUMEN | V |
| ABSTRACT..... | VI |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | IX |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | IX |
| ÍNDICE DE ANEXOS | X |
| | |
| CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA | 1 |
| 1.1. Antecedentes de la empresa..... | 1 |
| 1.2. Perfil de la empresa | 1 |
| 1.3. Actividades de la empresa | 1 |
| 1.3.1. Misión..... | 2 |
| 1.3.2. Visión. | 2 |
| 1.3.3. Objetivo..... | 2 |
| 1.4. Organización actual de la empresa..... | 2 |
| 1.4.1. Alta dirección: | 2 |
| 1.4.2. Línea Media: | 3 |
| 1.4.3. Jefaturas: | 3 |
| 1.5. Descripción del entorno de la empresa | 5 |
| 1.5.1. Factores económicos | 5 |
| 1.5.2. Factores tecnológicos | 5 |
| 1.5.3. Factores políticos..... | 6 |
| 1.5.4. Factores sociales | 6 |
| 1.5.5. Factores demográficos..... | 7 |
| | |
| CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA..... | 9 |
| 2.1. Descripción de la realidad problemática..... | 9 |
| 2.1.1. Contrato con el cliente: | 9 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 2.1.2. | Toma de datos: | 9 |
| 2.1.3. | Acopio de datos: | 9 |
| 2.1.4. | Diseños de ingeniería: | 9 |
| 2.1.5. | Entrega de información: | 9 |
| 2.2. | Análisis del problema. | 10 |
| 2.3. | Metodología de Investigación..... | 11 |
| 2.3.1. | Encuesta | 11 |
| 2.4. | Objetivos del proyecto..... | 19 |
| 2.4.1. | Objetivo General | 19 |
| 2.4.2. | Objetivos Específicos..... | 19 |
| CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO..... | | 21 |
| 3.1 | Descripción y diseño del proceso a desarrollar..... | 21 |
| 3.1.1. | Áreas involucradas en la elaboración de proyectos | 21 |
| 3.1.2. | Conformación del Comité BIM | 22 |
| 3.1.3. | Software o Programas BIM a utilizar..... | 23 |
| 3.1.4. | Niveles de Desarrollo (LOD) BIM..... | 24 |
| | EL LOD indica el Nivel de Desarrollo del proyecto a desarrollar, algo como así como la cantidad de detalle que debe tener, a mayor LOD mayor detalle. | 24 |
| 3.1.5. | Costos de Implementación BIM | 25 |
| 3.1.6. | Cronograma de Implementación BIM | 27 |
| 3.2 | Conclusiones..... | 32 |
| 3.3 | Recomendaciones..... | 32 |
| CAPÍTULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | | 33 |
| CAPÍTULO V: GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS | | 34 |
| CAPÍTULO VI: ANEXOS. | | 36 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| TABLA 1 - ANÁLISIS FODA..... | 8 |
| TABLA 2 - COMITÉ BIM..... | 22 |
| TABLA 3 - LISTA DE PROGRAMAS INFORMÁTICOS BIM..... | 23 |
| TABLA 4 – NIVELES DE DESARROLLO BIM | 24 |
| TABLA 5 - PRECIOS DE PROGRAMAS DE AUTODESK..... | 25 |
| TABLA 6 - PRECIOS DE PROGRAMAS DE BENTLEY SYSTEMS | 26 |
| TABLA 7 - MATRIZ DE CONSISTENCIA..... | 29 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| GRÁFICO 1 - ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA..... | 4 |
| GRÁFICO 2 - PREGUNTA # 1 DE LA ENCUESTA | 12 |
| GRÁFICO 3 - PREGUNTA # 2 DE LA ENCUESTA | 13 |
| GRÁFICO 4 - PREGUNTA # 3 DE LA ENCUESTA | 14 |
| GRÁFICO 5 - PREGUNTA # 4 DE LA ENCUESTA | 15 |
| GRÁFICO 6 - PREGUNTA # 5 DE LA ENCUESTA | 16 |
| GRÁFICO 7 - PREGUNTA # 6 DE LA ENCUESTA | 17 |
| GRÁFICO 8 - PREGUNTA # 7 DE LA ENCUESTA | 18 |
| GRÁFICO 9 - ¿QUE ES EL BIM? CONCEPTOS..... | 20 |
| GRÁFICO 10 – CRONOGRAMA DE LA IMPLEMENTACIÓN | 29 |
| GRÁFICO 11 – CICLO DE DEMING DE LA IMPLEMENTACIÓN BIM | 30 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| ANEXO A - CERTIFICADO ACTUALIZADO ISO 9001:2015 | 36 |
| ANEXO B - PANTALLA DE SOFTWARE AUTODESK REVIT | 37 |
| ANEXO C - PANTALLA DE SOFTWARE AUTODESK INVENTOR | 37 |
| ANEXO D - PANTALLA DE SOFTWARE AUTOCAD PLANT 3D | 37 |
| ANEXO E- PANTALLA DE SOFTWARE AECOSIM BUILDING DESIGN..... | 37 |

CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Antecedentes de la empresa

PEPSA TECSULT es una empresa de consultoría ubicada en el distrito de San Isidro. Inició sus labores en el año 1991 y se dedica a la consultoría en el sector energético: electricidad, petróleo, gas natural, carbón, energía solar, energía eólica. En el año 2008 se convirtió en socio de la empresa canadiense TECSULT INC., y luego pasó a formar parte de la empresa estadounidense multinacional AECOM.

En el año 2014 obtuvo la certificación ISO 9001:2015.

1.2. Perfil de la empresa

PEPSA TECSULT es una empresa multidisciplinaria de consultoría en el rubro energético.

Para ello cuenta con destacados profesionales: ingenieros ambientales, ingenieros electricistas, ingenieros mecánicos, ingenieros civiles, ingenieros electrónicos, ingenieros industriales, ingenieros geólogos, abogados, geógrafos, topógrafos y dibujantes CAD (Computer Aided Design).

1.3. Actividades de la empresa

PEPSA TECSULT describe así sus actividades y rubro principal:

“Nuestros esfuerzos apuntan a la especialización en el área de energética y sus actividades conexas, por ello nos dedicamos a realizar estudios, diseños y supervisiones para proyectos relacionados con:

- Sistemas Eléctricos de Potencia
- Subestaciones
- Generación Térmica
- Líneas de Transmisión
- Generación Hidroeléctrica

- Sistemas Eléctricos Industriales
- Redes de Distribución
- Sistemas SCADA
- Concesiones Eléctricas
- Sistemas de Telecomunicaciones
- Estudios de Impacto Ambiental
- Gestión de Servidumbre”

Recuperado de: (PEPSA TECSULT, 2020)

1.3.1. Misión.

“Proporcionar servicio de consultoría y supervisión en las áreas de ingeniería eléctrica, mecánica, civil, telecomunicaciones; instrumentación y sistemas de control; estudios ambientales y sociales, así como en áreas de apoyo legal, económico y financiero.”

Recuperado de: (PEPSA TECSULT, 2020)

1.3.2. Visión.

Ser reconocida como una empresa líder en el sector de Consultoría en el campo energético.

1.3.3. Objetivo

El objetivo de la empresa PEPSA TECSULT es contribuir en el crecimiento y progreso del país.

