



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Evaluación técnico y económico del tubo modular en reemplazo  
de vigas metálicas de las naves industriales, manzana k,  
Urbanización el Trébol II etapa, Los Olivos – 2019**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Sulca Cadenilla, Javier (ORCID: 0000-0003-2138-7884)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Minaya Rosario, Carlos (ORCID: 0000-0002-0655-523x)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mi madre y a mis hijas quienes son mi motivación para poder alcanzar mis objetivos.

A mi esposa quien siempre estuvo presta a apoyarme durante mi formación académica.

## **AGRADECIMIENTO**

Ante todo a Dios ya que es el quien nos guía y acompaña a su vez a todos nuestros profesores por la orientación, compromiso y el apoyo que en todo momento, para que el presente trabajo esté debidamente estructurado.

A la Universidad Cesar Vallejo por brindarme la oportunidad de forjarme en una carrera profesional.

## Índice de contenidos

<b>Carátula</b> .....	I
<b>Dedicatoria</b> .....	II
<b>Agradecimiento</b> .....	III
<b>Indice de contenidos</b> .....	IV
<b>Indice de tablas</b> .....	VI
<b>Indice de figuras</b> .....	VI
<b>Resumen</b> .....	VII
<b>Abstract</b> .....	IX
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	3
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	26
3.1. Tipo y diseño de Investigación .....	29
3.2. Variables, Operacionalización .....	32
3.3. Población, muestra y muestreo .....	32
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	34
3.5. Procedimiento.....	37
3.6. Métodos de análisis de datos .....	39
3.7. Aspectos éticos .....	40
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	43
4.1 Descripción de la zona de estudio.....	43
4.1 Descripción de la zona de estudio.....	42
4.1 Descripción de la zona de estudio.....	42
<b>V. DISCUSION</b> .....	45
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	45
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	45
<b>Referencias</b> .....	45
<b>Anexos</b> .....	45

## **Índice de figuras**

Figura 01: Techos auto soportados.....	7
Figura 02: esquema general de la elaboración de un presupuesto.....	7
Figura 03. Sección de perfil sigma y sigma especial.....	9
Figura 04. Sección de perfil Ohm.....	9
Figura 05. Construcción de naves industriales.....	10
Figura 06: Dimensiones de una nave industrial.....	12
Figura 07: Componentes típicos de una nave industrial.....	16
Figura 08: acero en naves industriales.....	24
Figura 09: 16% Turnitin .....	69

## **Índice de tablas**

Tabla 01: Métodos de análisis de datos.....	39
Tabla 02: Materiales y presupuestos.....	42
Tabla 03: Cronograma de ejecución .....	43
Tabla 04: Matriz de consistencia.....	52
Tabla 05: Matriz de operacionalización de variables.....	53
Tabla 06: Instrumento de medición para el ensayo a flexión .....	54
Tabla 07: Cotización para el ensayo a flexión de planchas de acero UNI.....	55
Tabla 08: Cotización para el modelamiento estructural para el montaje de una estructura metálica .....	55

## RESUMEN

En este presente trabajo su objetivo principal fue determinar de qué manera varía la evaluación técnico y económico del tubo modular en reemplazo de vigas metálicas de las naves industriales, con el fin, de evaluar el sistema de tubos modulares para la optimización en la construcción de los techos de naves industriales o similares en Lima, Por ser un estudio de tipo aplicada y luego de los análisis respectivos, a la propuesta de una comparación entre tubo modulares en relación a vigas estructurales, planteara soluciones atractivas, para la construcción de galpones con altas dimensiones e iluminación, permitiendo minimizar importantes costos logísticos, tiempos de instalación así como el pago de obligaciones contraídas por dichas actividades, obteniendo para la organización, institución o solicitante una obra arquitectónica de gran estética y belleza, todo esto, ayudaría a la reactivación de la industria.

Esta investigación se desarrolló con el único fin de determinar de que manera la evaluación técnico y económico del tubo modular cumpla un desempeño muy importante, reemplazando a las vigas metálicas para mejorar las naves industriales con mayores cargas, para lo cual, se hicieron comparaciones utilizando como referencia un autor, para corroborar el análisis.

Dicha investigación utilizo una metodología experimental donde desarrollarlo un único ensayo resistencia a la flexión, de esta manera se identificó ciertos valores que posteriormente serán interpolados y analizados en base es esto.

Finalmente, con los ensayos se vio, que es factible este uso del tubo modular ya que tiene un costo menor a comparación de una viga metálica y se sugirió que se empleen más estudios para que este sea utilizado como el agregado que se merece. Aumentó el costo de materia prima, pero disminuyó los costos de montaje y tiempos de izajes

**Palabra claves:** tubos modulares, viga metálica, techos metálicos, techo autosoportados

## **ABSTRACT**

In this present work, its main objective was to determine how the technical and economic evaluation of the modular tube to replace metal beams in industrial buildings varies, in order to evaluate the modular tube system for optimization in the construction of roofs of industrial warehouses or similar in Lima, as it is an applied type study and after the respective analyzes, to the proposal of a comparison between modular tubes in relation to structural beams, it would propose attractive solutions for the construction of sheds with high dimensions and lighting, allowing to minimize important logistical costs, installation times as well as the payment of obligations contracted by said activities, obtaining for the organization, institution or applicant an architectural work of great aesthetics and beauty, all this, would help to revive the industry

This research was carried out with the sole purpose of determining how the technical and economic evaluation of the modular tube fulfills a very important performance, replacing the metal beams to improve the industrial warehouses with higher loads, for which, comparisons were made using as reference an author, to corroborate the analysis.

Said research used an experimental methodology in which to develop a single flexural strength test, in this way certain values were identified that will later be interpolated and analyzed based on this.

Finally, with the tests it was found that this use of the modular tube is feasible since it has a lower cost compared to a metal beam and it was suggested that more studies be used so that it is used as the aggregate it deserves. Increased raw material cost, but decreased assembly costs and hoist times

Keywords: Modular Tubes, Metal Beam, Metal Ceilings, Self Supporting Ceiling

## I INTRODUCCIÓN

**Realidad problemática** En el mundo existen una gran variedad de tipos de estructuras para una edificación de estructuras, pero en la gran mayoría no se emplea de manera adecuada debido a la deficiencia del conocimiento así mismo la insuficiencia metodología de investigación e innovación más extensa. La dificultad para poder identificar el tipo de estructura más adecuada se da en la composición de costos, ejecución y montaje por ende durante la década de los 60 las construcciones metálicas tuvieron un gran inicio en el mercado con el famoso nombre de PEB (Pre engen ler abauildings) presentados beneficios tentadores en la rapidez de construcción o ejecución y el montaje.

El Perú es un país donde la mayoría de las construcciones que se realizan es de concreto armado debido que este tipo de estructuras es la más común y usadas por la mayoría de las empresas constructoras, pero hacer este tipo de construcciones demanda de mucha economía y tiempo pero la transcurrir el tiempo se empezaron a realizar construcciones de estructuras metálicas que de por si es mucho más económicas que las estructuras de concreto armado sin embargo las estructuras metálicas no son muy estéticos, ni tampoco salvan luces de una dimensión mayor a 12 metros.

El presente proyecto de investigación parte teniendo como base el crecimiento constante en el sector industrial, en el cual día a día las empresas vienen buscando mejores propuestas de solución a optimización de tiempos en la construcción de sus almacenes y/o hogares. Sin embargo, la Revista Perú Construye manifiesta que:

El crecimiento de las industrias de la zona sur de Lima en la gran mayoría de los argumentos la demanda de las construcciones de los galpones y naves industriales han crecido notoriamente en los últimos años para ser, más exactos en los dos últimos años (2017, pp. 78)

El sistema que se plantea es innovar en la utilización de vigas auto soportada, mediante un sistema constructivo orientado a la construcción de techos de naves industriales y otras estructuras afines, esta propuesta se obtiene a partir de la

utilización de dos tipos de perfiles denominados Sigma y OHM. El diseño del sistema modular consiente mayor eficacia estructural, así como mejor vista estética, obteniendo con ello estructuras más livianas y de gran valor arquitectónico, cabe mencionar que la utilización de dichos perfiles viene siendo considerado en los nuevos proyectos a realizar en Lima Metropolitana por su acabado y beneficios operacionales. Por ello, el presente trabajo de investigación, busca evaluar el sistema de tubos modulares para la optimización en la construcción de los techos de naves industriales o similares en Lima, Por ser un estudio de tipo aplicada y luego de los análisis respectivos, a la propuesta de una comparación entre tubo modulares en relación a vigas estructurales, planteara soluciones atractivas, para la construcción de galpones con altas dimensiones e iluminación, permitiendo minimizar importantes costos logísticos, tiempos de instalación así como el pago de obligaciones contraídas por dichas actividades, obteniendo para la organización, institución o solicitante una obra arquitectónica de gran estética y belleza

**Trabajos Previos** para el presente trabajo de investigación se tomaron las siguientes investigaciones ya realizadas como nacionales e internacionales que en el desarrollo del proyecto de investigación ayudaran en la discusión y son los siguientes:

## II. MARCO TEÓRICO

Gonzales (2014) en su trabajo de investigación cuyo título fue “**diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas de una nave múltiple con sistema tubest, para una planta industrial ubicado en zona industrial de Lurín**” de la Universidad Nacional de Ingeniería, cuyo objetivo principal montar y fabricar las estructuras metálicas de una nave industrial múltiple con el sistema tubest, la metodología que empleo fue de tipo aplicada con un diseño experimental con un nivel de tipo explicativo. Y tuvo como conclusión el diseño realizado fue factible ya que la fabricación y el montaje de las estructuras con el tubo modular con un pórtico rígido, la investigación fue realizada con 3 naves con las dimensiones 20 m de luz, 48 de distancia cada uno con un área 2880 m<sup>2</sup> generando una utilidad de 2880 soles.[1]

Mendoza, (2018). En su tesis titulada **“Sistema metálico tubest para optimización de naves industriales en lima”** de la Universidad Cesar Vallejo en la cual tuvo como objetivo principal el sistema tubest optimiza la construcción de una nave industrial en Lima, la metodología usada en este trabajo de investigación fue no experimental de corte transversal con un enfoque cuantitativo, tipo de investigación aplicada y con un nivel de investigación explicativo, la población que uso fue todas las naves industriales de la Lima y la muestra fue no probabilístico o dirigida dirigiendo una nave industrial, lo cual tuvo como conclusión que los resultados obtenidos es que usar el sistema tubest es una gran optimización en las construcciones de las naves industriales considerando ciertas características como montaje, costo y fabricación del mismo modo haciendo una comparación de pesos entre nave industrial de estructuras metálicas y una nave industrial con el sistema tubest se vio que el sistema metálico pesa 134094 kg y con el sistema tubest 95050 kg.[2]

Samohod, (2017), en su tesis titulado **“Comparación de diseños estructurales de edificaciones metálicas con edificaciones de concreto armado para determinar el diseño más conveniente en la construcción de viviendas multifamiliares”** de la Universidad San Martín de Porres, cuyo objetivo principal fue hacer un análisis comparativo entre las estructuras metálicas y las estructuras de concreto armado para ver cuál de estas dos estructuras es la más rentables para la construcción de las viviendas multifamiliares, la metodología empleada fue de tipo cuantitativo, de nivel descriptivo correlativo de acuerdo al diseño fue experimental de corte transversal, la población que uso fue todas las construcciones de concreto armado y las construcciones metálicas, la muestra una estructura metálica y una estructura de concreto armado en lo que dio como conclusión que las estructuras metálicas son las más rentables además se vio que en la distorsión y desplazamiento los aceros presentan un mejor desempeño que el concreto y con respecto al costo las estructuras metálicas son menos costosas que las estructuras de concreto armado.[3]

Mares, (2018), en su tesina titulada **“Criterios de control de calidad en obras de estructuras metálica”** del Instituto Politécnico Nacional de México, cuyo objetivo

principal fue describir las características del uso de las características metálicas en las edificaciones, la metodología empleada fue de tipo aplicada con un diseño experimental y de corte transversal de nivel descriptivo, cuantitativo, la población que se usó en este trabajo de investigación todas las estructuras metálicas de México, su muestra fue una estructura metálicas, de modo que llego a una conclusión que para tener una estructura metálica de calidad es necesario cumplir los ciertos requisitos como el control de tiempo, costo y la parte más fundamental tener en cuenta las normas y las actividades más resaltantes que se deben cumplir en una construcción de una estructura no solo en la estructura metálica sino también en las estructura de concreto armado y otras estructuras en general.[4]

Ortiz, (2018), en su tesis *“Análisis y diseño de un galpón metálico en el programa SAP 2000, bajo las normas de AISC-360 y la NEC-15”* de la Universidad de Guayaquil cuyo objetivo general es diseñar y analizar de un galpón metálico con el programa SAP 2000, usando como base las normas ANSI/AISC 360 y la NEC-15, la metodología que se uso fue investigación de tipo exploratorio, ya que se usó como base revistas, páginas web y otros tipos de información. La conclusión obtenida en este trabajo de investigación fue que la carga que se considera para aplicar como una carga muerta carga viva, carga sísmica o carga de viento la persona que diseña debe considerar las normas que están o que se rigen en el NEC-15 donde se establece una carga mínima para un super estructura. Por ello es importante tener en cuenta en el país que se debe tener en cuenta que tipo de obra se va realizar si es una obra privada o pública, si es una obra privada las solicitudes quedan al criterio del diseñador, pero si es una obra pública se deben regirse a las normas NEC-15 que es una norma ecuatoriana.[5]

Vera, (2013) en su tesis titulada *“Aceros estructurales para obra civiles mediante deposición electrónica de ZINC: caracterización física y química de revestimientos”* de la Universidad Austral de Chile cuyo objetivo principal fue analizar la posibilidad de proteger los aceros estructurales en las distintas obras civiles en los lugares salinos de la deposición electroferetica de zinc la metodología que uso fue de diseño experimental de tipo aplicada con

un nivel descriptivo y los mejores resultados obtenidos fue cuando se usó las suspensiones de isopropanol entre las medidas de 5 y 20 minutos además mejoro la conductividad del campo eléctrico y hacendó que incremente la eficiencia de la deposición y usando estos estándares se elaboró para las distintas etapas del trabajo y **la conclusión** que se dio que en este trabajo de investigación fue posible encontrar recubrimientos homogéneos y totalmente adherente al acero para el uso de las construcciones y del mismo modo el proceso de elaboración para el revestimiento del zinc no fue completamente óptimo.[6]