1.4. Organización actual de la empresa

1.4.1. Alta dirección:

- Directorio
- Gerencia General

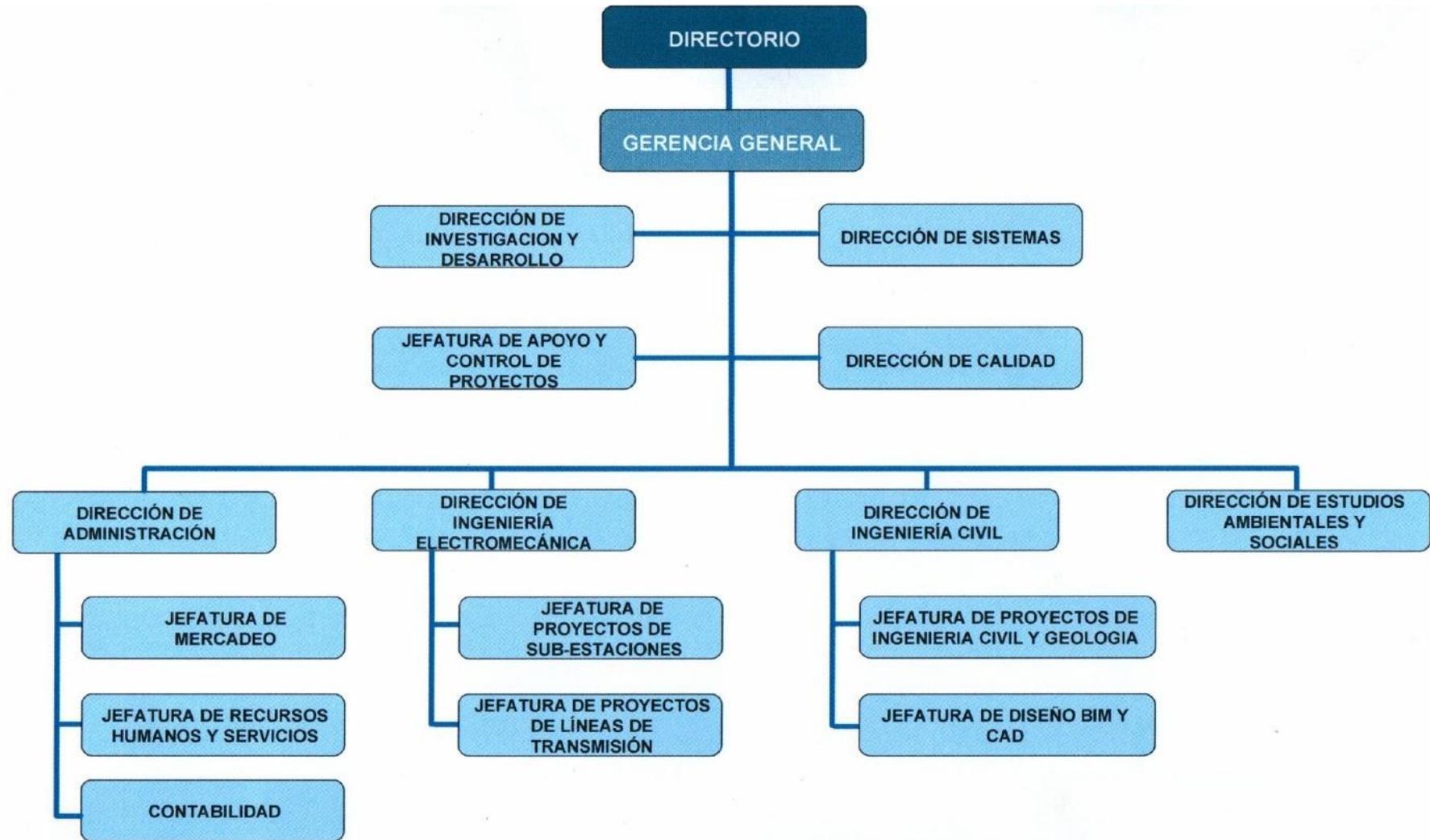
1.4.2. Línea Media:

- Dirección de Investigación y desarrollo
- Dirección de Sistemas
- Dirección de Calidad
- Jefatura de Apoyo y control de Proyectos
- Dirección de administración
- Dirección de ingeniería electromecánica
- Dirección de ingeniería civil
- Dirección de estudios ambientales y sociales

1.4.3. Jefaturas:

- Jefatura de mercadeo
- Jefatura de recursos humanos y servicios
- Contabilidad
- Jefatura de proyectos de subestaciones
- Jefatura de proyectos de línea de transmisión
- Jefatura de proyectos de ingeniería civil y geológica
- Jefatura de diseño BIM y CAD

Gráfico 1 - Organigrama de la Empresa



Fuente: PEPSA-TECSULT

1.5. Descripción del entorno de la empresa

1.5.1. Factores económicos

Los proyectos posibles a nivel nacional de la tecnología BIM, se caracterizan por la diversidad de necesidades del servicio energético tanto comercial como industrial. Dando alcance a nivel de infraestructura tecnológica para el sector eléctrico, desde las sub estaciones de Media Tensión (MT) y líneas de Alta tensión (AT).

La biodiversidad también tiene un gran porcentaje de reconocimiento mundial en la Amazonía, y la diversidad cultural se manifiesta en distintos grados de riqueza en las tres regiones como son la costa, sierra y selva.

1.5.2. Factores tecnológicos

En la actualidad, con el desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación, (TIC), se puede apreciar en todo el mercado tanto productivo como comercial, sea a nivel primario en factibilidades de proyectos, ya implementados una cantidad y disponibilidad exponencial de información almacenada, y todo esto, tanto a nivel interno y externo.

Al mismo tiempo, estas tendencias de las TIC generan una demanda con una elevada importancia de obligación sobre la formación de profesionales que tengan una mayor capacidad en el manejo de este tipo de información, sea a nivel de conocimiento tanto técnico como profesional.

Es importante conocer las fuentes de la información, y que los profesionales tengan la capacidad de acceder a ella de manera fiable, segura y oportuna, sobre todo cuando se tiene que usar como soporte tanto teórico como práctico dentro de una organización.

Las organizaciones al nivel del desarrollo de las tecnologías de información, para la factibilidad sea a nivel de registros internos o externos, y que tenga un alcance en todas las áreas involucradas o

que tengan una relación directa o indirecta sobre un proyecto en específico, ya es común que el uso de la “nube” sirva como un soporte para poder compartir y almacenar información que sirva en tiempo real a los interesados.

1.5.3. Factores políticos

En nuestro país, al tener una grandeza a nivel de reservas tanto de recursos hídricos, minerales diversos tanto metálicos y no metálicos, recursos energéticos no renovables como son los hidrocarburos, carbón y pizarras bituminosas como asfálticas, y reservas de gas natural en diversos lotes explorados y en extracción como el de Camisea, y que integrará el oleoducto del sur, que ya viene en funcionamiento a nivel de plantas de craquelado y separación, principalmente PNG.

1.5.4. Factores sociales

El desarrollo empresarial en nuestro país ha cambiado en el sentido de realizar todas las actividades en relación sea productivo, legal, administrativo, comercial, suministro, ventas, debido al crecimiento de otras actividades que funcionan de la mejor manera con la subcontratación de servicios.

Y las organizaciones con el rubro de “Consultoras”, sea a nivel de asesoría técnica, servicio técnico, desarrollo técnico o viceversa, existe la tendencia en abarcar en todo desarrollo empresarial, siendo estas organizaciones que realizan las actividades que otras empresas no lo ven como una dimensión más de negocio.

Es así, que desde el año 2017 a la actualidad, el crecimiento de las empresas consultoras va en aumento por encima del 60% anual. Y con la tendencia a un crecimiento más agresivo en lo posterior.

Estas organizaciones consultoras, al tener como servicio efectivo sobre cualquier rubro que una empresa no desee desarrollarlo internamente, lo traspasa a estas organizaciones con la finalidad que

tengan una mayor posición competitiva, y sobre todo, mantener una independencia sea del lado administrativo en dedicarles una mayor cantidad de recursos, profesionales, mayores actividades y que conlleva a no tener un valor competitivo en el tiempo.

1.5.5. Factores demográficos

A nivel local, la provincia con mayor población de nuestro país es la provincia de Lima, que cuenta con 9 millones 320 mil habitantes. Y los distritos potenciales a nivel comercial para el desarrollo de las TICs, son los distritos de San Miguel (zona comercial), San Isidro (entes financieros), Miraflores (comercial, turístico y financiero), Callao (zona industrial, portuaria y comercial).

Pero, por otra parte, las empresas que tienen una preponderancia a nivel de brindar servicios energéticos a nivel local, tanto domiciliario como comercial e industrial tiene una expansión en toda Lima metropolitana, sobre todo en el distrito más poblado que es San Juan de Lurigancho.

TABLA 1 - ANÁLISIS FODA

| | FORTALEZAS | DEBILIDADES |
|---|--|--|
| PEPSA-TECSULT | F1: Bastantes años de experiencia | D1: Publicidad desactualizada en la página Web de la empresa. |
| | F2: Personal calificado y comprometido con la empresa. | D2: Falta de comunicación fluida por parte del personal. |
| | F3: Asociada con empresa multinacional AECOM | D3: Demoras en la entrega de proyectos. |
| OPORTUNIDADES | FO | DO |
| O1: Posibilidad de trabajar internacionalmente | F1;O2 Concursar en nuevos proyectos energéticos demostrando experiencia y capacidad. F3;O1 Buscar que conseguir proyectos en el extranjero. | D1;O3 Actualizar la publicidad usando nuevas opciones tecnológicas. |
| O2: Interés del estado en más obras energéticas | | D2;O3 Utilizar nuevas y mejores vías de comunicación entre el personal de la empresa. |
| O3: Nuevas herramientas tecnológicas para ingeniería. | | |
| AMENAZAS | FA | DA |
| A1: Empresas consultoras similares son más competitivas. | F1;A3 Demostrar con datos históricos que el desarrollo es bueno para la población. F2;A2 Implementar nuevas metodologías de trabajo para estar a la vanguardia. | D2;A1 Capacitar al personal para estar al nivel de empresas que están a la vanguardia. |
| A2: Empresas consultoras afines tienen mejor equipamiento | | D3;A3 Organizarse y cumplir plazos para que la población apoye el desarrollo energético. |
| A3: Rechazo de algunas poblaciones al desarrollo energético | | |

(Quiroz, TSP, 2019)

CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1. Descripción de la realidad problemática.

En la empresa PEPSA TECSULT, el proceso del negocio tiene la siguiente estructura:

2.1.1. Contrato con el cliente:

En este punto se acuerda con cliente, el alcance del proyecto, los cronogramas de entrega y los temas contractuales.

2.1.2. Toma de datos:

Proceso en el cual se toman los datos necesarios para desarrollar el proyecto, se hacen levantamientos de campo, estudios topográficos, georreferenciación, registros fotográficos y mediciones de las instalaciones existentes.

2.1.3. Acopio de datos:

Se almacena toda la información recabada en computadoras, estaciones totales, discos duros y otros medios de almacenamiento, para así tener conservada la información que luego será procesada.

2.1.4. Diseños de ingeniería:

De acuerdo a los requerimientos del cliente se realizan los trabajos de ingeniería y diseño. Para tal fin se usan programas informáticos de ingeniería así como también planos CAD.

2.1.5. Entrega de información:

Es la entrega del proyecto terminado al cliente, en forma de memorias de cálculo y también de planos CAD, tanto en formato electrónico como impresos.

Sin embargo, a veces hay demora en la entrega de proyectos terminados debido a la descoordinación de las áreas de ingeniería involucradas. Y también debido a que las áreas de ingeniería no trabajan de manera actualizada con el área de diseño BIM y CAD, sino de forma tradicional.

2.2. Análisis del problema.

Al efectuar el procesamiento de la información el personal técnico (arquitectos, ingenieros, dibujantes CAD) usan programas y herramientas de diseño de forma descoordinada, las cuales generan imprecisiones en medidas, formas y características en los informes de todas las áreas de la organización en la realización de los proyectos para los clientes.

La estructura del proceso de negocio de la empresa PEPSA TECSULT, partiendo de los procesos de diseño, análisis y cálculo, en el transcurrir del tiempo han pasado de ser desarrollados de manera manual a ser realizados completamente en el ordenador; esto por la evolución de la tecnología, desde el tablero de dibujo al CAD.

Los sistemas CAD también han ido evolucionando con el tiempo, tal como lo dicen (Vieites & Rey, 2012): “Este tipo de sistemas suelen incorporar no solo funciones de diseño propiamente dichas, sino también funciones de cálculo y simulación, gestión de bases de datos relativas al producto y capacidades de integración con otro tipo de sistemas”. Y esto ha evolucionado ahora en el BIM.

Sin embargo, en PEPSA TECSULT aún se trabaja en procesos tradicionales: primero se realizan los planos de ingeniería usando programas CAD, y luego se elaboran los metrados y presupuestos en programas como Microsoft Excel de forma manual, sin que exista una posibilidad de actualización automática con el proyecto. Esto genera retrasos en la entrega de trabajos, ya que no se cuenta con la información oportuna para tomar las decisiones correctas.

Este procesamiento y entrega de información repercuten en la satisfacción de los clientes, quienes algunas veces buscan otras empresas de consultoría más modernas y dinámicas, generando que la empresa PEPSA TECSULT disminuya sus ventas considerablemente.

2.3. Metodología de Investigación

Para analizar el problema de desactualización en la empresa PEPESA TECSULT se efectuó una encuesta a fin de entender mejor la problemática. La empresa tiene aproximadamente 50 trabajadores. La encuesta se tomó sobre una muestra de 10 trabajadores.

Población N = 50 trabajadores

Muestra de tamaño n = 10 trabajadores

Nivel de confianza = 85%

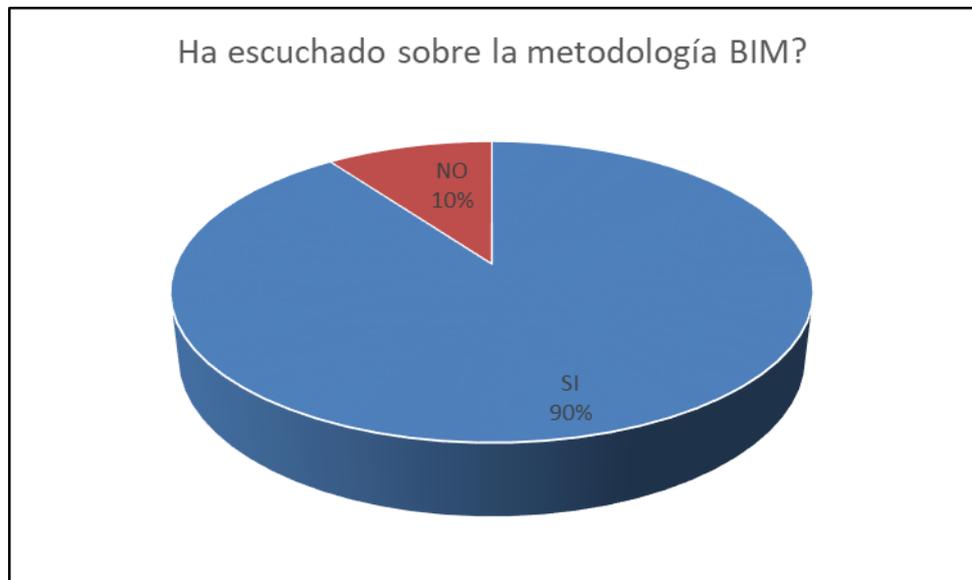
Margen de error = 21%

2.3.1. Encuesta

La encuesta tuvo 7 preguntas:

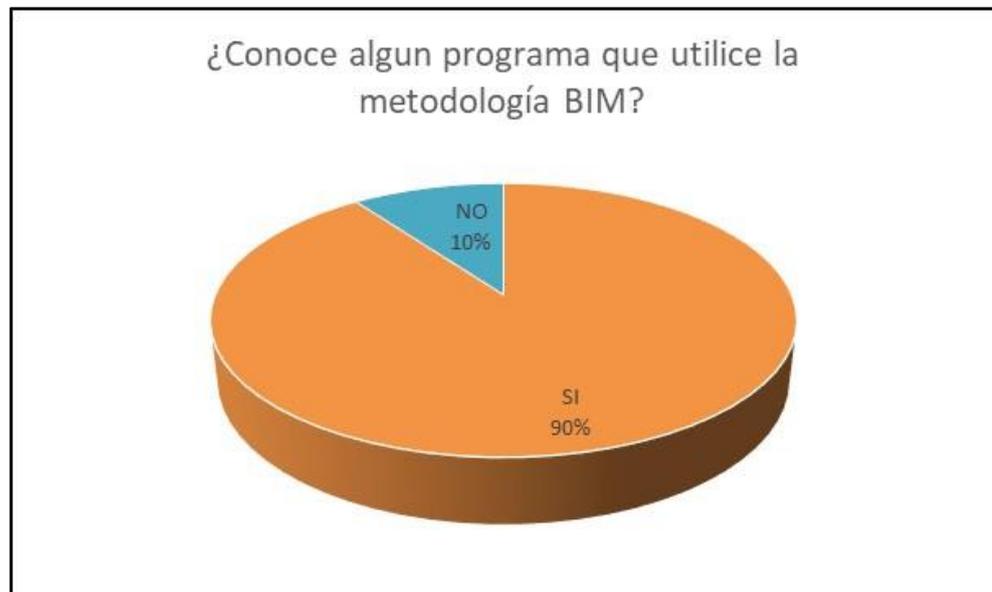
1. ¿Ha escuchado sobre la metodología BIM? Si, No.
2. ¿Conoce algún programa que utilice la metodología BIM? Si, No, Cual?
3. ¿Utiliza algún programa para diseño y/o presupuestos en los proyectos? Si, No, Cual?
4. ¿Cuántos años lleva trabajando con un software CAD?
5. ¿Prefiere utilizar software con metodología BIM o prefiere utilizar CAD?
6. ¿Conoce alguna empresa peruana que haya implementado la metodología BIM?
7. ¿De 1 a 10 cuánto le pondría a la eficiencia de los proyectos entregados por PEPESA TECSULT?

A continuación se presenta un análisis de los resultados de la encuesta:

Gráfico 2 - Pregunta # 1 de la Encuesta

(Quiroz, TSP, 2019)

Ante la pregunta # 1: ¿Ha escuchado sobre la metodología BIM?, de las 10 personas encuestadas, 9 dijeron que si habían escuchado sobre el BIM y solo 1 dijo que no. Con esta respuestas se determina que la mayoría de los trabajadores (90%) si ha escuchado o tiene noción sobre el BIM. Esto significa que la mayoría están familiarizados con el tema BIM.