NAZARY, Maryam (2016). “**Seismic performance of unbonded post-tensioned precast wall systems subjected to shake table testing**”. Para optar el grado de Major Civil Engineering en la **universidad** Iowa State. Manifiesta como **objetivo** proporcionar una mejor comprensión de respuesta sísmica de los muros diseñados de hormigón prefabricado oscilante con pos-tensado no unido, utilizando dos sistemas diferentes: Muros oscilantes simples (SRW) y Muros prefabricados con columnas finales. **La metodología** empleada para abordar el objetivo principal de superar las limitaciones mencionadas anteriormente, se realizaron una serie de pruebas experimentales a gran escala de tablas de agitación en cuatro sistemas de paredes prefabricadas no tensadas (SRW), postes prefabricados y cuatro paredes prefabricadas con columnas de extremo sometiéndolas a un conjunto de excitaciones sísmicas con intensidades variables, estos muros se diseñaron mediante la variación de parámetros clave de diseño, tales como: la fuerza de pretensado inicial, la relación entre el momento base y el esfuerzo cortante de la base, y el número y la ubicación de los amortiguadores histeréticos adicionales. **Muestra** cuatro sistemas de paredes prefabricadas no tensadas (SRW), postes prefabricados y cuatro paredes prefabricadas con columnas de extremo. Manifiesta como **conclusión** que todos los SRW mostraron un desempeño satisfactorio sin experimentar daños visibles hasta los terremotos a nivel de diseño. Se produjo un desprendimiento significativo de la cubierta de hormigón mientras estaban sujetos a los movimientos considerados máximos de entrada; sin embargo, la cantidad de daño se minimizó debido al uso de canales de acero en la base de las paredes. Todas las paredes de prueba se volvieron a centrar con desviaciones residuales mínimas después de cuatro niveles de terremotos. Prueba de los resultados

también mostraron que las paredes generalmente tienden a alcanzar la máxima aceleración absoluta por debajo de los límites aceptables. Además, Sobre la base de las observaciones experimentales, se estableció un índice de amortiguamiento viscoso equivalente promedio de 5.7% para los SRW, donde esta amortiguación incluye un 1.5% para la pérdida de energía durante los impactos y un 4.2% debido a la no linealidad del concreto, así como a la amortiguación inherente del material de las unidades de prueba, ya que experimentan variaciones entre el 1.4% y el 2.6%. Se concluye también que, si la relación de amortiguamiento de los SRW es inferior al 6%, se demostró que pueden diseñarse para responder satisfactoriamente cuando se utiliza un factor R de 3.5.[7]

### **Artículos científicos**

Hunter (2014). “**Seismic performance of non-structural elements within buildings**”. El **objetivo** principal es mejorar el rendimiento sísmico de los sistemas no estructurales, donde un mal enfoque por parte de ingenieros estructurales y diseñadores, en función al rendimiento o desempeño sísmico de elementos no estructurales, manifiesta antecedentes y un historial con bajas expectativas frente a este sistema. **Como conclusión** manifiesta que el diseño sísmico del futuro será impulsado, al menos en parte, por la necesidad de mejorar el rendimiento sísmico de los sistemas no estructurales. La Ingeniería Sísmica Basada en el Desempeño (PBEE), y los desarrollos futuros en el diseño sísmico de ingeniería estructural, serán impulsados en parte por la necesidad de mejorar el desempeño sísmico de sistemas no estructurales, donde la funcionalidad y operatividad después del terremoto no se entregarán hasta que se diseñen estrategias efectivas para minimizar los daños.[8]

**Teorías relacionadas al tema**, entre los conceptos más importantes para el desarrollo de esta investigación son:

**Sistema tubos modulares es** una forma de construir de manera no convencional orientado las construcciones de naves industriales, ambientes que obligatoriamente necesitan luces grandes y coliseos. Este sistema constructivo influye una gran

cantidad de tubos de forma rectangular para ser usado como vigas y columnas con luces amplios de hasta 40 y 50 m de longitud sin usar ninguna columna intermedia.

**Techos Auto soportado** es como imaginar para construir una vivienda, pero para todo esto lo primero en lo que se debe pensar son en las prioridades de cada uno para que sea una construcción lo que se desea.

The Self-Supported Warehouse is an engineering work in which the own shelves are part of the building's construction system along with the sides and the covers. The shelves support not only the freight of the goods and of the various elements of construction but also the thrusts of the media Handling and external agents: wind force, snow overload, seismic movements, etc. (Kornylak, 2013, p. 13).



Figura 01: Techos auto soportados  
fuente: Mendoza Ricardo (2018)

**Estimación de costos sistema tubos modulares**, los costos en la construcción por lo general se empiezan con la planificación y elaboración del presupuesto debido a que esto es una actividad imprescindible en una obra a ejecutar. Según Mendoza manifiesta que: “hacer un análisis de presupuestos es de suma importancia ya que es esto depende la ejecución de una obra. Si un presupuesto esta herrada se presentan una gran cantidad de problema con la entidad y el contratista” (2016, pp. 23).[9]

Hacer un análisis de precios es de suma importancia ya que esto define en muchos de los casos que una empresa constructora gane la buena pro.

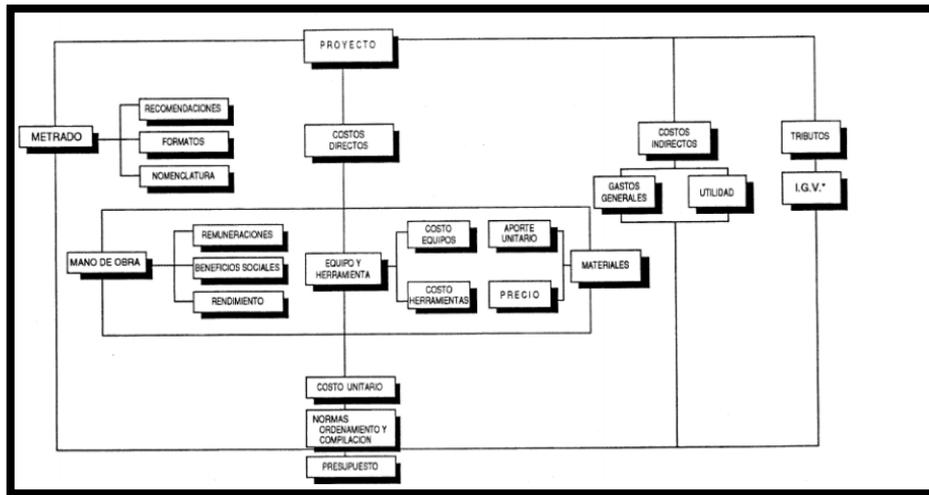


Figura 02: esquema general de la elaboración de un presupuesto  
Fuente: Mendoza Ricardo (2018)

El metrado en general es la acumulación de todos los datos que pueden ser medidos que usualmente sirven para sacar los análisis de precios unitarios. Según CAPECO manifiesta que:

El metrado es un conjunto de datos que se obtiene haciendo las acotaciones de los planos y con una lectura a escala para ello se pueden usar la regla o escalímetro. Los metrados por lo general se realizan para saber la cantidad de obra que se va ejecutar y saber los costos directos y los gastos generales (2012, pp. 10).

Hacer el metrado de una obra que se va ejecutar es obligatorio para el contratista ya que sin ello no podrá saber la cantidad de materiales que va necesitar, los equipos, herramientas y la persona por lo que si no conoce ninguno estos factores no sabrán cuando esta valorizado la obra.

**Costos directos** estos costos son por lo general aquellos que influyen de manera directa o de frente en la producción, así como el mano de obra, materiales que se van a usar, equipos y por ultimo las herramientas. Según CAPECO lo define: “En lo general los costos directos son todos los que influyen en el análisis de precios unitarios” (2012, pp. 15).

Esto quiere decir que los costos directos son la mano de obra, herramientas, materiales y herramientas por lo que se realiza según cada partida de cada obra a ejecutarse.

**Los costos indirectos** es el proceso constructivo en general al igual que los gastos generales y las utilidades según CAPECO define que: “los gastos generales son en general los gastos que se encuentran al aplicar una partida determinada” (2012, pp. 242).

Sistema constructivo con el sistema de tubos modulares en este sistema constructivo es innovador que en muchas de las ocasiones está orientada a dar soluciones a las naves industriales y galpones de gran envergadura en la cual se atienden dos perfiles denominado el perfil sigma y el perfil ohm de una forma tubular que permite dar una mejor resistencia estructural logrando salvar grandes luces. Según Tupemesa manifiesta que:

Que este sistema está conformado por un par de perfiles como el perfil sigma y el perfil ohm lo cuales son soldados mediante electrodos convencionales. La soldadura arco sumergido o MIG obligatoriamente necesitan de contar con equipos de enderezado y pre-armado para de esta manera lograr un costo conveniente (2016, parr. 1)

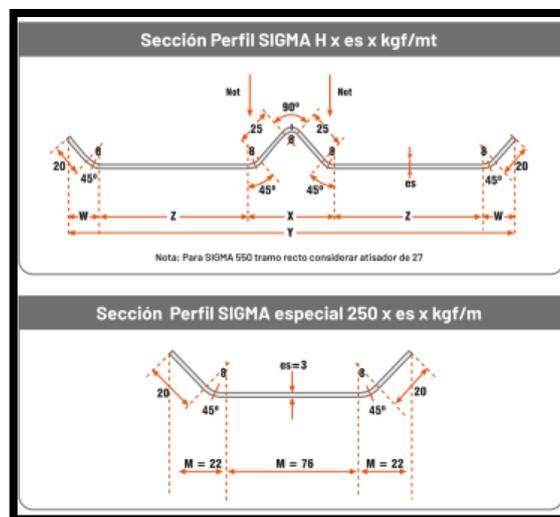


Figura 03. Sección de perfil sigma y sigma especial.  
Fuente: TUPEMESA (2016)

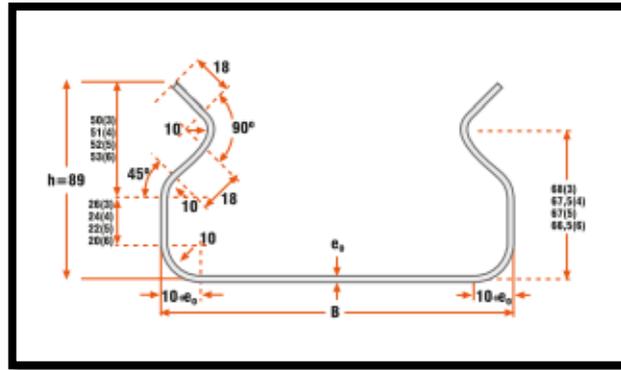


Figura 04. Sección de perfil Ohm  
Fuente: TUPEMESA (2016)



Figura 05. Construcción de naves industriales  
Fuente: sistema constructivo “de tubos modulares” (2015)

**Las naves industriales** es un edificio que es netamente de uso industrial que generalmente está destinado a almacenar productos de industrias. Esta construcción es usada de manera multiusos que ya las separaciones de columna a columna es de longitud muy amplio lo que hace que se deben de operar de manera libre sin obstáculos. Una nave generalmente es conocido porque es un edificio muy grande y de una sola planta según López (2006) define que:

Una nave por lo general necesita o requiere de luces extensos para lograr espacios y estos espacios no deben ser interrumpidas por ningún tipo de apoyos como columnas intermedias o algo parecido para que la nave cumple con sus funciones y obligaciones sin ser obstruido por nada y sin ningún tipo de restricciones para que así de esta forma cumpla con sus obligaciones con mucha versatilidad (p. 12).

Conociendo las definiciones aseguramos que las naves deben contar con luces extensas y amplias para ello en este trabajo de investigación dará a conocer las ventajas del sistema tubos modulares ya que este sistema cubre luces hasta un 30 a 50 metros de longitud y lo más importante no requieren ningún tipo de apoyos intermedios. [10]

**Ventajas de las naves industriales** en la construcción de una nave industrial tiene muchas ventajas como la rapidez, economía, versatilidad, ares amplias.

**La rapidez;** una nave industrial es una de las construcciones de fácil ejecución y la gran mayoría de sus elementos son fabricados en plantas o en alguno de los casos en los talleres. Para la fabricación de naves industriales se utilizan grúas y esto facilita la movilización y la colocación por ende las naves industriales pueden ser construidos en corto tiempo.

**Economía:** En la mayoría de las construcciones de las naves industriales existe hay una gran bolsa de ahorro por que los tubos modulares salvan grandes luces por otro lado también los materiales que lo conforman la cubierta y las armaduras son demasiado ligeros y todo esto hace que ayude en la bolsa de ahorro ya que se puede construir en corto tiempo y con mano de obra limitada.

**Versatilidad:** En gran parte las estas estructuras se pueden moldear con mucha facilidad y lo más importante es que puede adaptarse a multiusos y al gusto de cada cliente.

**Amplias áreas de trabajo:** las naves industriales poseen materiales de un propio diseño estructural y esto hace que las estructuras ofrezcan grandes luces sin requerir un apoyo al intermedio.

**Desventajas de las naves industriales** también las naves industriales tienen desventajas como la susceptibilidad al fuego, condiciones desfavorables d iluminación, explosión de ambientes agresivos, dificultad en el montaje, disminuyendo la mano de obra experta o calificada.

**Susceptibilidad al fuego:** la resistencia de las naves industriales se reduce considerablemente ante los incendios debido a que los tubos modulares son vulnerables al fuego.

**Iluminación desfavorable** debido a que las naves industriales cubren extensas áreas en algunas de los casos interfieren con la entrada de la iluminación. Por lo que en algunas de los casos es necesario contar con la disposición de la iluminación natural o artificial.

**Ambientes agresivos** en la mayoría de los casos las naves industriales son susceptibles a la corrosión ya que estas están constantemente expuestas al aire libre, agua u otros agentes que puedan debilitar a la nave industrial.

**Limitada mano de obra** para la construcción de las naves industriales se requiere de la mano de obra calificada lo que es en el montaje, colocación de las estructuras que garantice la calidad de la estructura.

**Dimensiones de las naves industriales** las dimensiones de una nave industrial quedan definidas en función a las siguientes magnitudes:

Ancho o luz (L), altura útil (H), pendiente (P), longitud (Z). separación de arcos (S).