Gráfico 3 - Pregunta # 2 de la Encuesta

(Quiroz, TSP, 2019)

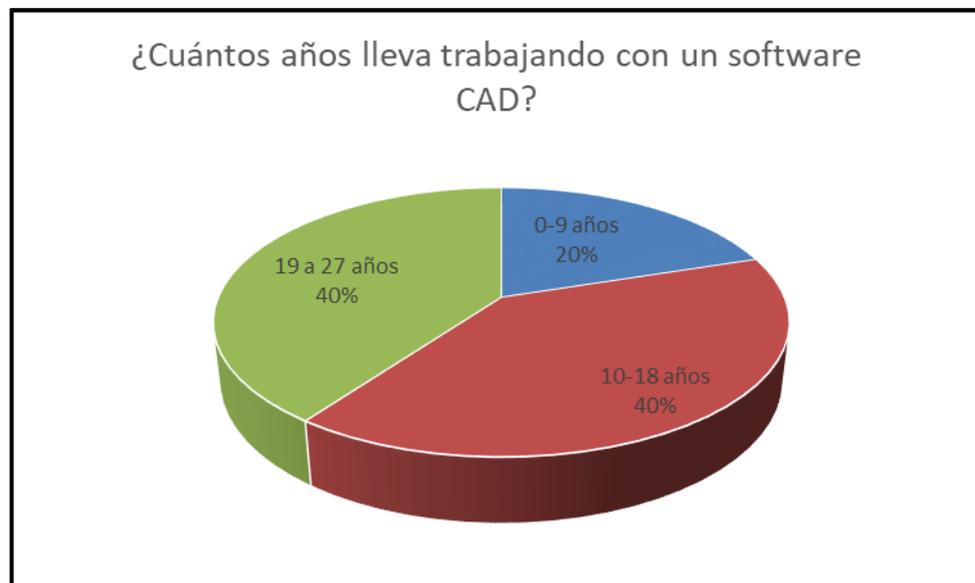
Ante la pregunta # 2: ¿Conoce algún programa que utilice la metodología BIM?, también la mayoría de los trabajadores de PEPSA TECSULT reconocieron tener conocimiento o haber escuchado sobre programas actuales que tienen que ver con el BIM. Los programas BIM que mencionaron fueron: Revit, Inventor, Navisworks, Solidworks y Catia. Algunos indicaron ya tener cierta práctica sobre los programas Revit e Inventor.

Todo esto indica que algunos programas que requiere el BIM ya son conocidos en PEPSA TECSULT. Esto es una buena noticia porque puede facilitar la implementación.

Gráfico 4 - Pregunta # 3 de la Encuesta

(Quiroz, TSP, 2019)

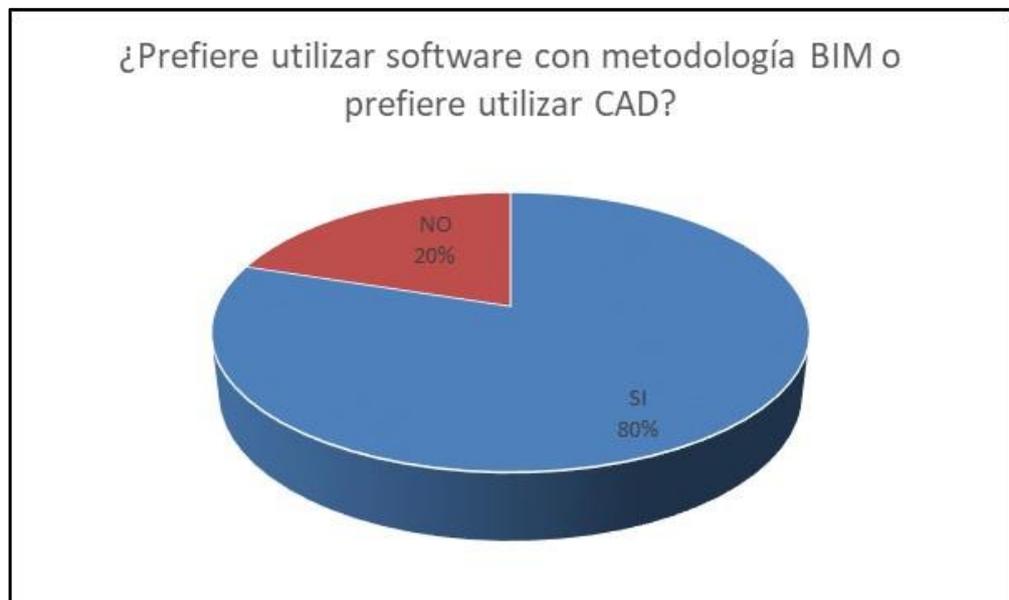
Ante la pregunta # 3: ¿Utiliza algún programa para diseño y/o presupuestos en los proyectos?, la mayoría de trabajadores respondió que sí utilizan software de diseño y/o software de presupuestos. Para el diseño tradicional utilizan el software AutoCAD y para metrados y presupuestos utilizan la hoja de cálculo Excel.

Gráfico 5 - Pregunta # 4 de la Encuesta

(Quiroz, TSP, 2019)

La empresa PEPESA TECSULT tiene más de 27 años de funcionamiento y algunos trabajadores laboran allí desde sus inicios. Ante la pregunta # 4: ¿Cuántos años lleva trabajando con un software CAD?, el 20% de trabajadores respondió que ha trabajado con programas CAD de 0 a 9 años. El 40% tiene una experiencia CAD de 10 a 18 años. Y el 40% restante tiene una experiencia de 19 a 27 años.

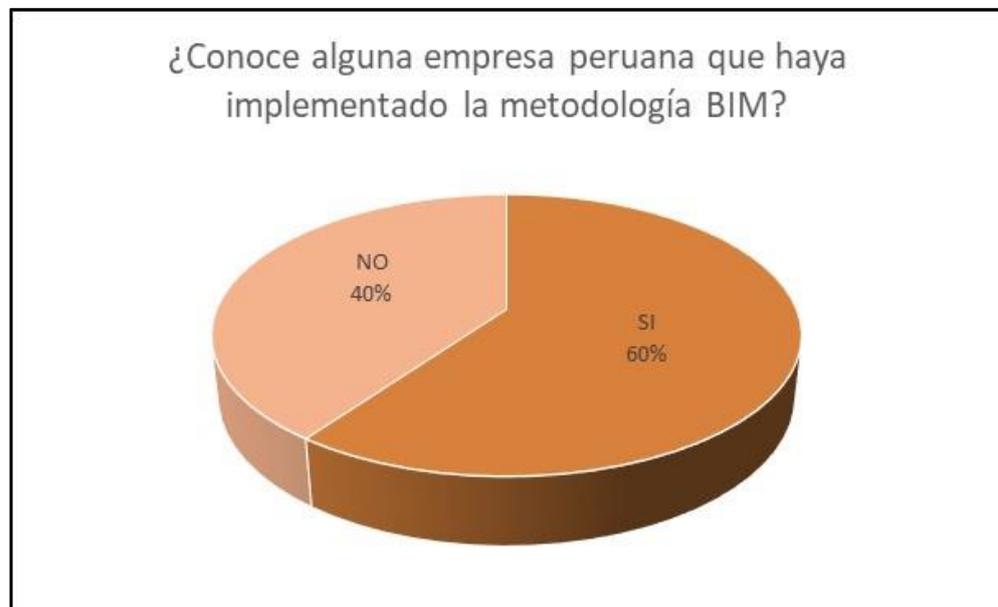
Esto indica que la mayoría de trabajadores de PEPESA TECSULT tiene casi 3 décadas trabajando de la forma tradicional, y allí podría haber una dificultad para poder “cambiar el chip” y trabajar con la metodología BIM.

Gráfico 6 - Pregunta # 5 de la Encuesta

(Quiroz, TSP, 2019)

Pero ante la pregunta # 5: ¿Prefiere utilizar software con metodología BIM o prefiere utilizar CAD?, el 80% de colaboradores dijo que el BIM parecía interesante y que lo preferían a pesar de no dominarlo.

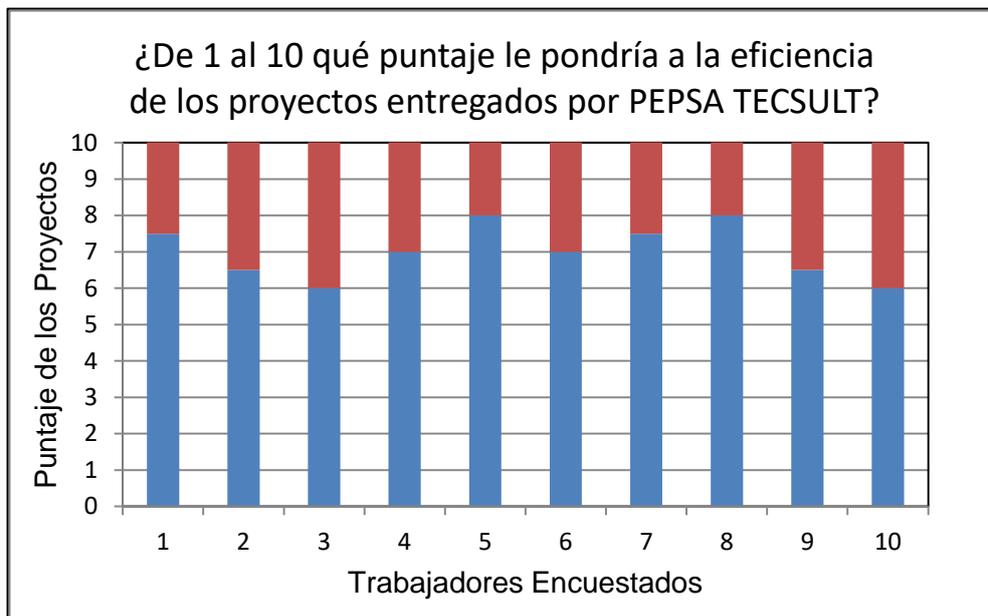
Como se vio en la pregunta # 1 de la encuesta el 90% ya tiene conocimiento del BIM y el 80% piensa que es mejor migrar al nuevo método de trabajo BIM.

Gráfico 7 - Pregunta # 6 de la Encuesta

(Quiroz, TSP, 2019)

Esta pregunta se hizo con el fin de saber sobre nuestros competidores externos. Ante la pregunta # 6: ¿Conoce alguna empresa peruana que haya implementado la metodología BIM?, el 40% de los encuestados respondió que aún no tenían conocimiento de otras empresas que tengan implementación BIM. Pero el 60% respondió sí saber de algunas empresas peruanas que ya están a la vanguardia de la tecnología BIM. Ellos respondieron que esas empresas son: COSAPI, Graña y Montero, BISA y Cesel.

Gráfico 8 - Pregunta # 7 de la Encuesta



(Quiroz, TSP, 2019)

En esta última pregunta lo que se pidió fue un puntaje para los proyectos elaborados y entregados por la empresa PEPSA TECSULT.

Ante la pregunta # 7: ¿De 1 a 10 cuánto le pondría a la eficiencia de los proyectos entregados por PEPSA TECSULT?, en promedio los trabajadores le pusieron 7 sobre 10. Esto significa que los proyectos necesitan ser mejorados y una de las formas es implementando la metodología BIM.

En resumen se puede ver con esta investigación, que la implementación de la metodología BIM sí es posible en la empresa PEPSA TECSULT, toda vez que la mayoría del personal tiene idea en qué consiste la metodología y está dispuesta a participar en ella.

2.4. Objetivos del proyecto.

2.4.1. Objetivo General

Implementar la Metodología de trabajo BIM en la empresa PEPSA TECSULT para su modernización y/o actualización en la coordinación interna y externa en la realización de proyectos eléctricos.

2.4.2. Objetivos Específicos

- Establecer el conjunto de métodos BIM para modernización de los procesos de diseños.
- Crear un Comité de trabajo BIM.
- Desarrollar capacitaciones técnicas para la actualización en la metodología BIM.

Gráfico 9 - ¿Que es el BIM? Conceptos



(Quiroz, TSP, 2019)

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO.

3.1 Descripción y diseño del proceso a desarrollar.

3.1.1. Áreas involucradas en la elaboración de proyectos

En la empresa PEPISA TECSULT, las áreas principales involucradas en la elaboración de los proyectos de ingeniería son:

3.1.1.1. Gerencia General

Encargada de la administración de la empresa, por tanto planea, organiza, dirige y controla todos los proyectos.

3.1.1.2. Dirección de Sistemas

Esta área gestiona los sistemas de información, comunicación y equipos informáticos, dando soporte tanto a nivel de hardware como de software.

3.1.1.3. Dirección de calidad

Esta área se encarga de la formulación, implementación y aplicación del Sistema de Gestión de la Calidad en la empresa PEPISA TECSULT.

3.1.1.4. Dirección de Ingeniería Electromecánica

Esta área se encarga de los proyectos de ingeniería tanto eléctricos como mecánicos; esta área tiene dos jefaturas: Jefatura de Proyectos de Subestaciones y Jefatura de Proyectos de Líneas de Transmisión.

3.1.1.5. Dirección de Ingeniería Civil

Esta área se encarga de los proyectos y obras civiles, actualmente esta área tiene a cargo dos jefaturas: Jefatura de Proyectos de Ingeniería Civil y la Jefatura de Diseño BIM y CAD. Como se observa ya existe un área de diseño BIM que desde ya es una intención de la gerencia para la implementación de la Metodología BIM en la empresa.

3.1.1.6. Dirección de Estudios Ambientales y Sociales

Esta área se encarga de los temas de Impacto Ambiental así como los temas sociales; también temas prediales y derechos de los propietarios, conocido como Servidumbre.

3.1.2. Conformación del Comité BIM

Para la Implementación de la Metodología BIM en la empresa de consultoría PEPSA TECSULT se creará un Comité de trabajo BIM.

Este comité estará conformado por personas con los siguientes cargos:

Tabla 2 - Comité BIM

| CARGO | NOMBRES |
|---|-------------------|
| Director General BIM | Mario López K. |
| Director de Gestión de la Información BIM | Marcos Rivera C. |
| Administrador BIM | Juan Quiroz M. |
| Coordinador Eléctrico BIM | Rosber Guere T. |
| Coordinador Mecánico BIM | Jorge Nakasone G. |
| Coordinador Civil BIM | Luis Salazar V. |

(Quiroz, TSP, 2019)

Cada uno de los integrantes tiene roles y responsabilidades, las cuales serán especificadas en el Manual de estándares BIM.

Cabe resaltar que cuando se implemente la metodología BIM en la empresa, este Comité pasara a ser parte de un área denominado Área BIM.

3.1.3. Software o Programas BIM a utilizar

Para trabajar bajo la metodología BIM existen en la actualidad una variedad de fabricantes de programas. Éstos programas cambian de versión cada año y se vuelven más intuitivos (automáticos) y más amplios para trabajar. En el Perú los programas más conocidos y utilizados son los de Autodesk, Inc., pero para proyectos energéticos grandes, se pueden utilizar los programas de Bentley Systems, Inc.

Para decidir cuál programa o programas utilizar eso depende de la Gerencia de la empresa, porque se invierte tanto en modernización del hardware como del software, y también en la capacitación del personal en dichas herramientas tecnológicas.

A continuación una lista en orden alfabético de algunos fabricantes de software BIM con sus respectivos programas:

Tabla 3 - Lista de Programas informáticos BIM

| FABRICANTE | PROGRAMA(S) |
|-------------------|---|
| ACCA software | Edificius |
| ASUNI CAD | VisualARQ |
| AUTODESK | AutoCAD, Revit, Civil 3D, Inventor, Plant 3D, Navisworks, Infracore, 3Ds Max, etc |
| BENTLEY SYSTEMS | OpenBuildings Designer (Ex-AECOsim Building Designer), MicroStation, Substation, ProjectWise, AssetWise |
| CYPE | CYPECAD, CYPELEC |
| DASSAULT SYSTEMES | Catia, Solidworks, Enovia, Delmia |
| ESRI | ArcGIS, ArcMap |

| | |
|-----------------|---|
| GRAPHISOFT | ArchiCAD, BIM Server, MEP modeler, EcoDesigner, BIMx, etc |
| NEMETSCHEK | Allplan, Vectorworks, etc |
| TRIMBLE (TEKLA) | Tekla Structures, Tekla BIMsight |

(Quiroz, TSP, 2019)

3.1.4. Niveles de Desarrollo (LOD) BIM

EL LOD indica el Nivel de Desarrollo del proyecto a desarrollar, algo como así como la cantidad de detalle que debe tener, a mayor LOD mayor detalle.

Tabla 4 – Niveles de Desarrollo BIM

| LOD | DESCRIPCION |
|---------|--|
| LOD 100 | El modelo 3D tiene información básica. Este nivel también es llamado conceptual porque tiene los parámetros aproximados del proyecto. |
| LOD 200 | El modelo 3D ya tiene información de cantidades, tamaños, formas, ubicaciones e inclusive datos no geométricos, como datos para exportar a Excel. |
| LOD 300 | En este nivel el modelo 3D es más preciso y puede ofrecer mayor cantidad de datos, incluyendo metrados, costos, orientaciones y otros. |
| LOD 350 | En este nivel se tiene todo lo especificado en el LOD 300 y además se pueden ver las coordinaciones e interferencias entre disciplinas del proyecto, como eléctricas, mecánicas y civiles. |

| | |
|---------|--|
| LOD 400 | En este nivel se pueden obtener planos de fabricación y taller. Y además información completa de los elementos del proyecto para su ejecución. |
| LOD 500 | Este nivel es también conocido como As-Built, toda vez que se considera como si ya estuviera construido, incluyendo operación y mantenimiento. |

(Quiroz, TSP, 2019)

3.1.5. Costos de Implementación BIM

Para saber los costos de implementación BIM en PEPSA TECSULT se tomará en cuenta lo siguiente:

- A. Los precios del software (licencias) y hardware (equipamiento)
- B. Personal y Capacitación

A continuación una lista de precios de licencias de los programas o software BIM, dependiendo de cuál fabricante se elija, será el costo de la implementación.

3.1.5.1. Autodesk, Inc.

Para los programas de Autodesk, a continuación mostramos los precios proporcionados por la empresa peruana Profile Consulting Group (PCG, 2020), los precios son por cada computadora, están en dólares y son trianuales, esto quiere decir que se renuevan cada 3 años. Los precios son referenciales y corresponden al año 2020.