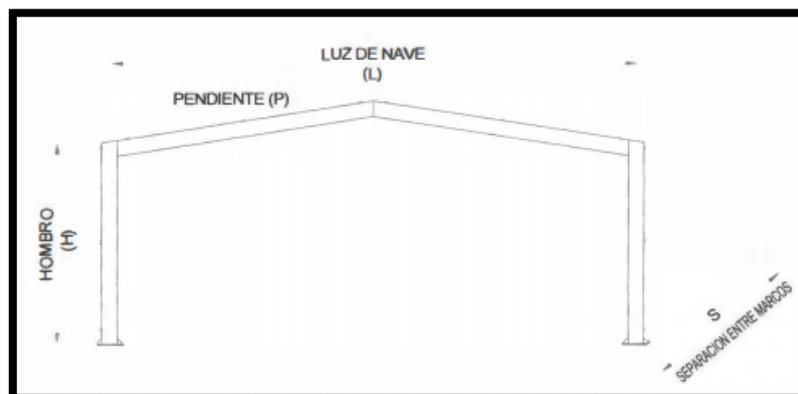


Figura 06: Dimensiones de una nave industrial  
Fuente: Aedo (2016)

**Componentes típicos de una nave industrial** una nave industrial esta formada por pórticos que son separados a distancias al gusto del cliente que esto en general es de 6 m por tema de longitud comercial de perfiles. Según El seminario técnico de arquitectura y construcciones de naves industriales (2007) argumenta que:

Los pórticos de la nave industrial en general se apoyan en las correas de techos y estos soportan la cubierta del techo. En general las correas que están soportando la cubierta del cerramiento de las paredes son denominados como correas legendarias y estas están apoyados

directamente en las columnas sin embargo para garantizar la rigidez y la resistencia adecuada se necesita disponer de arriostramientos horizontales para soportar los acciones del vientos y sismos (pp. 23).

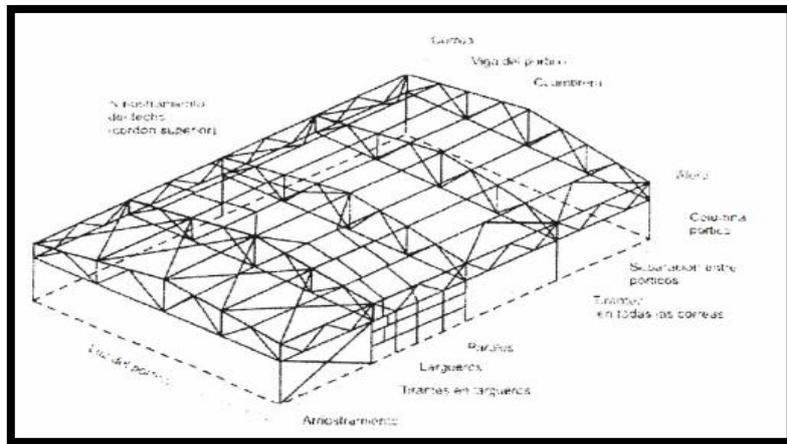


Figura 07: Componentes típicos de una nave industrial

Fuente: Seminario técnico sobre arquitectura, estructura y construcción de galpones de acero. Valencia (Venezuela): SIDETUR, 2007. pág. 23.

**Montaje con el sistema de tubos modulares** para el montaje de una estructura con el sistema de tubos modulares se considera ciertos aspectos como:

**Flete de elementos** en general el costo por trasladar un material es directamente proporcional al peso, tamaño y el lago o luz que va salvar por lo que sí es más grande es más costoso es por ello que en la mayoría de los casos la fabricación es en situ.

**Carga de montaje** o Carga de montar es una estructura está determinado por el diseño de la estructura lo cual en lo general se ve la optimización de los materiales que se van usar. En el montaje se usan maquinarias como la grúa lo que puede ser un posible problema a la hora de manejar la carga.

**Tiempo de montaje** de la misma manera que la forma de fabricación el tiempo que se emplea en el montaje se establece de acuerdo al renacimiento, y esto se ve reflejado en un cronograma establecida de obra. Debido a que los procesos están en la mayoría de los casos cuentan con una estandarización debido a que por lo general las conexiones son atornillados y esto hace que se facilite el armado en el campo para así de esta forma se ahorran en maquinarias y en mano de obra

**Estructuras metálicas** el acero se origina mediante el refinamiento del hierro y materiales reciclables más la incorporación de agentes que se pueden fundir apropiadamente en hornos de alta temperatura. según Navarrete (2003) manifiesta que:

esto es el resultado de la mezcla del hierro más las pequeñas sumas de carbono que por lo general es menos al 1% y otras cantidades menores de otros elementos y haciendo que el acero sea uno de los materiales más importante debido a su alta resistencia a comparación de otros materiales (p. 46)[11]

El acero es uno de los materiales con más uso en la construcción y más aún en las estructuras metálicas debido a que estas estructuras requieren de luces libres muy amplios y también los aceros cubre luces libres hasta 12 metros. Los aceros también tienden a optimizar las características del material de la resistencia, maleabilidad y tenacidad. Las propiedades más importantes del acero estructural es el famoso llamado módulo de elasticidad lo cual sumamente independiente de la resistencia de la fluencia. El módulo de elasticidad en general para todos los aceros es 1968400 kg/cm<sup>2</sup> a 2109000 kg/cm<sup>2</sup> y la consistencia es de 7.85 tn/m<sup>3</sup>. También Caporras manifiesta que:

En la construcción de estructuras y estanterías de metal o metálicas en la mayoría de los casos son para almacenar todos los productos del contenedor lo cual son utilizados en los perfiles de chapa lo cual se obtiene mediante algunos procesos de conformación en frío. Los cuales estos perfiles que conforman a las paredes delgadas y tienen secciones abiertas (2011, p. 23). [12]

**propiedades del acero** según Dávila y Orihuela (2016) manifiestan que:

El acero cuenta con las propiedades como acero estructural y son los siguientes: peso determinado de 7.85 kg/m<sup>3</sup>, módulo de elasticidad 2.10\*10<sup>6</sup>kg/cm<sup>2</sup>, límite de fluencia 2.53 tn/cm<sup>2</sup>, esfuerzo a fractura 4.08 tn/cm<sup>2</sup>, coeficiente de poisson 0.3, dilatación térmica 1.2\*10<sup>-5</sup> °C (P. 13).

En general la mayoría de las estructuras que están a base del acero están expuestas a sufrir grietas ocasionados por el sismo y viento. Para evitar estos tipos de anomalías en el acero es necesario hacer un correcto técnico estructural para que pueda oponer la resistencia de los eventos mencionados poseyendo un control apropiado de la dureza, ductilidad y resistencia. como la definición de Bermúdez: Dentro de las principales perfile de las estructuras de acero estos presentan los siguientes perfiles de secciones tipo W. S. L. C. T y asimismo las propiedades de los mismo (2005, p. 12). [13]

Por otro lado, según Lind y Mason definen que:

Una armadura compuesta consiste en una armadura de acero fabricada a partir de secciones laminadas, como HSS, ángulos y WT, y una losa de concreto sobre la armadura de acero. La acción compuesta entre el acero y el concreto se logra mediante la adición de conectores de espárrago de corte con cabeza. Los espárragos de corte se sueldan en campo a través de la cubierta de chapa de acero al cordón superior de acero después de instalar la cubierta. Las armaduras generalmente están espaciadas a 3 metros (10 ') en los centros o más separadas (2001, p. 34).[14]

Por otro lado, la definición de CUFSM manifiestan que: the behavior and design of steel parts formed in cold with a variety of different types of longitudinal reinforcements. This software allows you to explore the elastic behavior of buckling modes calculating buckling tension and buckling modes of shape profiles arbitrary, for thin-walled profiles simply supported; that is, CUFSM allows to accurately determine the elastic buckling tension of a wall section thin of arbitrary cross section (Adanys, 2006).[15]

### **ventajas y desventajas del acero estructural**

**Ventajas** es el acero es el más versátil que los otros materiales estructurales y posee una gran resistencia y una facilidad de producción o de fabricación y las ventajas que tiene son:

alta resistencia: El acero posee una alta tenacidad por unida de peso y pueden soportar las cargas de grandes claros.

Uniformidad: los aceros no cambian de propiedades de marea drásticas ni apreciables en el tiempo.

Elasticidad. El acero posee la ley de Hooke ya que son muy elásticos y sus momentos de inercia son calculados de manera precisa y exacta.

Durabilidad: si estas estructuras poseen con un adecuado mantenimiento estos duran indefinidamente.

Tenacidad: los aceros poseen un alto tenacidad debido a que posee la ductilidad y la resistencia.

**Desventajas** del acero estructural en general posee las siguientes desventajas.

Costo de mantenimiento: Ya que la mayor parte de los aceros son muy susceptibles a la compresión al estar expuesto a la intemperie se debe dar un mantenimiento periódicamente como el pintado.

Susceptibles al pandeo: aun estructura cuando más esbelto y largo sea la luz está expuesto a pandearse.

Fatiga: la resistencia del acero se reduce si es sometido a una gran cantidad de inversiones en el sentido del refuerzo.

**diseño de estructuras metálicas** en el instituto americano de la construcción de acero manifiesta que Perú tiene deficiencia de las especificaciones nacionales según lo estandarizado en el RNE.

**método de diseño según en AISC** Según la definición de Crisafulli (2018) manifiesta que: “se tiene dos orientaciones de diseño estructural el diseño por fuerzas permisibles y el diseño por factores de carga y resistencia” (p. 34).

Lo que se requiere encontrar con los esfuerzos unitarios son los mayores esfuerzos actuantes. En los postrimeros 20 primaveras la delineación a base de las estructuras metálicas se ha ido construido con probabilidades.[16]

**diseño por estado limite** los estados límites del LRFD son de dos naturalezas como el límite de resistencia y de servicio. Lo cual se recalca que el estado limite es la resistencia que está relacionado con la capacidad que tiene que ver una estructura ante las diferentes situaciones como en la fluencia máxima, la resistencia em las fracturas lo esto se ladea más a la conducta que solicita cada estructura

ante los contextos como en las deflexiones, aparición de las grietas, vibraciones, deterioro o deslizamientos.

**Tipo de uniones** hay dos tipos de uniones las uniones atornilladas y la soldadura de acero

**las uniones atornilladas según** la definición de Bermúdez definen que:

Una unión atornillada es un vástago roscado de cabeza que por lo general es hexagonal lo cual el roscado puede llegar hasta la cabeza del mismo y las redondelas son los que hacen que el área de unión entre un tornillo y las partes que se tienen que unir por lo que esta actividad resulta muy dificultosa (2005, p. 34).[17]

El grosor de las partes que unen en la mayoría del caso no debe de ser mayor a la longitud total del tornillo.

**Soldadura de acero** las soldaduras de los aceros se pueden realizar siempre en cuando teniendo en cuenta el grado de soldadura y estableciendo el procedimiento a la que se va ejecutar. Según la definición de Pascual (2009) manifiesta que: “una soldadura en acero establece un procedimiento al momento que se va ejecutar siempre teniendo en cuenta el adecuado proceso y lograr la continuidad metálica y lo más importante que se cumpla lo que se requiere” (p. 31). [18]

**métodos de soldaduras para** la soldadura se hay muchos métodos que se pueden emplear como lo especifica Pascual: “para la soldadura se pueden emplear muchos métodos como la soldadura manual con un cubrimiento de tipo básico o rutilo, la soldadura semi automático, ensambladura semi automático con hilo tubular y la soldadura automática con cúpula semi rígido” (2009, p. 35).[19]

**Estimación de costos en estructuras metálicas** Estas estructuras representan el 40% del costo total de una estructura teniendo en cuenta los materiales y la mano de obra.

**Sistema constructivo en estructuras metálicas** hay varios sistemas constructivos como el aporticado, cascara,

**Aporticado este** sistema a porticado es un conjunto que está formado por elementos que constituyen una estructura como vigas, columnas en la que estos elementos trabajan a compresión y a tensión para soportar las cargas verticales. Algunos elementos como las vigas que trabajan deflexiones y axiales en la que estas están conectadas por intermedio de coaliciones usualmente rígidas para dar una mejor persistencia a las estructuras. Las edificaciones que normalmente esta constituidas por uno o más pisos son aporticados.

**La cascara** de un sistema constructivo metálico sirve para dar espacio a los elementos que lo componen en las cargas de transporte en la mayoría de los casos estos se les conoce como esfuerzos a la compresión. Estos tipos de sistemas se encuentra en la mayoría de los casos en las edificaciones publica como coliseos y estadios protegidos o semi protegidos.

**El sistema colgante** es una estructura que está formado principalmente por los cables. La que le constituye elemento primordial de resistencia o soporte a través de una línea catenaria de donde salen los soportes secundarios de los cables. Estos tipos de estructuras se encuentran en los puentes y en algunos edificios.

**sistemas de edificios en estructura metálica** sistema de edificios de estructuras metálicas en general es muy complejo y en la que la estructura es un sub sistema que están construidos mediante un sistema metálico para distintos trabajos en la que están diseñados para resistir cargas permanentes y temporales. Las cargas permanentes generalmente son conocidas como las cargas muertas que son generados por el peso propio del edificio y las cargas vivía o temporales como las axiales que están producidas por las cosas que se pueden mover como muebles, viento, personas, agua, sismo, nieve y temperatura.

Un sistema metálico debe soportar una resistencia suficiente para ello se hace diseños como un efectivo amarre y los arriostramientos para que así de este modo permitan un trabajo eficaz.

### **ventajas de la estructura metálica**

**ventajas arquitectónicas en el diseño**, hay vario ventajas arquitectónicos como las ventajas constructivas, ventajas estructurales, ventajas ambientales, ventajas en el costo.

la estructura metálica tiene muchas ventajas debido a su resistencia ya que pueden salvar luces de mayor amplitud y con mayor libertad para diseñar en mayores alturas y generan menos carga muerta del mismo modo generan construcciones más livianas.

**ventajas constructivas**, al construir estructuras metálicas hace que no sea necesario tener una buena capacidad portante sin embargo al tener menos carga muerta y ser más liviana hace que este tipo de estructuras no sea igual a otros sistemas ya que tiene menor tiempo de construcción y tolerancias mínimas y para la fabricación requiere poco espacio y la construcción necesariamente debe ser con mano de obra calificada con facilidad en cualquier zona con una facilidad de reformación y ampliación horizontal y verticalmente.

**ventajas estructurales**, en caso de sismos la estructura metálica ofrece una mejor respuesta y las fisuras se presentan en raras ocasiones en la que es muy resistente y el clima no es muy dañina para las coordinaciones del montaje.

**ventajas ambientales**, las construcciones metálicas se pueden realizar en seco y con un nivel bajo de ruido, polvo, escombros y desechos.

**ventajas en el costo**, la rapidez en el montaje hace que la ejecución sea en menor tiempo que una estructura de concreto armado y lo que genera los gastos económicos sean mínimas y generan ahorros

**Desventajas de la estructura metálica** Los ruidos en estas estructuras se transmiten con mucha facilidad la que genera que la privacidad al hablar no sea

eficiente. Necesidad proteger material cuando el edificio se encuentra en zonas de atmósfera agresiva, puede provocar su corrosión es necesario que protejan la vulnerabilidad al fuego y para la ejecución de la obra es necesario contar con mano de obra calificada y especialistas en estos tipos de construcciones y los equipos que se usan son costosos para un mejor control de calidad lo cual es muy riesgoso y las industrias son importantes pero la industria nacional no las produce.

**Montaje en estructura metálica**, este proceso se lleva a cabo en la obra mismo. La estructura metálica está conformado por elementos que han sido totalmente fabricados por lo que el proceso de montaje consiste en el ordenamiento y previsto en la fabricación y que se obtiene como resultado final que es un conjunto estructural del proyecto aprovechando la fabricación un montaje muy bien preparado, programado y contado con la mano de obra y los equipos calificados adecuadamente se debe desarrollar en un tiempo mucho menor al necesario para ello la consideración de la mano de obra calificada es muy importante para poder ganar tiempo ya que si considera a la mano de obra menos calificada se demorara mucho más tiempo de lo necesario.

**Embarque de las piezas a la obra** luego que el encargado de la partida de montaje y el encargado de la partida de la obra civil y la supervisión lleguen a un acuerdo en la forma de ejecutar la obra para elaborar un cronograma de montaje y las fechas de entrega.

### **Modo de uso**

**El uso del acero en naves industriales los** aceros para las naves industriales son de suma importancia y más elemental para las edificaciones de grandes luces entre los pilares, especialmente cuando la sobre carga es muy reducida. Según la revista de SENSER define que:

El uso del acero para naves industriales es a partir de los 20 m de luz libre entre las competencias los sistemas de construcción de hormigón y acero y si es un valor de 30 m en adelante la balanza se inclina para el lado del acero (2016, p. 6)

Para las naves industriales en general se hacen el uso de las estructuras metálicas debido a que estas tienen una amplia luz libre.

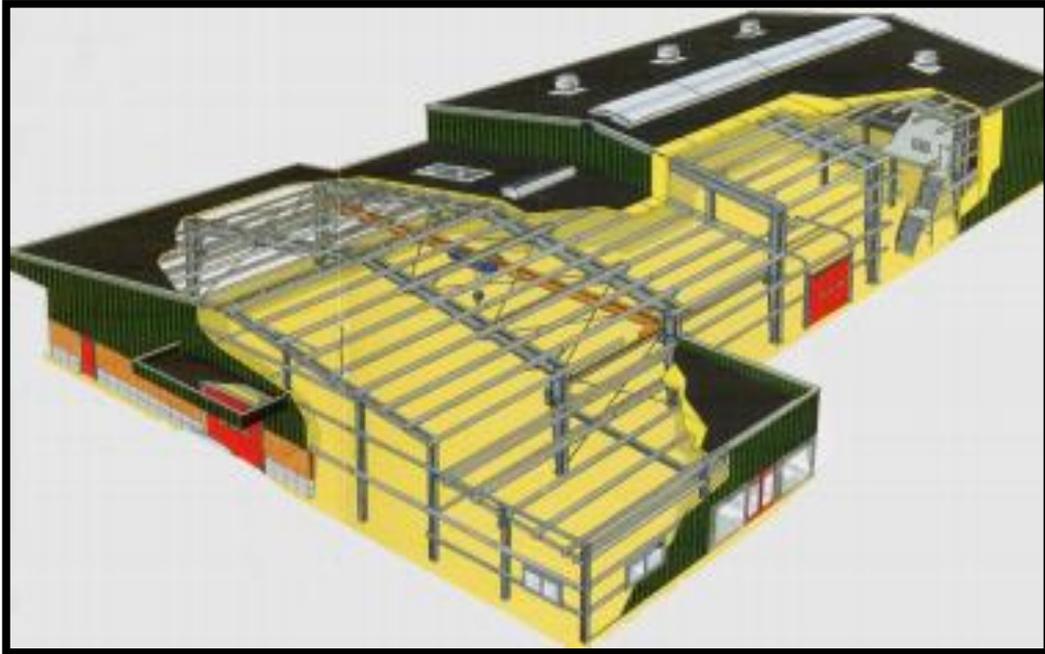


Figura 08: acero en naves industriales  
Fuente: revista industrial de acero

### **Especificaciones. Métodos y cargas de diseño**

**Las normas de la construcción** son muy importantes ya que en todas las construcciones estos nos sirven como base referencial. según la definición de Navarrete (2003) indica que el diseño construcción es un documento legal que contiene los requerimientos relativos a la seguridad estructural, construcción, seguridad contra el juego, ventilación y accesibilidad para minusválidos, un reglamento en la construcción tiene fuerza legal y administrado por una entidad gubernamental como una ciudad, un municipio o para algunas áreas metropolitanas grandes. Los reglamentos no dan procedimiento de diseño para ello se especifican los requisitos y restricciones de diseño que deben satisfacerse. De particular importancia para el ingeniero estructurista es la prescripción de las cargas vivas mínimas en edificios aun que en la mayoría de los casos el ingeniero esta alentado a investigar las distintas condiciones de cargas reales y a determinar sus valores, la estructura debe ser capas de soportar todas las cargas mínimas que se trasmitan en ella.[20]

Para la presente tesis de investigación, se hará uso del **RNE**, que tiene por objetivo normas, los criterios y requisitos mínimos para el diseño y ejecución de las habilitaciones urbanas y las edificaciones, permitiendo de esta manera una mejor ejecución de los planes urbanos, es la norma técnica rectora en el territorio nacional que establece los derechos y responsabilidades de los actores que intervienen en el proceso edificatorio, con el fin de asegurar la calidad de la edificación. EL **RNE** es de aplicación obligatoria para quienes desarrollen procesos de habilitación urbana y edificación en el ámbito nacional, cuyo Resultado es de carácter permanente, público o privado. Las normas empleadas son las Siguietes:

### **Tipos de cargas**

Según Bartolomé (1998) las edificaciones y todas sus partes deberán ser capaces de resistir las cargas que se les impongan como consecuencia de su uso previsto. Estas actuaran en las combinaciones prescritas y no deben causar esfuerzos ni deformaciones que excedan los señalados para cada material estructural en su norma de diseño especifica. Además, estas cargas son clasificadas en siguientes tipos: Cargas estáticas, cargas dinámicas y otras solicitadas. **[21]**

### **cargas estáticas**

Son aquellas que se aplican lentamente sobre la estructura, lo cual hace que se originen esfuerzos y deformaciones que alcanzan sus valores máximos en conjunto con la carga máxima, prácticamente, estas solicitaciones no producen vibraciones en la estructura y estas son:

### **carga muerta**

Según el RNE E-020 (2009) son cargas gravitacionales que actúan durante la vida útil de la estructura; peso propio de la estructura o adheridos a ella (acabados, tabiquería, tuberías, cubiertas de techos, cielos rasos y otros).

### **carga viva**

Según Bartolomé (1998) es aquella carga de gravedad de carácter movable, que dependen del tipo de uso de la edificación, tales como: peso de los ocupantes, materiales, muebles, nieve, agua, equipos y otros elementos móviles soportados por la edificación. [22]

### **cargas dinámicas**

Según el RNE E-020 (2009) es muy importante diferenciar estas cargas de las que actúan sobre el techo o azoteas, dentro de estas tenemos: carga viva mínima repartida indicada en el Anexo 1, la carga viva concentrada (pisos y techos que soporten cualquier tipo de maquinaria u otra carga viva concentrada en exceso de 500 kg-f incluido el peso de los apoyos o bases), y tabiquería móvil estas son distribuidas por unidad de área tales como (50 y 100 kg-f/m<sup>2</sup> para divisiones livianas móviles de media altura y de altura completa respectivamente)

## **III. METODOLOGÍA**

### **3.1 Tipo y diseño de Investigación**

#### **3.1.1 Tipo de investigación: Aplicada**

Según Vargas nos dice:

Una investigación es aplicada por que los datos o investigación que se realizan son a partir de las teorías ya existentes o teorías ya demostradas por otros investigadores, también se dice que es una investigación aplicada porque es una investigación que busca dar solución a una o más problemas reales de la sociedad. según Vargas:

La investigación aplicada o también conocido como la investigación practica o empírica que en general se caracteriza por buscar una solución a un problema a través de un conocimiento ya adquiridos que a la vez se adquieren otros añadiendo o remplazando por otros conocimientos (revista educativa, 2009, p, 6).[23]

También por otro lado según Rodríguez;

la investigación aplicada uso de los métodos pasados con el propósito de resolver una o más problemas prácticos existentes de la sociedad. La investigación aplicada es de conocimiento creciente de que se pueden utilizar más adelante. Hoy en día este tipo de investigación es muy importante para resolver algunos problemas que se dan por algunas causas como la falta de recursos naturales (2019, p. 2).[24]

Este proyecto de investigación es aplicado debido a que se emplean teorías y conocimientos ya demostradas por otros investigadores, esta investigación se trata de la comparación de las estructuras metálicas con la estructura que son empleada usando el sistema tubest.

### **3.1.2. Diseño de la investigación:**

Según Tamayo nos dice:

- Un proyecto investigativo es experimental porque para dar los resultados de la investigación es necesario hacer la manipulación de uno de las variables en general las variables que sufren alguna modificación son las variables independientes. Según Tamayo:
- El diseño experimental se ha planteado con el propósito de dar un resultado con la mayor confiabilidad posible de uno o más investigaciones llamados experimentales. Las características de la investigación experimental son que requiere la manipulación de uno de los variables o factores experimentales, también es necesario que se emplean grupos para ser comprados. Este tipo de investigación es la más adecuada para dar resultados de las investigaciones de causa efecto (2004, pp. 44).[25]
- Este proyecto es experimental debido a que para dar los resultados es necesario hacer la manipulación de la variable independiente que en este caso son las estructuras son el sistema tubest.
- **Cuasiexperimental** Según Palella y Martins 2010) definen:

- Que la investigación cuasiexperimental es usada generalmente cuando se usa un diseño no experimental verdadero. La investigación cuasiexperimental esta netamente basado en el reconocimiento en los distintos factores que pueden interferir en la validez externa e interna de lo tratado haciendo el uso de los distintos grupos intactos de sujetos ya que no es posible seleccionar sujetos de estudio al azar (p. 23).[26]
- La presente investigación es cuasiexperimental debido a que tiene dos grupos y los grupos se han elegido por el investigador ósea por mi persona. Los grupos que van a participar para dar los resultados de manera precisa a la investigación.

### **3.1.3. Nivel de investigación:**

Según Jiménez nos dice:

Es de nivel explicativo debido a que explica la influencia y diferencia que existente entre las dos variables. Según Jiménez (1998):

Las investigaciones explicativas parten de un problema muy bien formulado en la cual es necesario conocer la relación-causa efecto. En este tipo de investigaciones el planteamiento de la hipótesis es indispensables ya que en las hipótesis se pretende explicar las causas que surgirán del problema íntimamente (p. 13). [27]

Conociendo la definición de una investigación de acuerdo a su fin investigación explicativa, este proyecto es explicativa causal ya que explica la diferencia que existe entre las estructuras con tubos modulares con respecto a las estructuras de estructuras metálicas.

### **3.1.4. Enfoque de investigación**

Según Pita y Pertegas definen que:

Una investigación con un enfoque cuantitativa es cuando la investigación da como resultados numéricos a partir de los hipotesis. Según Pita y Pertegas definen que:

la investigación con un enfoque cuantitativa es aquel donde se capta y analiza los datos cuantitativos de las variables de la investigación, la investigación cuantitativa esta netamente basada en la inducción probabilística, es objetiva hace inferencias más allá de los datos (revista metodológica, 2002, p. 3). [28]

Por otro lado, Sarduy define que: “la investigación con un enfoque cuantitativa almacena, procesa y finalmente analizar los diversos datos recopilados de manera numérica de las variables de estudio previamente determinadas y esto hace que la investigación sea más profunda” (revista cubana. 2006, par. 6).[29]

Esta investigación es cuantitativa porque las respuestas que se obtiene son extraídas de las hipótesis que sean plantado de la comparación de las resistencias, estética y costos entre las estructuras metálicas y las estructuras con el sistema de tubos modulares.

### **3.2 Variables y operacionalización:**

#### **Variable independiente**

- Vigas metálicas en la construcción de naves industriales

#### **Variables dependientes**

- Comportamiento estructural del tubo modular

### **3.3 Población, muestra y muestreo:**

La unidad de análisis son todos los sujetos que tienen las mismas características que la muestra y que van a ser medidos y que estos necesariamente deben ser definidos con propiedad ya que sobre esto es que se va focalizar el estudio lo que hay tres tipos de unidad de análisis como: unidad de análisis de muestreo, de contexto y de registro. Según Hernandez, Mirabal y Otalvora (2014) manifiestan

que: “La unidad de análisis representa la mayor parte de un estudio para hacer la medición” (pp.12).[30]

Para este proyecto de investigación se tomó como unidad de análisis a todas las estructuras metálicas para naves industriales.

**Población** Según la definición de Risquez y Col (2002) manifiestan que:

la población en una investigación es el conjunto total infinito o finito de los elementos que se van a ser estudiados o también conocido como unidad de estudio que pueden ser grupos, estados, comunidades, instituciones, objetos, actividades, asociaciones, personas, etc. Dicho de otra manera, la población es el universo de una investigación y esta población debe cumplir con ciertas características y estratos (p. 48). [31]

Teniendo un previo conocimiento sobre población en este trabajo de investigación se tomó como población todas las estructuras metálicas de las naves industriales.

**Muestra** es un pequeño grupo sacado de la población la cual solo se trabajará con este pequeño grupo para dar un buen resultado y luego generalizar en la población. La muestra es una parte de la población total. Lo cual se toma para estudiar las características que posee la población. Según Kerlinger: “La muestra es un pequeño fragmento que representara a la población, de tal manera que los resultados se pueden generalizar con los elementos que conforman la población” (2002, p.14). [32]

En este proyecto de investigación se toma una muestra no probabilística debido a que la muestra será identificada personalmente por el investigador por lo que se tomara como muestra son las vigas de la estructura metálicas de la nave industrial porque gracias a la evaluación de esta muestra se podrá analizar el rendimiento óptimo de una viga metálica a su vez se podrá comparar los costos y el proceso constructivo de las variables.