Tabla 5 - Precios de Programas de Autodesk

| SOFTWARE | PRECIO |
|--------------------|------------|
| 3Ds Max | \$ 1823.10 |
| AutoCAD | \$ 2308.08 |
| AutoCAD Electrical | \$ 2251.00 |

| | |
|------------------|------------|
| AutoCAD Plant 3D | \$ 2251.00 |
| Civil 3D | \$ 2601.90 |
| Inventor Pro | \$ 2345.84 |
| Infraworks | \$ 1956.44 |
| Navisworks | \$ 2566.50 |
| Revit | \$ 2725.80 |

(Quiroz, TSP, 2019)

3.1.5.2. Bentley Systems, Inc.

Para los programas de Bentley Systems, Inc. Se ha recopilado información de su página de internet (Bentley Systems, 2020), los precios están en dólares, son licencias perpetuas y son referenciales.

Tabla 6 - Precios de Programas de Bentley Systems

| SOFTWARE | PRECIO |
|------------------------|---------------|
| Microstation | \$ 5627.00 |
| ProSteel | \$ 9237.00 |
| STAAD Pro | \$ 6147.00 |
| OpenBuildings Designer | \$ 5915.00 |
| Bentley LumenRT | \$ 3490.00 |
| Bentley AutoPIPE | \$ 6594.00 |
| Bentley AutoPLANT | \$ 6990.00 |

(Quiroz, TSP, 2019)

Las capacitaciones en el Perú para productos Autodesk, son llevadas a cabo por las ATC (Autodesk Training Center) y las más conocidas son:

- I. Autodesk Training Center – SEMCO
- II. Macrotec Training Center
- III. ITCadPeru
- IV. GCAD Systems

3.1.6. Cronograma de Implementación BIM

A continuación se presenta el cronograma de la Implementación de la metodología BIM en la empresa. El tiempo previsto es de 18 meses.

3.1.6.1. Conformación del Equipo de trabajo BIM y Evaluación de la empresa

Es el inicio de la implementación. Aquí el Comité de trabajo BIM procede a evaluar a todas las áreas involucradas de la empresa. Se toman en cuenta los 3 pilares del BIM: Tecnología, Procesos y Personas.

3.1.6.2. Evaluación del hardware y software BIM

Aquí se escogen los programas, herramientas y periféricos (Tecnología) óptimos para trabajar bajo la metodología BIM.

3.1.6.3. Selección y Adquisición de hardware y software BIM

Después de haber escogido los programas, herramientas y periféricos necesarios se procede a la compra o adquisición de los mismos.

3.1.6.4. Elaboración del Manual de Estándares BIM

El equipo BIM elabora este Manual con el fin dar todos los lineamientos y conjunto de actividades (Procesos) necesarios para trabajar bajo la metodología BIM.

3.1.6.5. Capacitación de Personal de PEPSA TECSULT

Se da capacitación a los trabajadores (Personas) involucrados.

3.1.6.6. Desarrollo de un Proyecto piloto BIM

Con un Proyecto BIM pequeño que pone en práctica la nueva forma de trabajo.

3.1.6.7. Evaluación de la Implementación

Se evalúa todo lo trabajado y se realizan las correcciones respectivas

3.1.6.8. Implementación del BIM en la empresa

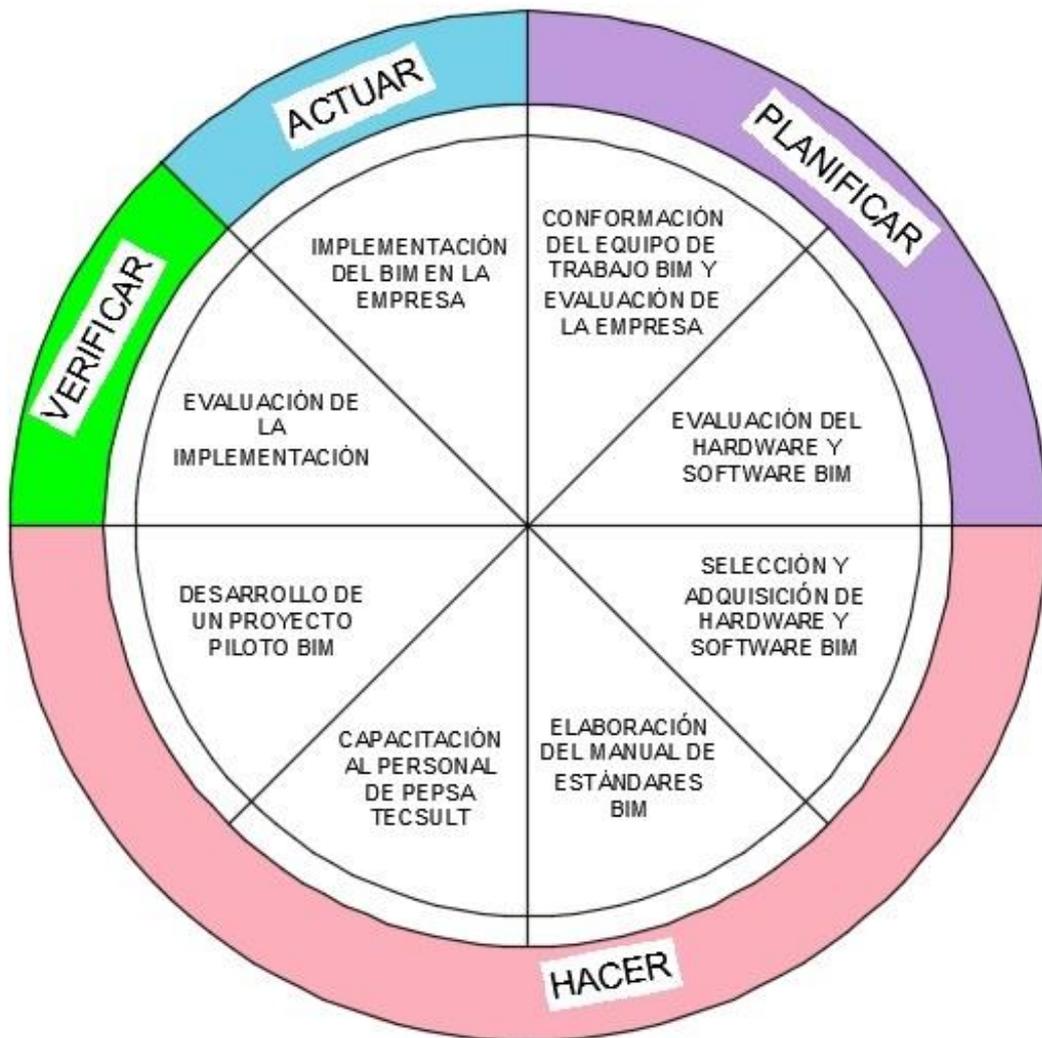
Se procede a implementar la Metodología BIM en la empresa.

Gráfico 10 – Cronograma de la Implementación

| N° | ACTIVIDAD | MESES | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| 1 | Conformación del Equipo de trabajo BIM y Evaluación de la empresa | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Evaluación del hardware y software BIM | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Selección y Adquisición del hardware y software BIM | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Elaboración del Manual de Estándares BIM | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Capacitación de Personal de PEPESA TECSULT | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| 6 | Desarrollo de un Proyecto piloto BIM | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| 7 | Evaluación de la Implementación | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | |
| 8 | Implementación del BIM en la empresa | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |

(Quiroz, TSP, 2019)

Gráfico 11 – Ciclo de Deming de la Implementación BIM



(Quiroz, TSP, 2019)

Tabla 7 - Matriz de Consistencia

| TITULO: IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) PARA LA ACTUALIZACIÓN DE LA EMPRESA DE CONSULTORÍA PEPESA TECSULT | | | | |
|--|--|--|---|--|
| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLES | METODOLOGIA |
| ¿Cómo la metodología de trabajo BIM mejora el nivel de desarrollo de la empresa PEPESA TECSULT? | Demostrar que la Implementación la metodología BIM en la empresa mejora al nivel de desarrollo de la empresa | La implementación de la Metodología BIM mejora el flujo de trabajo, la eficiencia y la rentabilidad de los proyectos en la empresa | Independiente: * Implementación de metodología BIM | Método: Descriptivo Técnica de recolección de datos: Encuesta |
| | | | Dependiente: * Nivel de desarrollo de la empresa | |

(Quiroz, TSP, 2019)

3.2 Conclusiones

- La empresa PEPESA TECSULT está encaminada a ser mejorada con esta implementación, con el apoyo del Gobierno Peruano, de la Gerencia de la empresa y la aceptación del personal de Ingenieros, Técnicos y personal involucrado.
- La implementación de la metodología BIM en la empresa PEPESA TECSULT mejorará la puntualidad y eficiencia en los proyectos.
- Esto generará satisfacción de sus clientes externos e internos, e incrementará los ingresos.
- La implementación como tal será gradual por ser un paradigma nuevo pero se puede hacer realidad.
- La implementación del BIM en otras empresas del mismo rubro es prueba que en PEPESA TECSULT también debe ser implementado, para de esta forma poder competir con dichas empresas.