**El muestreo** es un procedimiento que se realiza para conocer las características de la población y para ello este conjunto de elementos deberá ser extraído de la población. Según Tamayo define que:

Que el muestreo es proporcionar conocimiento para una buena selección de la muestra y para ello hay dos tipos de muestreo el muestreo

probabilístico y el muestreo no probabilístico, para el muestreo probabilístico el muestreo es estratificado y son elegidos al azar ya que en este tipo de muestreo todas tienen la posibilidad de participar en la muestra, en el muestreo no probabilístico es elegido por conveniencia (2015, p. 4)[33]

En este proyecto se hará el empleo del muestreo no probabilístico porque los elementos que pertenecerán en la muestra lo elegiré yo como investigador dependiendo de las características que necesito estudiar para dar los resultados.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

#### **Técnicas de recolección de datos**

al realizar la cogida de datos es una etapa muy importante en este proyecto de investigación, al hablar de recopilación de datos nos referimos a una gran variedad de técnicas y las herramientas que se emplearán para que se puedan desarrollar y analizar los distintos sistemas de información, así como las entrevistas, encuestas, cuestionario, la observación, diagrama de flujo y el experimento. Según la definición de Cerda (2009):

Según los paradigmas que dominan el campo de la investigación, los instrumentos que se usan generalmente no difieren entre sí. La elección de los instrumentos es uno de los capítulos de mucha importancia para la recopilación de los datos ya que si no se hace una buena recolección de datos no se puede dar una buena información acerca de lo que buscamos resolver un problema de la sociedad (p. 2).[34]

Esta etapa en el presente proyecto es de suma importancia y para ello esto se debe seleccionar con mucho criterio ya que esta selección depende los resultados y para ello en este trabajo de investigación se seleccionó dos técnicas para la selección de datos la primera técnica es la observación debido a que en el instante en el que se emplearan los ensayos se deben observar todos los procedimientos, la segunda

técnica es el experimento ya que para dar un resultado a este proyecto de investigación es necesario hacer la manipulación de la variable independiente.

### **La observación**

Es una técnica del registro visual lo que se presenta y ocurre en una determinada situación de los acontecimientos en base a los distintos esquemas previstos. Mediante esta técnica se pueden recopilar datos de enfoques cuantitativos y cualitativos ya que como su nombre mismo lo dice con esta técnica solo se observa a los individuos, actividades, conductas, los distintos factores ambientales entre otras características que esto depende de las distintas variables de estudio. según la información de Koch manifiesta que:

la observación es una técnica de fácil aplicación que lo puede realizar el mismo investigador y claro siempre en cuando esto sea validado por un experto. El observador es un participante donde es el pleno responsable de recopilar datos y la ventaja que radica en ello es la naturalidad en la que se desenvuelve, pero el investigador puede tener un rango de dificultades al no poder ser objetivo (2016, p. 3).[35]

La observación es un método o técnica de suma importancia en este trabajo de investigación ya que si no hacemos la observación al momento de emplear los instrumentos los resultados que se obtienen serán erróneos es por ello que en esta etapa se harán los ensayos y con una minuciosa observación.

### **El experimento**

Es una técnica del método científico muy eficiente para la recopilación de datos para una investigación científica de diseño experimental. Según Loubet define que:

La técnica del experimento es una técnica que intenta comprobar las hipótesis planteadas y estas deberán de estar muy bien supervisadas

por el investigador ya que esta técnica controla directamente las circunstancias que estudia en el campo el uso del experimento debido a que es mucho más factible hacer el control del laboratorio y los ensayos o experimentos que se hacen (2018, p. 4)[36]

Conociendo la definición de la técnica del experimento se hará el uso de esta técnica debido que se empleará el ensayo de flexión de las planchas de acero del mismo modo también se hará una experimentación con el modelamiento en los softwares de ingeniería civil como el ETAPS y el SAP 2000.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Son para realizar la recolección de información o de los datos es muy importante identificar un instrumento que haga las mediciones adecuadamente y que se pueda registrar datos que se puedan observar y que representen de manera confiable a las variables que tiene la investigación. Según Gallardo define que: “Una investigación de enfoque cualitativa tanto como cuantitativa el investigador pretende utilizar distintos instrumentos para la información que se obtenga sea válida” (2015, p. 479).[37]

Conociendo la definición de recolección de datos se afirma que esta etapa es una de las etapas que no se pueden obviar debido que para dar por culminado un proyecto de investigación requiere de resultados y si no se tiene ningún dato recolectado no se podrá finalizar un proyecto es por ello que en este proyecto de investigación el instrumento que se usará son los ensayos de compresión y flexión al acero y del mismo modo se recopilarán informaciones de los softwares que se emplearán como el SAP 2000 y el ETABS.

### **La validez Después**

Después de concluir con la recopilación de los datos se debe validar los datos y para ello se debe contar con los expertos. según Quiroz manifiesta que:

Que la validez es un instrumento que ayuda a medir que el instrumento mida solo lo que tenga que medir lo cual el instrumento es válido si mide el indicador

correcto, las características que mida es el grado de confiabilidad que debe tener un instrumento para dar resultados correspondientes y fiables (2015, p. 13).[38]

Para que un instrumento sea validado esto debe ser supervisado y revisado por el experto en el área como ingenieros y los de laboratorio. Así mismo para que un instrumento sea llamado como validado estos deben medir solo lo que se pretende medir para así lograr dar un buen resultado.

### **Confiabilidad**

Para que la confiabilidad sea adecuada debe los resultados que se obtengan al realizar las mediciones repetidas veces ser similares o iguales sin importar de la persona que lo mida o utilice el instrumento. Según Moreno manifiesta que; “La definición de confiabilidad es el valor que se observa de uno o varias características para la aplicación del instrumento y al aplicar los instrumentos adecuados los resultados que se obtendrán deben ser parecidos o iguales” (2015, p. 48).[39]

Para que un instrumento que se va usar sea fiable debe esto estar muy bien calibrado para que los resultados no tengan ningún tipo de variaciones ni alteraciones sin importar del lugar y la persona que lo empleara para ello antes de hacer el uso del instrumento debe ser debidamente revisado.

### **3.5 Procedimientos:**

Para realizar un trabajo de investigación lo primero que se hizo es buscar otras investigaciones ya existentes y ver su realidad problemáticas, objetico, resultados y conclusiones para así guiarme de algún título que me llame la atención, plantea varios tilos de investigación y se lo mostré al asesor y el me sugirió hacer un título lo cual a medida que se fue avanzando con el proyecto de investigación fue modificándose algunas palabras por muchas razón como por ejemplo por la realidad problemática, marco teórico, al momento de armar la matriz operacional de variables y la matriz de consistencia y al final el presente trabajo de investigación quedo con el título de **Evaluación técnico y económico del tubo modular en reemplazo de vigas metálicas de las naves industriales, manzana k, Urbanización el Trébol II etapa, Los Olivos – 2019**, en este proyecto de investigación se tiene como problema general lo siguiente ¿Determinación de qué manera varía la evaluación técnico y económico del tubo modular en reemplazo de las vigas metálicas de las naves industriales, manzana

k, Urbanización el Trébol II etapa, Los Olivos – 2019? seguidamente se planteo los objetivos y el hipótesis, Para sacar los resultados en el desarrollo del proyecto de investigación, también se planteó los problemas específicos a partir de la matriz operacional de variables que a partir de los problemas específicos también se plantea los objetivos específicos y las posibles respuestas a los problemas que son los objetivos específicos. Siguiendo con el formato de la tesis se llegó al segundo capítulo el método lo cual se especificó el tipo, nivel, enfoque y diseño de la investigación por lo que en este caso el proyecto de investigación es de tipo aplicada, nivel explicativo, enfoque cuantitativo y de diseño experimental, silgadamente se planteó la unidad de análisis, población, muestra y muestreo, la técnica de recolección de datos lo cual se usó latentica de observación y experimento lo cual el instrumento para la técnica de observación son las fichas técnicas y para los experimentos son los ensayos que se van realizar en este caso el ensayo a la flexión de las planchas de acero y más los modelamientos en el software ETABS, validez y confiabilidad, en este caso se hizo la validación de los instrumentos con tres ingenieros civiles colegiados y esto será corroborado en el desarrollo del proyecto de investigación y para confiabilidad en el desarrollo del proyecto de investigación al momento de realizar los ensayos las materiales y las herramientas que se van usar deben estar calibrados y poseer una certificación vigente.

Para el análisis de los costos se fue a distritos laboratorios para hablar acerca del tema y se corroboró que menos gasto económico es en la Universidad Nacional de Ingeniería y al final de todo el armado del proyecto de investigación se armó el cronograma de ejecución del proyecto de investigación y desarrollo del proyecto de investigación.

### **3.6 Método de análisis de datos:**

Para hacer el análisis de los datos recopilados con los instrumentos adecuados y muy bien calibrados y graduados se deben hacer los ensayos necesarios en este proyecto de investigación se harán ensayos a flexión del sistema tubest y de los materiales metálicos además de ello se harán los modelamientos en el software como el SAP 2000 y en el ETABS para dar resultados confiables y precisos y generar más conocimiento y material de investigación con este trabajo de investigación.

Tabla 01: Métodos de análisis de datos

Numero	Nombre de ensayo	Duración	Proceso (como se va realizar)
1	Flexión en los aceros	1 mes	Antes de empezar a realizar los ensayos se debe tomar las respectivas medidas y las dimensiones de las probetas, este proceso se realiza con un gran cuidado y se debe hacer la correcta implementación y hacer las calibraciones correspondientes y hacer el uso del calibrador llamado "pie de rey" y la regla que es un instrumento de medición de suma importancia para tomar el valor la muestra. Para tomar las medidas de las probetas usando las unidades de medida en el SI y estas medidas deben estar en milímetros. Después de someter las probetas a flexión los datos serán útiles para realizar los cálculos correspondientes en el ensayo. Luego con ayuda de un experto se hace la calibración de un software de la maquina universal para realizar el ensayo flexión según los parámetros establecidos. Para que el ensayo proceda de manera correcta se debe tomar todos los datos de manera correcta
2	Modelamiento estructural en el SAP 2000	2 semanas	Para hacer este procedimiento o este modelamiento lo primordial es saber manejar el programa ETAPS
3	Modelamiento estructural en el ETAPS	2 semanas	Para hacer este procedimiento o este modelamiento lo primordial es saber manejar el programa SAP 2000

Fuente: Elaboración propia

### 3.7 Aspectos éticos:

El presente proyecto de investigación se trabajó con mucha responsabilidad y esfuerzo por lo que se empleó el uso de la norma ISO, los reglamentos y algunos trabajos de investigación que tienen alguna similitud con el presente trabajo de investigación en la que se usó como antecedentes para al finalizar hacer una discusión.

## IV. RESULTADOS

### Nombre de la Tesis:

"Evaluación técnica y económico del tubo modular en reemplazo de vigas metálicas de las naves industriales, manzana k, Urbanización el Trébol II etapa, Los Olivos – 2019"

#### 4.1. Ubicación Geográfica

El proyecto está ubicado en Lima, provincia de Lima, departamento de Lima, distrito de Los Olivos, como se muestra en la figura de ubicación en Google Maps.



Figura 19: Ubicación de la Zona

Presentación del diseño de necesidades que tiene hoy en día los hangares para almacenamiento de sus productos.



Figura 21. Nave industrial con sistema metálico Tubest (Autosoportante)

Deficientes encontrados La calidad de estos elementos es cuestionable ya que la mayoría tienden a ser frágiles por lo que aquellos elementos que se encuentran a compresión tienden a tener su falla frágil.



Figura 7. Nave industrial de estructura reticular

Proyecto de referencia está ubicado en Lima, provincia de Lima, departamento de Lurín, para extraer la información en una zona que presentaba similitud.



Figura 20: Proyecto de parque industrial Macropolis- Lurín

#### 4.2. Trabajo De Obtención de Datos

En la época de emergencia sanitaria de Febrero.20 a Julio.20 que nos tocó vivir, donde el virus del Covid.19 estuvo convertido en una Pandemia, no se podía salir de los domicilios porque se decretó la inmovilización domiciliaria, estaba prohibida el transporte en bus local e interprovincial y los laboratorios de Suelos y Concreto se mantuvieron cerradas, el mejor recojo de la información de los datos para

elaborar el Desarrollo del Proyecto de Investigación fue mediante la técnica del Análisis Documental.

Método que dio la oportunidad de obtener datos mediante el acceso a la información de los ensayos realizados de las tesis presentes en los repositorios de las Universidades que contaban con la carrera de Ingeniería Civil a nivel nacional e internacional, así como también obtener la Teoría de los Artículos Científicos los cuales se encontraban en las páginas web de las revistas de investigación on line.