3.3 Recomendaciones

- Recordar que existe la Metodología BIM, que es la forma actualizada de trabajar en los proyectos y también el modelo BIM, que es el modelo 3D inteligente el cual es elaborado usando dicha metodología.
- Continuar desarrollando y aprovechando las nuevas tendencias tecnológicas.
- El método BIM como tal seguirá innovándose y las capacitaciones del personal tienen que ser permanentes para poder aprovechar las futuras ventajas de estas herramientas.
- El esfuerzo en la metodología BIM es en el diseño inicial del proyecto en 3D, porque a partir de allí la generación de planos en 2D es automática, el software BIM es capaz de generar los planos de tal forma que se actualizan solos.

CAPÍTULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bentley Systems. (Enero de 2020). *Bentley - Applications*. Obtenido de <https://store.bentley.com/en/products/applications>
- Gámez, F. C. (Mayo de 2017). *Espacio BIM*. Obtenido de <http://bim.tecniberia.es/wp-content/uploads/2016/11/GT2-Personas-SG2.3-Roles.pdf>
- PCG. (Enero de 2020). *PCG - AUTODESK - PRODUCTOS*. Obtenido de <http://www.pcg.com.pe/productos/autodesk>
- PEPSA TECSULT. (Enero de 2020). *Empresa de Consultoría*. Obtenido de <http://www.pepsa.com.pe/inicio.htm>
- Quiroz, J. C. (2016). T.A. *Implementación del Proceso de Trabajo denominado BIM (Building Information Modeling) para una Empresa de Consultoría de Ingeniería*. Lima: Universidad Alas Peruanas.
- Quiroz, J. C. (Septiembre de 2019). TSP. *Implementacion de la Metodología BIM para la actualizacion de la empresa PEPSA TECSULT*. Lima, Lima, Perú: N/A.
- Vieites, Á. G., & Rey, C. S. (2012). *Sistemas de Informacion - Herramientas prácticas para la gestión empresarial*. México: Alfaomega Grupo Editor.

CAPÍTULO V: GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

| | |
|--------|--|
| 3D BIM | Modelo tridimensional de las instalaciones del proyecto, la cual se complementa con toda la información relacionada a dichas instalaciones. |
| 4D BIM | Es la dimensión del BIM que tiene que ver con el tiempo. Y esto permite realizar planificaciones y cronogramas de todas las fases de un proyecto. |
| 5D BIM | Dimensión BIM se engloban los costos. Con esta característica se pueden generar presupuestos en cualquier momento del ciclo de vida del proyecto. |
| 6D BIM | Dimensión BIM que analiza la sostenibilidad en el aspecto ambiental, social y económico de un proyecto. |
| 7D BIM | Dimensión BIM que está referida al ciclo de vida mismo del proyecto. Aquí también se ven los aspectos de mantenimiento, cierre o renovación de una edificación. |
| BEP | Acrónimo de BIM Execution Plan, es el Plan de Ejecución BIM, un documento que explica cómo se ejecutarán los procesos BIM y determina los roles y responsabilidades de cada integrante del proyecto. |
| ICE | Acrónimo de Integrated Collaboration Environment, es un entorno de colaboración integrado, el cual permite a las empresas usar sus computadoras y redes, para la colaboración grupal y personal. |
| IFC | Acrónimo de Industry Foundation Classes, es un formato de datos que permite el intercambio de información entre varios programas BIM. |

| | |
|------|--|
| LOD | Acrónimo de Level of Development, es el nivel de desarrollo de un proyecto, el LOD indica la cantidad de información que estará contenida en el modelo digital. Va desde el LOD 100 que es el menor, hasta el LOD 500 que es el de mayor información. |
| SDNF | Acrónimo de Steel Detail Neutral Files, es un formato de archivo que proporciona un método neutral para importar y exportar datos de modelos estructurales. Utilizando este proceso bidireccional, los ingenieros y diseñadores que trabajan con productos estructurales pueden importar y exportar sus modelos. |
| VDC | Acrónimo de Virtual Design and Construction, es la gestión de los modelos integrados para los proyectos de diseño y construcción, incluidas las instalaciones, los procesos de trabajo, la organización de equipos de ingeniería y los objetivos de negocios. El BIM es parte del VDC. |

CAPÍTULO VI: ANEXOS.

Anexo A - Certificado actualizado ISO 9001:2015



**PROYECTOS ESPECIALES PACÍFICO S.A.
PEPSA**

Contracting Entry: Calle Las Perdices Nro. 244, San Pedro, Lima - Perú.

Bureau Veritas Certification Holding SAS – UK Branch certify that the Management System of the above organisation has been audited and found to be in accordance with the requirements of the management system standards detailed below

ISO 9001:2015
Scope of certification

GESTIÓN DE PROYECTOS: PLANIFICACIÓN, DISEÑO, ELABORACIÓN DEL PROYECTO O ESTUDIO DE INGENIERÍA Y SUPERVISIÓN DE OBRAS E INGENIERÍA; EN EL CAMPO ENERGÉTICO, COMPRENDIENDO LAS ÁREAS DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, MECÁNICA, CIVIL, HIDRÁULICA, AMBIENTAL, TELECOMUNICACIONES, INSTRUMENTACIÓN Y SISTEMAS DE CONTROL.

PROJECT MANAGEMENT: PLANNING, DESIGN, ELABORATION OF PROJECT OR ENGINEERING STUDY AND SUPERVISION OF WORKS AND ENGINEERING; IN THE ENERGY FIELD, INCLUDING AREAS OF ELECTRICAL, MECHANICAL, CIVIL, HYDRAULIC ENGINEERING, ENVIRONMENTAL, TELECOMMUNICATIONS, INSTRUMENTATION AND CONTROL SYSTEMS.

Original cycle start date: **31-October-2013**
 Expiry date of previous cycle: **N.A.**
 Recertification Audit date: **N.A.**
 Recertification cycle start date: **31-October-2019**

Subject to the continued satisfactory operation of the organization's Management System, this certificate expires on: **30-October-2022**

Certificate No. CO19.00342U Version: No. 1 Revision date: **24-October-2019**

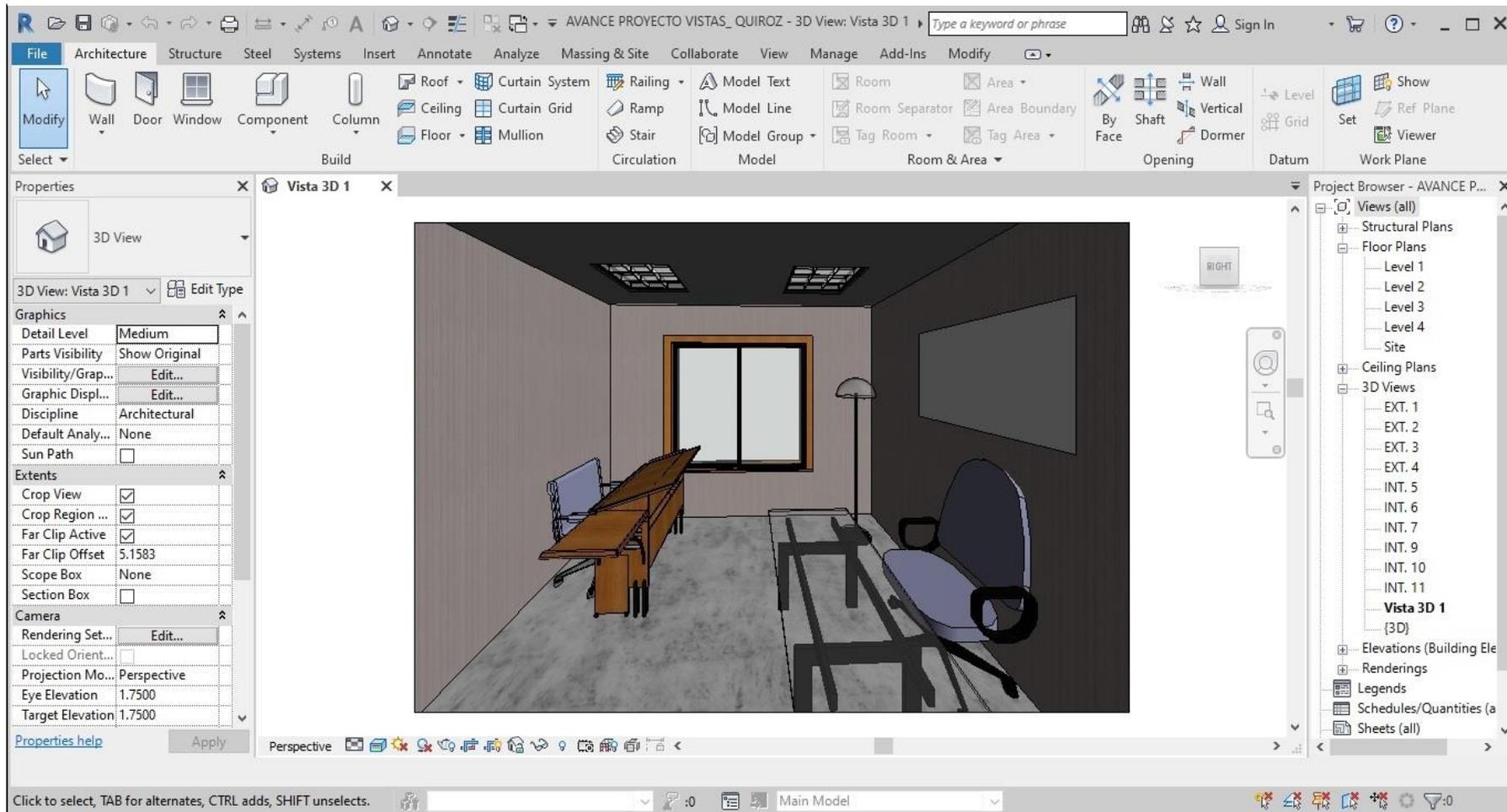
Certification body address: 5th Floor, 89 Prescot Street, London E1 9SE, United Kingdom
 Local Office: Bureau Veritas Del Perú S.A. Av. Camino Real 366 – Torre Central del Centro Comercial Camino Real, Piso 14, Oficina 1403, Lima 27, Perú.