### 4.3. Trabajo De Laboratorio

Las Tablas y Figuras Bases de los ensayos realizados de resistencias de (dimensionamientos, resistencia de flexión y costos), para la estructura que se muestran a continuación fueron obtenidos mediante los programas SAT y ETABS tanto del tesista y también cuadros propios, que se muestran a continuación fueron obtenidas por medio del análisis documental a los ensayos practicados realizados en la presentes Tesis de: Mendoza, Ricardo (2018) en su investigación titulada Sistema metálica Tubest para la optimización en la construcción de naves industriales en Lima en el 2018 para obtener el título profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo realizado en la ciudad de Lima – Perú

#### Dimensionamientos (montaje)

Los datos del contenido de dimensionamientos (original) fueron obtenidos, considerando las características correctas de las dimensiones tales como pesos y cargas provenientes de los elementos estructurales tales como columnas, vigas, cobertura, luminarias etc. además de las cargas vivas que provienen del tránsito de personas, equipos o mobiliario móvil que se desplazará en el techo para el proceso de instalación o mantenimiento, tolerancias permitidas en el producto terminado son:

Características	Tolerancia
Cotas de caras	+10mm / -2mm
Escuadra	± 2°
Reviramiento	2 mm/m
Rectitud	2 mm/m

Tabla: Las tolerancias permisibles para las variables

para ello mostraremos dos cuadros de análisis Techo metálicos estructuras(convencional) VS Techo autoportante

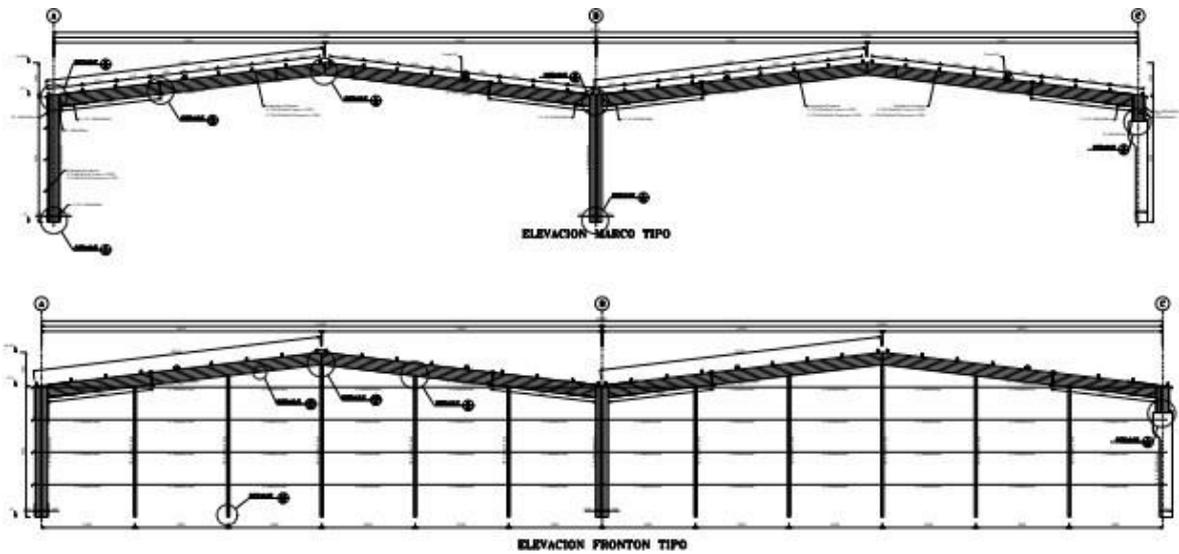


Tabla de pesos del Sistema Autoportante

Metrado de nave industrial Tubest								
Tipo	Descripción	N° de veces	Largo (m)	Ancho (m)	Met. Inc	Kg	Peso total	
<b>Techo</b>								
Correa	Perfil Z Tubest	Z 175x75x20x3.0	39	79.3	3092.7	8.25	25508.5896	
Arriostres	Barras lisas	Barra 16 mm	128	11.3	1446.4	1.58	2285.312	
<b>Cerramiento</b>								
Correas laterales	Perfil Z Tubest	Z 150x50x15x2.0	6	78.9	473.4	4.20	1988.28	
Arriostres	Perfil tubular rectangular	[]150X150X3	12	10.4	124.8	13.7	1709.76	
Postes de cerramiento	Perfil Tabes	Tbc 200x150x3	10	8	80	17.1	1368	
<b>Vigas</b>								
Vigas	Perfil Tubest	Tb 700x200x5x4	56	15.737	881.272	52.5	46266.78	
Refuerzo de viga	Plancha metálica	PL1200x200x6	10	1	10	135.65	1356.5	
<b>Columnas</b>								
Columnas de marco central	Perfil Tubest	Tb 700x200x5x4	28	7.5	210	52.5	11025	
refuerzo de columna	Plancha metálica	PL1200x200x6	4	1	4	135.65	542.6	
Columnas laterales	Perfil Tubest	Tb 700x200x5x4	14	1.5	21	52.5	1102.5	
<b>Racks</b>								
Puntales	Perfil tubular rectangular	[]150X150X3	2	69.25	138.5	13.7	1897.45	
					Peso total de Nave industrial		95050.7716	

Tabla 1: pesos del Sistema Autoportante

Tabla de pesos del Sistema de Ama Llena

Metrado de nave industrial Alma llena								
	Tipo	Descripción	N° de veces	Largo (m)	Ancho (m)	Met. Inc	Kg	Peso total
<b>Techo</b>								
Correa	Perfil Zetal Z	Z 175x75x20x3.0	39	79.3		3092.7	8.25	25508.5896
Arriostres	Barras lisas	Barra 16 mm	128	11.3		1446.4	1.58	2285.312
<b>Cerramiento</b>								
Correa lateral	Perfil Zeta Z	Z 150x50x15x2.0	6	78.9		473.4	4.20	1988.28
Arriostres	Perfil tubular rectangular	[]150x150x3	12	10.4		124.8	13.7	1709.76
Postes de viento	Perfil rectangular	[]200x150x3	10	8		80	16	1280
<b>Vigas</b>								
Vigas	Vigas.H.W.AlaAncha.	W 18x65	56	15.737		881.272	89	78433.208
Riostres	Perfil angular LI	L 132x3	416	0.8		332.8	1.3	432.64
<b>Columnas</b>								
Columnas de marco central	Vigas.H.W.AlaAncha.	W 18x65	28	7.5		210	89	18690
Columnas laterales	Vigas.H.W.AlaAncha.	W 18x65	14	1.5		21	89	1869
<b>Racks</b>								
Puntales	Perfil tubular rectangular	[]150x150x3	2	69.25		138.5	13.7	1897.45
Peso total de Nave industrial								134094.24

Tabla 2: pesos del Sistema Alma Llena

## INTERPOLANDO

“Consiste en hallar un dato dentro de un intervalo en el que conocemos los valores en los extremos” [25] ante ello, insertamos nuestros datos dentro del intervalo donde conocemos los valores ya experimentados, para obtener los nuevos resultados, toda vez que, se asemejan en tipo de dimensionamientos, resistencia de flexión y costos de la presente Tesis.

[25] webcindario.com.

### Interpolation Theory

Alessandra Lunardi (2018) “Interpolation Theory” is a Full Professor at the Università di Parma in Italy. Como conclusión This book is the third edition of the 1999 lecture notes of the courses on interpolation theory that the author delivered at the Scuola Normale in 1998 and 1999.

In the mathematical literature there are many good books on the subject, but none of them is very elementary, and in many cases the basic principles are hidden below great generality.

In this book the principles of interpolation theory are illustrated aiming at simplification rather than at generality.

The abstract theory is reduced as far as possible, and many examples and applications are given, especially to operator theory and to regularity in partial differential equations.

Moreover the treatment is self-contained, the only prerequisite being the knowledge of basic functional analysis. Como conclusión manifiesta que consiste en hallar un dato dentro de un intervalo en el que conocemos los valores en los extremos. [30]

TESIS RICARDO DIEGO MENDOZA ACOSTA	
DIMENSIONAMIENTOS	
PESOS Y CARGAS	
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
Descripción	peso
Techo Metalico autoportante	95050.77

TESIS RICARDO DIEGO MENDOZA ACOSTA	
DIMENSIONAMIENTOS	
PESOS Y CARGAS	
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
Descripcion	peso
Techo Metalico Alma Lena	134094.24

TESIS RICARDO DIEGO MENDOZA ACOSTA			
DIMENSIONAMIENTOS			
PESOS Y CARGAS techo autoportante			
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
descripcion	peso	largo nominal	
viga	46266.78	15 mt	
refuerzo de viga	1356.5	15 mt	47623.28

TESIS RICARDO DIEGO MENDOZA ACOSTA			
DIMENSIONAMIENTOS			
PESOS Y CARGAS TECHO ALMA LLENA			
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
descripcion	peso	largo nominal	
VIGAS	78433.2	15 mt	
RIOSTRAS	432.64	15 mt	

--	--	--	--

INTERPOLACION LINEAL	
DISTANCIA	PESO
15	47623.28
1	3174.89
16	Y=50798.17
17	53973.05
18	57147.94
19	60322.82
20	63497.71
21	66672.59
30	95246.56

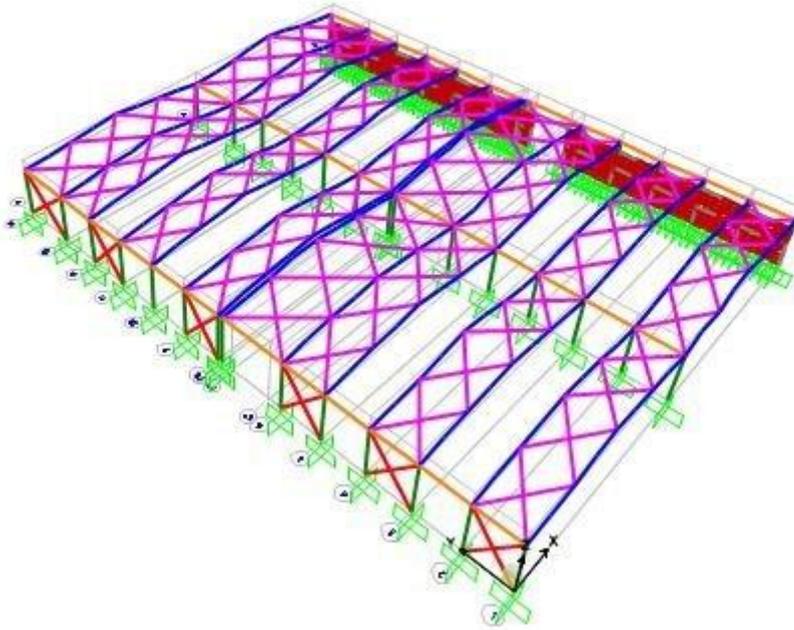
FUENTE PROPIA									
DIMENSIONAMIENTOS									
PESOS Y CARGAS									
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO									
	LARGO	PESO TOTAL	PESO ML			alto	ml	ancho	ml
VIGA NATURAL	15	44,646.83	2976.455			65.6	4.4	18.8	1.3
	16	47,623.28		1.00		70.0		20.0	
	17	50,599.74		2.00		74.4		21.3	
	18	53,576.19		3.00		78.8		22.5	
	19	56,552.65		4.00		83.1		23.8	
	20	59,529.10		5.00		87.5		25.0	
	30	89,293.65		15.00		131.3		37.5	

**Contenido Resistencia de flexión (fabricación)**

Para el análisis estructural se realizó un modelo con el programa SAP 2000, Los datos del contenido de resistencia de flexión (original) fueron obtenidos, considerando el diseño de los perfiles de la tesis y luego fueron interpolados con un diseño propio haciendo una corrida con el programa SAP 2000

**LUCES DE 32 MT**

proyecto de nave industrial de 5092m2 de área con pórticos de marcos rígidos a dos aguas con luces de 32m con alturas al hombro de 7.5m. Basados en la norma de diseño aplicado a la NTP 0.90 y la AISC.



### COMBINACIONES DE CARGAS EMPLEADAS

Las combinaciones de cargas usadas para encontrar a envolvente de esfuerzos sobre los elementos de la estructura son las siguientes:

Combinaciones	CM	CV	W	Ex	Ey	S
COMB 1	1.4					
COMB 2	1.2	1.6				0.5
COMB 3	1.2	1.6	0.8			
COMB 4	1.2		0.8			1.6
COMB 5	1.2	0.5				1.6
COMB 6	1.2	0.5	1.3			0.5
COMB 7	1.2	0.5		+1	+1	0.2
COMB 8	1.2	0.5		-1	-1	0.2
COMB 9	0.9		1.3			
COMB 10	0.9			+1	+1	
COMB 11	0.9			-1	-1	

Tabla 2 Combinaciones de cargas para LRFD

Donde:

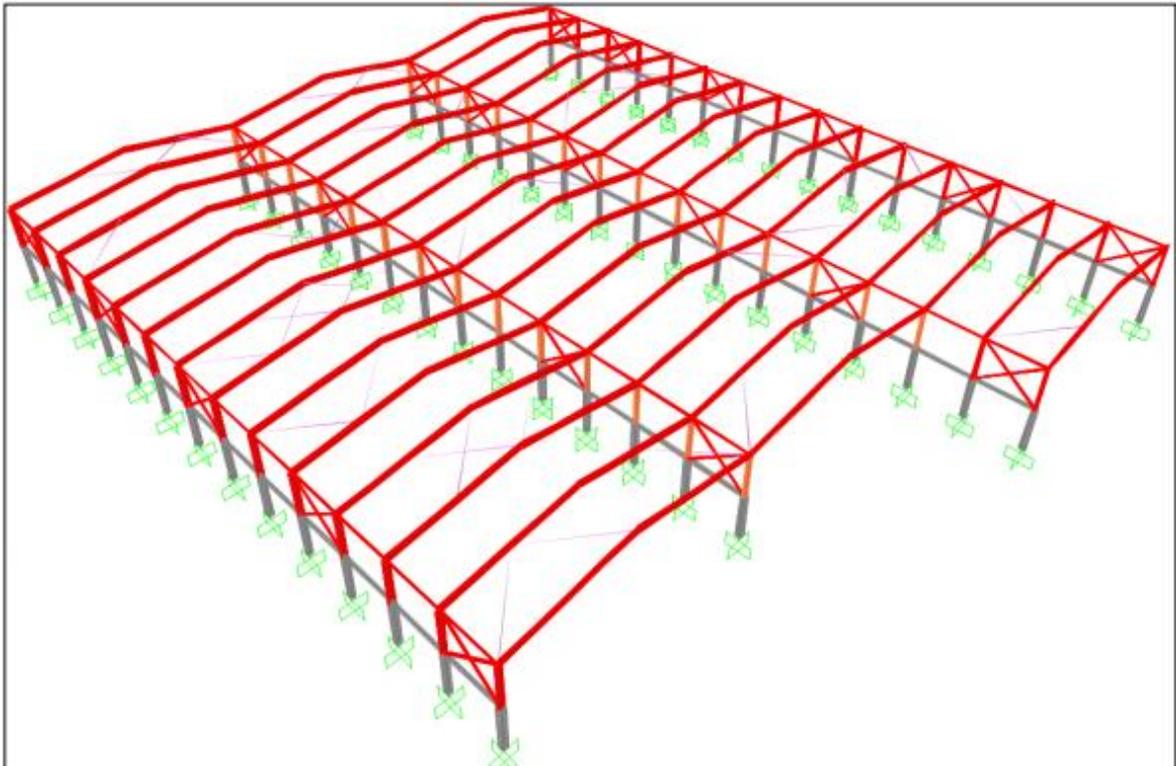
➤ CM: Carga muerta

- CV: Carga viva
- W: Carga de viento
- Ex: Sismo en la dirección X
- Ey: Sismo en la dirección Y
- S: Carga de nieve
- Resumen de cargas
- Cargas permanentes (CM)

Luces de 33.33 mt.

La estructura metálica a instalar tiene una luz aproximada de 100m con una área techada de 7500 m<sup>2</sup>, dicha estructura está compuesta por 3 pórticos de 33.33m de luz y todos con una caída de techo a dos aguas.