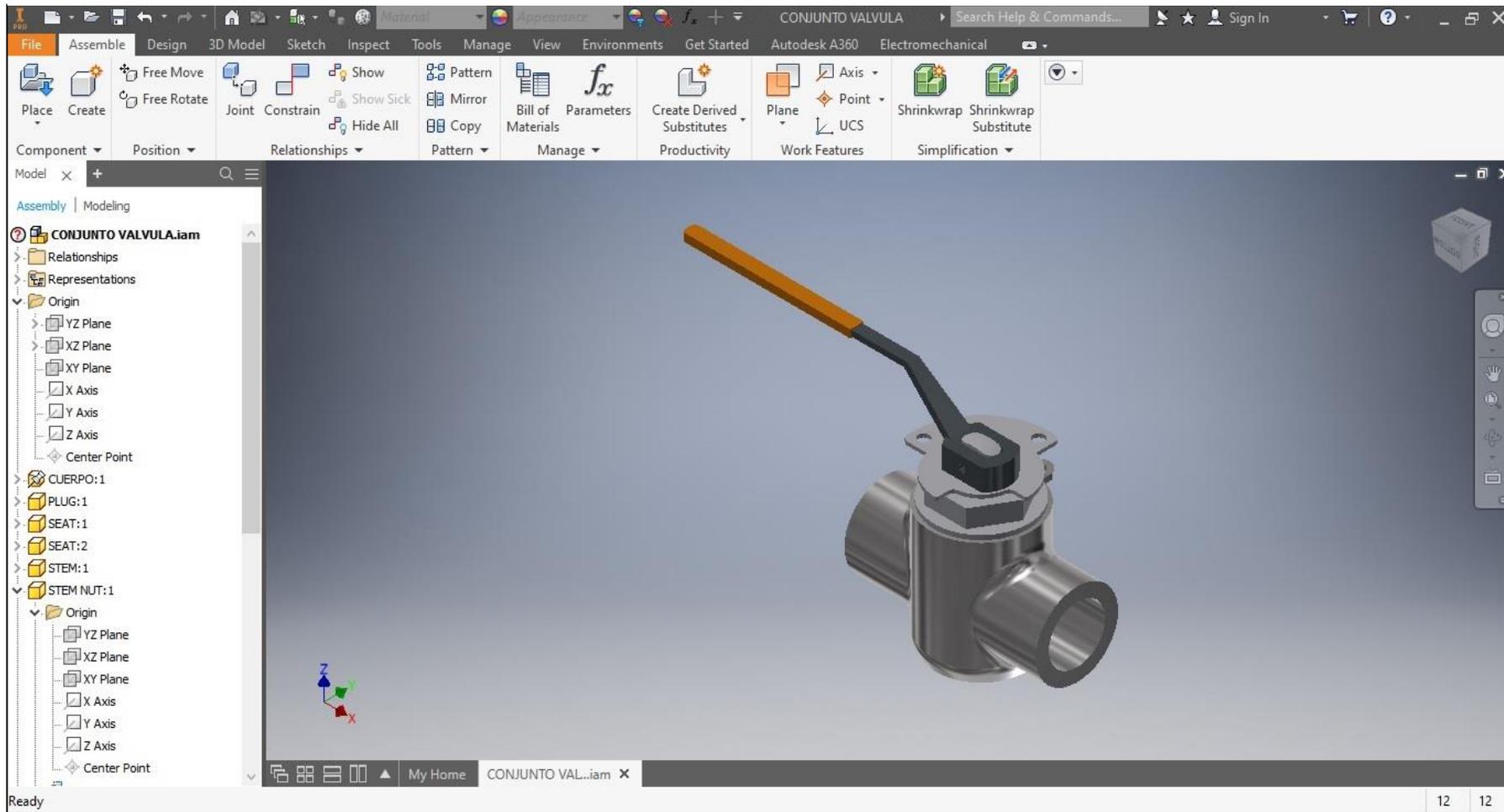
Further clarifications regarding the scope of this certificate and the applicability of the management system requirements may be obtained by consulting the organisation.
 To check this certificate validity please call: 81-452 9000

UKAS Certificate Template single site rev1.4 1 / 1 March 01, 2019

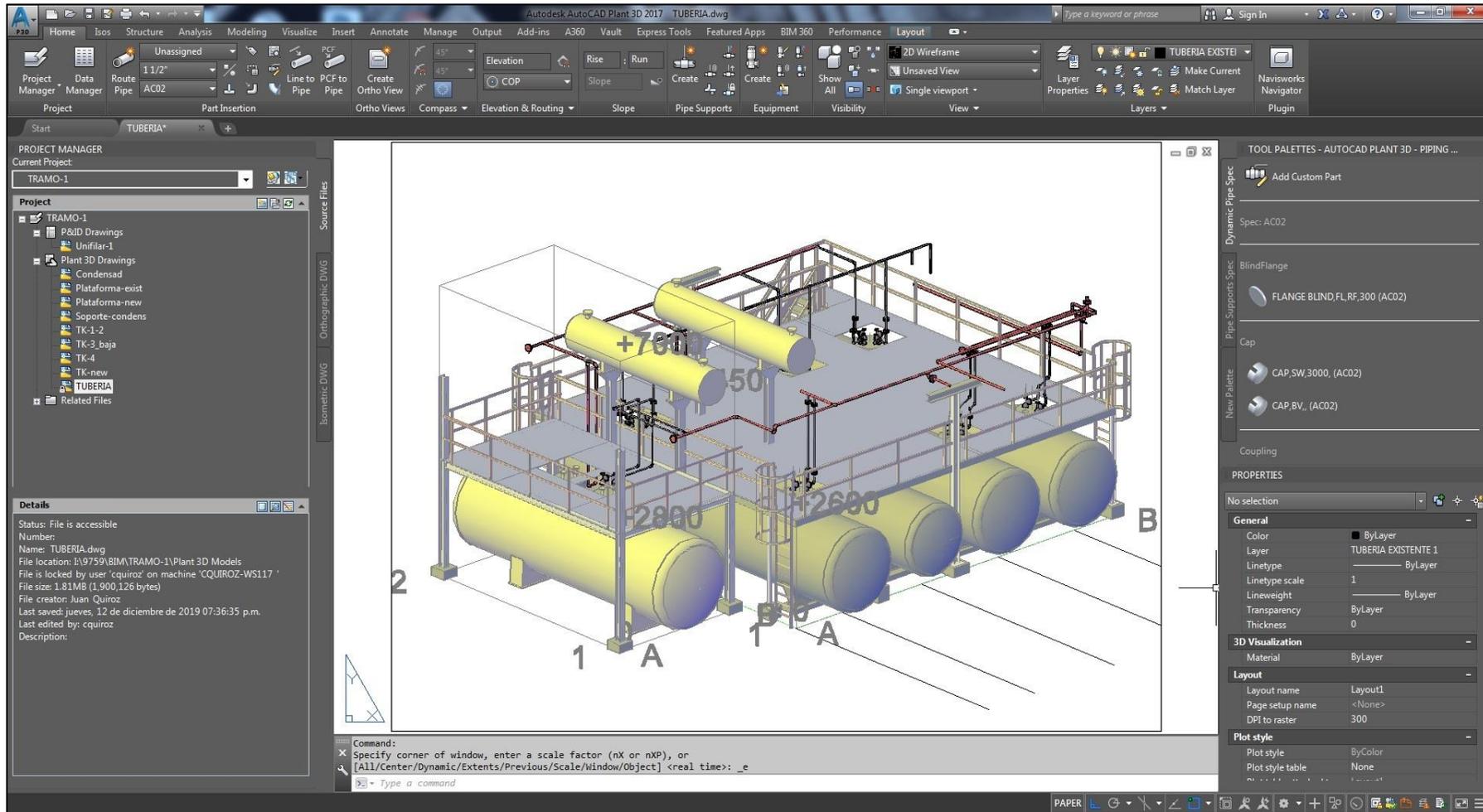
Anexo B - Pantalla de Software Autodesk Revit



Anexo C - Pantalla de Software Autodesk Inventor



Anexo D - Pantalla de Software AutoCAD Plant 3D



Anexo E- Pantalla de software AECOsim Building Design