Combinaciones	CM	CV	W	Ex	Ey	S
COMB 1	1.4					
COMB2	1.2	1.6	0.8			
COMB3	1.2	0.5				1.6
COMB4	1.2		0.8			1.6
COMB5	1.2	0.5	1.3			0.5
COMB6	1.2	0.5		±1	±1	0.2
COMB7	0.9		1.3			
COMB8	0.9			±1	±1	

Donde:

- CM: Carga muerta
- CV: Carga viva
- W: Carga de viento
- Ex: Sismo en la dirección X
- Ey: Sismo en la dirección Y
- S: Carga de nieve
- Resumen de cargas
- Cargas permanentes (CM)

Las deformaciones admisibles por cargas de sismo son menores al límite máximo permitido que es de 0.02

Se observa que todos los perfiles tubest de viga y columna cumplen con las cargas últimas por compresión, flexión, corte, efectos combinados de flexo-compresión y flexión–corte.

En todos los pórticos se ha verificado que las deformaciones verticales admisibles por cargas de servicio sean menores de L/300.

### Costos

Los datos del contenido de los costos (original) fueron obtenidos, considerando las características correctas de los costos tales como, costos directos y costos indirectos el cual se obtiene del desglose de todos los elementos que intervienen, el cual permiten el mejorar el resultado, donde se contrasta dos vigas: techo metálico de alama llena VS sistema autosoportante

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO TOTAL	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
1	<b>Nave industrial Los potrillos</b>				
1.1	<b>Estructura metálica</b>				
1.1.1	<i>Fabricación de estructura metálica</i>				
1.1.1.1	Acero formado en frio (TUBEST)	kg	59762.28	6.4	S/382,478.59
1.1.1.2	Acero ASTM A36	kg	34288.49	4.86	S/166,642.06
1.1.2	<i>Montaje de estructuras metálicas</i>				
1.1.2.1	Acero Nave industrial	kg	95050.77	4.17	S/396,361.71
<b>Total, en S/.</b>					<b>S/945,482.36</b>

### Presupuesto de nave industrial con Sistema Tradicional de alma llena

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO TOTAL	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
1	<b>Nave industrial Los potrillos</b>				
1.1	<b>Estructura metálica</b>				
1.1.1	<i>Fabricación de estructura metálica</i>				
1.1.1.1	Acero ASTM A36	kg	134094.20	4.86	S/651,697.81
1.1.2	<i>Montaje de estructuras metálicas</i>				
1.1.2.1	Acero Nave industrial	kg	134094.20	4.22	S/565,877.52
<b>Total, en S/.</b>					<b>S/1,217,575.34</b>

Tabla 2: Costos del Sistema Tradicional alma llena

### **Interpolando**

“En el subcampo matemático del análisis numérico, se denomina interpolación a la obtención de nuevos puntos partiendo del conocimiento de un conjunto de puntos” [25] ante ello, insertamos nuestros datos dentro del intervalo donde conocemos los valores ya experimentados, para obtener los nuevos resultados, toda vez que, se asemejan en tipo de suelo, aditivos y porcentajes de la presente Tesis.

[25] Wikipedia.

Numerical Analysis: Historical Developments in the 20th Century

Brezinski, C., & Wuytack, L. (2012). Numerical analysis: Historical developments in the 20th century. Elsevier. Université des Sciences et Technologies de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq, Cedex, France This book brings together 16 papers dealing with historical developments, survey papers and papers on recent trends in selected areas of numerical analysis, such as: approximation and interpolation, solution of linear systems and eigenvalue problems, iterative methods, quadrature rules, solution of ordinary-, partial- and integral equations. Como conclusión manifiesta que es un estudio introductorio que aborda la historia de los primeros cursos sobre análisis numérico en varios países y los hitos con el desarrollo de algoritmos y conceptos muy importantes en el campo. [30]

Tabla 17 Cuadro resumen de resultados

Sistema metálico	Dimensiones de los perfiles				Peso de la nave industrial	Costo de la nave industrial	Tiempos de fabricación	Tiempos de montaje
	Alma		Patin					
	Longitud	Espesor	Longitud	Espesor				
Sistema Tubest	700mm	5mm	200mm	4mm	95050 kg	S/945,482.36	36 días	35 días
Sistema convencional	464mm	10.75mm	192mm	18.97mm	134094 kg	S/1,217,575.34	44 días	54 días
<b>Resumen de optimización</b>					39044 kg	S/272,092.98	8 días	19 días

A continuación, se muestra los resultados de un cuadro de comparación de costos, cabe resaltar que dichos resultados servirán para realizar los análisis correspondientes para de esta manera conseguir los objetivos planteados.

AUTOR	TÍTULO	N° DE OBRAS ESTUDIADAS	ASENTAMIENTO PROMEDIO (PULG)	ASENTAMIENTO PROMEDIO (CM)	PÁGINA
MENDOZA ACOSTA RICARDO DIEGO LIMA -2018	Sistema metálico Tubest para la optimización en la construcción de naves industriales	1			107
Miguel Vizuete Martínez ESPAÑA - 2013	CÁLCULO Y DISEÑO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CUBIERTA FOTOVOLTAICA Y ENTREPLANTA	1			142
ARQ. DENISE MONTOYA MARTINEZ MEXICO - 2016	OPTIMIZACION DE ESTRUCTURAS DE NAVES INDUSTRIALES EMPLEANDO TECNOLOGIA BIM	1			78

Fuente: elaboración propia.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1 Influencia de la evaluación técnica de los tubos modulares en las naves industriales

**Gonzales** (2014) en su trabajo de investigación concluyo que la fabricación y el montaje de las estructuras con tubos modulares en un pórtico rígido que mantiene su rigidez a una luz superior de la tradicional de distancias de 15 m; en los resultados corroboramos lo anterior, en la presente investigación se utilizó un pórtico rigidó de mayor distancia, mejorando los espesores y tamaños.

**Hipótesis** La evaluación técnica de los tubos modulares influye de manera positiva en el dimensionamiento de las vigas metálicas de las naves industriales varía de manera positiva. A partir de los resultados obtenidos con el software etabs y sap2000, aceptamos la hipótesis que tuvo como resultados que todos los perfiles autosoportados de viga y columna cumplen con las cargas permitidas últimas por compresión, flexión, corte, efectos combinados de flexo-compresión y flexión–corte.

**(valores)Pregunta:** ¿Cómo influye el La evaluación técnica en el dimensionamiento de las vigas metálicas en las naves industriales - Los Olivos 2019? al iniciar los estudios la viga tubular del techo era de 32 mt y mediante un estudio con el programa (etabs y SAP2000) se pudo llegar a observar que a pesar de darle mayor distancia a la viga esta no sufre deformaciones y a su vez la gran resistencia a las cargas y cambios realizados a su simetría.

**Consideraciones** : Al realizar la búsqueda del análisis documental en los repositorios universitarios y en artículos científicos, no se encontró Tesis con ensayos o corridas en programas sap2000 o etaps, en su reemplazo se realizó un corrida propia con el spa2000 con una viga nuevas de mayor distancia que hizo el mismo efecto.

### 5.2 Influye la evaluación técnica de los tubos modulares en la resistencia ala flexión de las vigas metálicas

**Ortiz**, (2018), en su trabajo de investigación concluyo que la carga que se considera para aplicar como una carga debe considerar las normas que están o que se rigen en el NEC-15 donde se establece una carga mínima para un super estructura. Por ello es importante tener en cuenta en el país que se debe tener en cuenta que tipo

de obra se va realizar si es una obra privada o pública; en los resultados corroboramos lo anterior, ya que mediante una corrida de diseño empleado en el Programa SAP2000, para considerar todo tipo de cargas en especial la carga sísmica. Se pudo verificar que, en todos los pórticos, las deformaciones verticales admisibles, por las cargas de servicio sean menores de  $L/300$ .

**Hipótesis** El proceso constructivo de los tubos modulares influye de manera óptima en la resistencia a la flexión de las vigas metálicas de las naves industriales. A partir de los resultados obtenidos con el software etabs y sap2000, aceptamos la hipótesis que tuvo como resultados que la prolongación de las vigas autoportadas no sufren deformaciones manteniendo su estabilidad rígida en todo el diámetro de la viga

**Pregunta:** ¿De qué manera el proceso constructivo de los tubos modulares influye en la resistencia a la flexión de las vigas metálicas de las naves industriales - Los Olivos 2019? Para ello se realizó una comparación de corridas mediante el programa de software sap2000 donde las pruebas que se realizaron fueron de análisis dinámico, diseño, control de deformaciones horizontales y verticales, donde quedo demostrado que al aumento de la viga y reforzamiento de la misma nos permite ganar mayores luces.

### **5.3 los costos los tubos modulares optimizan en el dimensionamiento de las vigas metálicas de las naves industriales**

**Aedo** (2016) en su trabajo de investigación concluyo que sus hallazgos fueron factibles ya que la fabricación y el montaje de las estructuras con el tubo modular con un pórtico rígido, El cual planteo para una nave industrial con pórticos con marcos rígidos de 20 m de luz y 48m de longitud con un área de 2880 m<sup>2</sup> obtuvo un costo de S/538,490.94.; en los resultados corroboramos lo anterior; en lo que se refiere al costo del sistema autoportados en una nave industrial de mayor área 5092 m<sup>2</sup> con marco rígido 33.33 m de luz libre y una longitud total de 63.9 m resulto ser de S/945,482.36.

**Hipótesis:** obtenidos los resultados, se confirma la hipótesis general que establece que optimiza los costos del tubo modular el techo auto soportado varia de manera

positiva en Lima. Dado que no altero los costos al prolongarse la viga tubular pero también se pudo observar que a diferencia de una viga metálica reticular se logró un ahorro de S/. 272,092.98 y a su vez la disminución del plazo de ejecución de la nave industrial 21 días.

**Pregunta:** ¿Cómo optimiza los costos los tubos modulares en el dimensionamiento de las vigas metálicas de las naves industriales - Los Olivos 2019? En el portico de 32 m2 el costo del m2 es de 185.68 soles el m2, en el techo de alma llena el costo del m2 es de 239 soles el m2 costo superior por 53.32 soles, en cambio en el portico de 33.3 que aumento su dimensión tanto en tamaño como en espesor el costo fue de 220.95 soles el m2 superior al portico de 32 mt pero menor por 18.05 soles que el techo de alma llena

## VI. CONCLUSIONES

**Objetivo General,** Se resolvió que, la evaluación técnico y económico del tubo modular en reemplazo de vigas metálicas de las naves industriales, manzana k, Urbanización el Trébol II etapa - Los Olivos, observando (mejoras positivas) en sus dimensionamientos, resistencia a la flexión y costos: al influir (H) en los diámetros y cargas, influir (H) en las distancias y resistencias y a su vez optimizar (H) el costo en tiempos de entrega e izajes.

**Objetivo Específico 1,** Se estableció como influye los espesores en los tubos modulares en las resistencias de las naves industriales, porque se obtuvieron valores superiores en el dimensionamiento, al aumentar 1 mt. las distancias se incrementó los espesores de 2 mm a 2.5 mm de espesor y al aumentar sus diámetros de 70 cm x 20 cm se incrementó a 80 cm x 25 cm entonces el mejoramiento es favorable Porque se aumento la distancia de 1 mt. Por lo que, hubo un mejoramiento al incluir en el proceso constructivo los tubos modulares en las naves industriales.

**Objetivo Específico 2**, Se estableció como influye los diámetros (espesor y tamaño) de los tubos modulares en las naves industriales, ya que influyeron en el ensayo realizado en el programa software sap2000 realizadas a las vigas de las naves industriales, al prolongarse 1 mt. mas de la viga autosoportadas; entonces el mejoramiento esta directamente relacionado al aumento de los diámetros (espesor y tamaño), por lo que el mejoramiento es positivo con respecto a una viga de alma llena tradicional

**Objetivo Específico 3**, Se estableció que el aumento en el diámetro de espesor y tamaño en la prolongación del acero incremento en el costo de las vigas metálicas 15%. Pero nos redujo mucho en los costos de fabricación y tiempos de entrega en un 20% el cual ayudo en el aumento de la viga; entonces la variación (aumento) el costo pero redujo en tiempo y fabricación el cual guarda relación con los porcentajes del presupuesto, pero en el tiempo garantiza la calidad de la viga ya que nos reduce el usar columnas de apoyos, por lo cual la dependencia positiva con respecto a la proporción optima de los diámetros queda comprobado (costo físico)

## **VII. Recomendaciones**

**Objetivo específico 1**, En la presente investigación al elegirse una tesis de un techo de viga tubular de 32 mt y se le incremento en los espesores y diámetros del tubo modular, se logró ganar más distancia, por ello para continuar con la investigación recomendamos incrementar más espesores y diámetros para lograr más luces.

**Objetivo específico 2** En la presente investigación al elegirse prolongar la distancia de la viga se obtuvo como resultado que la viga mantenía su estabilidad como el diseño original, por lo que, se recomienda seguir aumentando las luces libres para identificar los puntos donde deja de ser viable.

### **Objetivo específico 3**

Aunque se incrementó los costos del acero por el aumento del espesor y los diámetros, se pudo ver considerablemente como disminuyo los costos de la mano de obra en el montaje y tiempos de entrega del techo armado, por lo que, se

recomienda buscar otros medios que ayuden en el tiempo de la reducción de los costos.

Por último, se recomienda a futuro seguir realizando mas investigaciones no solo usando el tubo modular sino también hacer combinaciones entre acero tubular y concreto

## REFERENCIAS

1. AEDO, Eddy. Diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas de una nave múltiple con sistema tubest, para una planta industrial ubicado en zona industrial de Lurín. En su tesis (ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014
2. AISI. Supplement to the North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members, 2001 Edition: Appendix 1, Design of Cold-Formed Steel Structural Members Using Direct Strenght Method. American Iron and Steel Institute, Washington, D.C., 2004 SG05-1.
3. AMERICAN National Standards Institute. ANSI-AWS 2000: Código para soldadura estructural-Acero [en línea], Estados Unidos: Chicago, IL, 2000 [Fecha de consulta: 30 de marzo del 2018] Dispñible en: <http://www.soldaceros.com.pe/wp-content/uploads/2015/09/ANSI-AWS-D1.1.-2000.pdf>.
4. AISC. Manual Steel constuction, 30ava edición: EEUU. 2005.
5. BERMUDEZ, Carlos. Curso Básico de Estructuras Metálicas. 1º Edición. Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2005. 77pp.
6. BATHE, K. J., Finite Element Procedures, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, (2016).
7. CINTAC. Productos Tubest. (revista de ingeniería civil). (2): 01-2015

8. CAPECO. Costos y Presupuesto. Lima: Perú (2010).
9. CASAFONT M., Behavior of perforated sheet profiles sometimes made of flexo-compression. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) 2013.
10. CERDA, Hugo. Medios instrumentos, técnicas y métodos en la recolección de datos e información. (Revista de metodología de la investigación) Bogotá (19): 07-2009, p. 2.
11. ARNADO, Alfredo. Naves industriales con acero. (Revista SENER). Montevideo (05): 07-2016, p. 6.
12. D.A. Lind, R.D. Mason, W.G. Marchal (2001): Estadística para Administración y D. MOEN y SCHAFER B.W. Direct strength Design of Cold-Formed Steel Members with Perforations. American Iron and Steel Institute. Committee on Specifications for
13. DAVIES J.M. y LEACH P., Some Applications of Generalized Beam Theory, Eleventh International Specialty Conference on Cold-Formed Steel Structures, St Louis, Missouri, U.S.A., October 20-21, 2012.
14. GALLARDO Yolanda. Recolección de datos. Santa Fe de Bogotá. 2015, p. 47.
15. GARCIA, Jesus. Data analysis methodology. (Magazine of methodology). Madrid (12): 04-2014, p. 2.
16. GUEVARA Anzules, Manuel. (2009). Tesis: Cimentaciones superficiales, Guayaquil-Ecuador.

17. KOCH, Federico. Metodología de la investigación. (Revista de metodología de investigación) México (03): 03-2017, p. 3.
18. LOUBET, Roxana. Recolección de datos: Técnicas de investigación de campo. (Revista de metodología de la investigación). México (09): 03-2018, p. 4.
19. LOPEZ FERNÁNDEZ, Rodrigo Logística comercial. España: Editorial MacCARTHY I., Prefabricated Building Method Using Cold - Formed Steel (magazine of construction Steel) india (2008).
20. MANUAL de diseño estructural Tubest. Tubest building system. 2010, p. 5.
21. MARTÍNEZ, Héctor. (s,f). Sistema de construcción ligera para vivienda [en línea], consultada el 14 de noviembre del 2019, Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos93/sistema-construccion-ligeravivienda/sistema-construccion-ligera-vivienda.shtml>.
22. MARES. Yair. Criterios de control de calidad en obras de estructuras metálicas. Tesina (ingeniero arquitecto). Tacamachalco – México: Instituto Politécnico Nacional. 2018.
23. MENDOZA, Ricardo. Sistema metálico tubest para optimizar en la construcción de naves industriales de lima. Tesis (ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.
24. METODOLOGÍA de la investigación por Kerlinger [et al]. Bogota: Express estudio gráfico y digital S.A., 2014. 536 pp.

ISBN: 978-958-762-188-4

25. MORENO Adonay. Validez y confiabilidad de un instrumento. Santa fe de Bogotá: 2015, p. 48.

26. MONTANO, Joaquin. Investigación Transversal: Características y Metodología. (Revista científico de metodología). (03): 12-2012, p.3.
27. NAVARRETE, Bautista, Juan Carlos. (2003). Tesis: Secciones compuestas de Acero-Concreto (Metodo LRFD), Mexico D.F.
28. NORMAS Técnicas de edificación. E.90 estructuras metálicas: Perú. (2015)
29. ORIHUELA, J. & DÁVILA, R. Cálculo y Diseño Estructural de una Nave Industrial aplicando la Normativa AISC, en la Ciudad de Juliaca, Provincia de San Román. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2016. 152 pp.
30. ORTIZ, Luis. Análisis y diseño un galpón metálico en el programa SAP 2000, bajo las normas de AISC-360 y la NEC-15. Tesis (ingeniero civil). Guayaquil – Ecuador, 2018.
31. PALELLA, Santa y MARTINEZ, Filiberto. La investigación cosixperimental: una nueva perspectiva para los estudios de la recepción. (artículo, 2010, p. 23).
32. PERÚ construye. Naves y Galpones: Construcciones de acero para uso industrial, Lima: (Revista Perú construye). (48): 78-85, 2017.
33. PEREZ, Cesar. Estadística aplicada a traves de Excel. Pearson Perforations. Proposal DSM with holes. Johns Hopkins Engineering, June 2004.
34. PITA, S y PERTAGAS, S. investigación cuantitativa y cualitativa. (revista metodológica}. 9: 76 - 78; 2002.
35. QUIEOZ, Rosalía. Metodología de la investigación. (Revista científica) Perú – Universidad Nacional Mayor de San Marcos (09): 12-2015, p. 13.

36. RISQUIZ y COL. Población y muestra de una investigación. (revista educativa). 03: 08-2002, p. 48.
37. RNE. Reglamento nacional de edificaciones. 3ra. Edición, Magabyte.S.A.C.. lima-Perú. 2009.
38. RODRIGUEZ, Angel. La investigación aplicada: una nueva perspectiva para los estudios de la recepción. (artículo, 2019, p. 2).
39. ROJAS, Miguel. Comparación técnico financiero del acero estructural y el hormigón armado. (revista de estructura metálica). (03): 06-2017, p. 13.
40. ROJAS, Miguel. Comparación técnico y financiero del acero estructural y hormigón armado. (revista de estructuras metálicas). (05):02-2005, p. 16.
41. ROMO, Marcelo. Design of reinforced concrete structures. (revista de estructuras metálicas) (03): 07 - 2013, p. 5.
42. SAMOHOD, Alexis. Comparación de diseños estructurales de edificaciones metálicas con edificaciones de concreto armado para determinar el diseño más rentable en la construcción de viviendas multifamiliares. Tesis (ingeniero civil). Lima; Universidad San Martín de Porras, 2017.
43. SARDAY, Domínguez. The information analysis and the qualitative and quantitative research. (revista cubana), Cuba. 02: 08-2006.

44. SCHAFFER B.W. y ÁDÁNY S. Buckling analysis of cold-formed steel members using CUFSM: conventional and constrained finite strip methods." Eighteenth International Specialty Conference on Cold-Formed Steel Structures, Orlando, FL. October 2006.
45. TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica. México D.F.: Limosa, 2004. 44. Pp.  
ISBN: 968-18-5872-7
46. TAMAYO, Gonzalo. sample research designs. (Revista estadístico). Medellín (04): 07-2014, p. 4.
47. TUPAMESA Tubos y perfiles metálicos S.A. Sistema constructivo "tubest". 2016, ppt. 18.
48. UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA. WARDENIER J., Perfiles tubulares en aplicaciones estructurales, Instituto para la Wempner, G.A., "Discrete approximation related to nonlinear theories of solids, 2009
49. URBAN, Paschal. Construction of metal structures. [en línea]. 4ta. Ed. Colombia. Editorial club universitario. 2010. [fecha de consulta: 01 de octubre del 2019]. Disponible en:  
[https://www.academia.edu/36715251/CONSTRUCCION\\_DE\\_ESTRUCTURAS\\_METALICAS\\_-\\_PASCUAL\\_URBAN](https://www.academia.edu/36715251/CONSTRUCCION_DE_ESTRUCTURAS_METALICAS_-_PASCUAL_URBAN)
50. VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: a way of knowing the realities with scientific evidence. (Revista educativa). 33: 01-2009.  
ISSN: 0379-7082
51. VERA, Patricio. Evaluación de la protección catódica de aceros estructurales para obras civiles mediante deposición electroforética de ZINC: caracterización

física y química de revestimientos. Tesis (ingeniero civil). Valdivia - Chile: Universidad Austral de Chile. 2013.

52. Y.S. Lee and J.S. Yim; A Study on the load distribution factor in the perforated square plate with elastic support 2013 Elsevier Science Publishers B.V.

53. YOUNG B. y RASMUSSEN, J.R., Tests of Fixed-Ended Plain Channel Columns, Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 124, No. 2, February, 2018.

# **ANEXOS**

Tabla 04: Matriz de consistencia

Evaluación técnico y económico del tubo modular en reemplazo de vigas metálicas de las naves industriales, manzana k, Urbanización el Trébol II etapa, Los Olivos – 2019						
MATRIS DE CONSISTENCIA						
PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	
GENERAL	GENERAL	GENERAL	INDEPENDIENTE			
¿Determinación de qué manera la evaluación técnico y económico del tubo modular varia en reemplazo de vigas metálicas de las naves industriales, manzana k, Urbanización el Trébol II etapa, Los Olivos – 2019?	La evaluación técnico y económico del tubo modular en reemplazo de vigas metálicas de las naves industriales variara de manera óptima, manzana k, Urbanización el Trébol II etapa, Los Olivos – 2019	Determinar de qué manera varía la evaluación técnico y económico del tubo modular en reemplazo de vigas metálicas de las naves industriales, manzana k, Urbanización el Trébol II etapa, Los Olivos – 2020	Vigas metálicas de las naves industriales	Procesos	Proceso constructivo	<b>Enfoque:</b> Cuantitativo <b>Tipo:</b> Aplicada <b>Nivel:</b> explicativa <b>Diseño:</b> experimental <i>Quasiexperimental</i> <b>Unidad de análisis:</b> todas las estructuras metálicas de Los Olivos. <b>Población:</b> todas las estructuras metálicas de la Urbanización el trébol II etapa de Los Olivos. <b>Muestra:</b> son las vigas de la estructura metálica de la manzana K de la Urbanización el trébol II etapa, Los Olivos.
				Costos	Materiales	
ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	DEPENDIENTE			
¿De qué manera el proceso constructivo de los tubos modulares influye en el dimensionamiento de las vigas metálicas en las naves industriales, manzana k, Urbanización el trébol II etapa, Los Olivos - 2019?	El proceso constructivo de los tubos modulares influye de manera óptima en el dimensionamiento de las vigas metálicas en las naves industriales, manzana k, Urbanización el trébol II etapa, Los Olivos - 2019	Determinar qué manera el proceso constructivo de los tubos modulares influye en el dimensionamiento de las vigas metálicas en las naves industriales, manzana k, Urbanización el trébol II etapa, Los Olivos – 2019.	Comportamiento estructural del tubo modular	Dimensionamiento	Características	
¿De qué manera el proceso constructivo de los tubos modulares influye en la resistencia ala flexión de las vigas metálicas de las naves industriales, manzana k, Urbanización el trébol II etapa, Los Olivos - 2019?	El proceso constructivo de los tubos modulares influye de manera óptima en la resistencia ala flexión de las vigas metálicas de las naves industriales, manzana k, Urbanización el trébol II etapa, Los Olivos - 2019	Determinar de qué manera el proceso constructivo de los tubos modulares influye en la <b>resistencia ala flexión</b> de las vigas metálicas de las naves industriales, manzana k, Urbanización el trébol II etapa, Los Olivos – 2019			Diseño	
¿De qué manera se optimiza los costos los tubos modulares en el dimensionamiento de las vigas metálicas de las naves industriales, manzana k, Urbanización el trébol II etapa, Los Olivos - 2019?	los costos los tubos modulares son rentables en gran porcentaje con diferencia al dimensionamiento de las vigas metálicas de las naves industriales, manzana k, Urbanización el trébol II etapa, Los Olivos - 2019	Determinar de qué manera optimiza los costos de los tubos modulares en el dimensionamiento de las vigas metálicas de las naves industriales, manzana k, Urbanización el trébol II etapa, Los Olivos - 2019		Resistencia a la flexión	Ensayo a la flexión	

Tabla 05: Matriz de operacionalización de variables

Evaluación técnico y económico del tubo modular en reemplazo de vigas metálicas de las naves industriales, manzana k, Urbanización el Trébol II etapa, Los Olivos – 2019						
Tipo de variables	Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Independiente	Vigas metálicas en la construcción de naves industriales	Según Pascual las estructuras metálicas al igual que los prefabricados de hormigón previenen los gastos económicos de un país ya que al construir estructuras metálicas requieren de menos gastos de mano de obra. Las estructuras metálicas por lo general salvan luces amplias y son utilizadas para la construcción de locales comerciales (2010, p.13).	La variable independiente que son vigas de estructuras metálicas tiene una dimensión y tres indicadores y cada indicador tiene un instrumento con la cual van estas van a ser medidos.	Procesos	Proceso constructivo	Análisis de precios unitarios
					Montaje	Tiempo de construcción
				Costos	Materiales	ETABS
Dependiente	Comportamiento estructural del tubo modular	Según Cintac el sistema tubest o tubos modulares son usados en general para los galpones y naves industriales por una serie de perfiles tubulares. El sistema tubest es una solución muy estética y de gran eficiencia estructural permitiendo ahorrar en mano de obra con altos estándares de calidad y diseño (2015, parra. 1).	La variable dependiente que son vigas de tubos modulares tiene una dimensión y tres indicadores y cada indicador tiene un instrumento con la cual van estas van a ser medidos	Dimensionamiento	Características	Tiempo de construcción
					Diseño	ETABS
				Resistencia a la flexión	Ensayo a la flexión	Ensayo ala flexión del sistema metálico
						ETABS



Tabla 07: Cotización para el ensayo a flexión de planchas de acero UNI

Ensayo	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Ensayo a la flexión de planchas de acero	4.00	150.00	600.00
Preparación de material	4.00	100.00	400.00
total			1000.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 08: Cotización para el modelamiento estructural para el montaje de una estructura metálica

Ensayo	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Modelamiento en ETAPS	1.00	250.00	250.00
Modelamiento en el SAP 2000	1.00	250.00	250.00
total			500.00

Fuente: Elaboración propia

## Cuadro de referencias

Tabla 09: Cuadro de referencias

	<b>REFERENCIAS</b>	<b>PORCENTAJE DEL TOTAL</b>	<b>EN CANTIDAD</b>	<b>NÚMEROS DE LA REFERENCIA EN EL PROYECTO</b>	<b>REFERENCIAS COLOCADOS EN TOTAL</b>
1	<b>ARTÍCULOS DE REVISTAS CIENTÍFICAS INDEXADAS</b>	<b>60 %</b>	<b>30</b>	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 43, 47, 48, 50.	34
2	<b>LIBROS, TESIS, RESÚMENES DE CONGRESOS U OTROS</b>	<b>40 %</b>	<b>20</b>	1, 9, 16, 21, 22, 23, 24, 25, 29, 30, 37, 42, 44, 45, 46, 49, 51, 52, 53.	19
3	<b>ÚLTIMOS 4 AÑOS</b>	<b>25 %</b>	<b>13</b>	3, 6, 7, 11, 14, 17, 18, 21, 22, 24, 25, 28, 29, 30, 32, 35, 38, 39, 42, 47, 49, 58.	22
4	<b>ÚLTIMOS 12 AÑOS</b>	<b>75 %</b>	<b>37</b>	1, 2, 4, 5, 10, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 19, 20, 23, 26, 27, 31, 33, 34, 36, 37, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 48, 50, 51, 52.	31
5	<b>EN INGLÉS</b>	<b>40 %</b>	<b>20</b>	2, 3, 4, 6, 9, 12, 13, 15, 19, 20, 26, 33, 41, 43, 44, 48, 49, 50, 52, 53	20

Fuente: Elaboración propia