



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Aplicación de vigas reticuladas para reducir los costos de  
fabricación de techo canopy, en estación de grifo primax  
Ventanilla 2017**

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

**AUTOR:**

Gamarra Sanchez, Cesar Jimy

**ASESOR:**

Dra. Maria Ysabel Garcia Alvarez


**LINEA DE INVESTIGACIÓN**

Edificaciones Especiales

**LIMA – PERÚ**

**2017**

## PAGINA DEL JURADO


 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) CESAR JIMY GAMARRA SANCHEZ, cuyo título es: APLICACIÓN DE VIGAS RETICULADAS PARA REDUCIR LOS COSTOS DE FABRICACION DE TECHO CANOPY, EN ESTACION DE GRIFO PRIMAX VENTANILLA 2017.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 12 (DOCE)

Lima Este San juan de Lurigancho 09 de octubre del 2018

 ..... PRESIDENTE Dra. María Ysabel García Álvarez.	 ..... SECRETARIO Mte. Cesar Teodoro Aranda Peres.
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

  
.....  
VOCAL  
Dra. Carmen Beatriz Rodríguez Solís.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---------------------------------------------------------------------------	--------	-----------

### **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mis padres quienes me apoyan incondicionalmente, apostaron por mí en el peor momento. También se lo dedico a mi esposa quien ha sido mi faro guía y apoyo incondicional a lo largo de mi vida y trabajo.

Y finalmente a mis hijos y hermano, a quienes deseo demostrar que, con trabajo y esfuerzo, está garantizado el cumplimiento de metas trazadas.

### **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a mis Padres, mentores y guías quienes me han enseñado lo importante de la dedicación y el esfuerzo en el trabajo no solamente para nuestro desarrollo sino también el de la sociedad.

Un agradecimiento especial a mi esposa quien no sólo ha sido ese complemento en mi vida, sino que apuesta por mí y en la educación además siempre me inyecta esas ganas de seguir estudiando tal y como lo hace ella.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo GAMARRA SANCHEZ, CESAR JIMY, con DNI 41815270, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 22 de noviembre de 2017



GAMARRA SANCHEZ, CESAR JIMY

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis Titulada APLICACIÓN DE VIGAS RETICULADAS PARA REDUCIR LOS COSTOS DE FABRICACIÓN DE TECHO CANOPY, EN ESTACIÓN DE GRIFO PRIMAX VENTANILLA, con la finalidad de analizar la relación entre la aplicación de vigas y la reducción de costos en la fabricación de techo Canopy en estación de Grifo Primax en Ventanilla , la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.



GAMARRA SANCHEZ, CESAR JIMY

## INDICE

ÍNDICE	
PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
ÍNDICE.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
CONTENIDO DE LA TESIS .....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Trabajos Previos.....	4
1.3. Teoría relacionada sobre el tema.....	10
1.3.1 Variable independiente: Vigas reticuladas.....	10
1.3.2 Variable Dependiente: Costos de fabricación.....	17
1.4. Formulación del problema.....	20
1.4.1 Problema general.....	20
1.4.2. Problemas específicos.....	20
1.5. Justificación del estudio.....	20
1.5.1 Práctica.....	21
1.5.2 Económica.....	21
1.5.3 Teórica.....	22
1.5.4 Metodológica.....	22
1.6. Hipótesis.....	22
1.6.1 Hipótesis general.....	22
1.6.2 Hipótesis específicos.....	22
1.7. Objetivos.....	22
1.7.1 Objetivo general.....	23
1.7.2 Objetivos específicos.....	23
2. MÉTODO.....	24
2.1. Diseño de la investigación.....	24
2.2. Tipo de investigación.....	25
2.3. Variables, operacionalización.....	26
2.3.1 Variable independiente: Vigas reticuladas.....	26
2.3.2 Variable dependiente: Costos de fabricación.....	26
2.3.3 Operacionalización de las variables.....	28
2.4. Población y muestra.....	30
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	30
2.5.1 Técnicas.....	30
2.5.2 Instrumento.....	31
2.5.3 Validez.....	31
2.6. Métodos de análisis de datos.....	31
2.7. Aspectos éticos.....	32
3. RESULTADOS.....	32

3.1.	Conceptos básicos.....	32
3.1.1	Ventajas del acero como material estructural.....	32
3.1.2	Desventajas del acero como material estructural.....	32
3.1.3	Propiedades del acero.....	33
3.2.	Especificaciones de diseño.....	34
3.2.1.	Método de análisis utilizado en la tesis.....	34
3.2.2	Combinaciones de carga según NTP E090 Cap. 1.4.1.....	35
3.2.3	Cargas según NTP E020.....	36
3.3.	Resultado de cálculos de análisis y diseño.....	40
3.3.1	Planos de predimensionamiento.....	40
3.3.2	Cargas.....	41
3.3.3	Cálculo de estructuras tipo celosías (Tijerales).....	41
3.3.4	Cálculo de vigas "I", doble canal "C".....	60
3.4.	Cálculo de vigas "I" doble canal "C".....	65
3.4.1.	Consolidado de resultados.....	65
3.4.2.	Valorización económica, análisis según dimensiones de variable dependiente.....	66
4.	DISCUSIÓN.....	77
5.	CONCLUSIONES.....	78
6.	RECOMENDACIONES.....	79
VII	REFERENCIAS.....	81
	ANEXOS.....	83
	ANEXO 1 Matriz de consistencia.....	83
	ANEXO 2. Instrumento de validez.....	85
	ANEXO 3. Acta de aprobación de originalidad de tesis y resultado de Turnitin.....	91
	ANEXO 4. Autorización de publicación de tesis.....	93
	ANEXO 5. Autorización de versión final de trabajo.....	94



## RESUMEN

La investigación realizada tuvo como objetivo principal analizar la relación entre la aplicación de vigas y la reducción de costos en la fabricación de techo Canopy en estación de grifo Primax en Ventanilla. El tipo de investigación fue aplicada, nivel de investigación explicativa y diseño de investigación cuasi experimental. Se utilizó como población 7 techos Canopy fabricados desde el 2015 hasta el 2017, y el tamaño de la muestra calculada es igual a la población 7.

La validez del instrumento se obtuvo mediante juicio de tres ingenieros, además de la matriz de consistencia, tal que tengan coherencia, suficiencia y calidad con las técnicas aplicadas que fueron: la observación experimental, análisis comparativo de procedimientos, tiempo y costos, además de observación de campo en montaje. Se hicieron uso de instrumentos de medición como ficha de recolección de datos, que contienen fórmulas de los indicadores de variable.

Se igualaron tres tipos de materiales con los que fabrican techos Canopy, vigas "H", vigas "C" y vigas reticuladas, se igualo las condiciones de resistencia, para luego de la recolección de datos y el análisis comparativo, se llegó a evidenciar que existe relación con el tipo de estructura (Vigas) a elegir y los costos, la aplicación de vigas reticuladas reduce los costos de fabricación de techo Canopy, en estación de grifo Primax Ventanilla.

**Palabras claves:** Aplicación, vigas, reticuladas, canopy, techo.

## **ABSTRACT**

The main objective of the research was to analyze the relationship between the application of beams and the reduction of costs in the manufacture of canopy roof at the Primax Griffin Station in Ventanilla. The type of research was applied, level of explanatory research and quasi-experimental research design. Seven Canopy roofs manufactured from 2015 to 2017 were used as a population, and the size of the sample calculated equals population 7.

The validity of the instrument was obtained through the judgment of three engineers, in addition to the consistency matrix, such that they have coherence, sufficiency and quality with the applied techniques that were: experimental observation, comparative analysis of procedures, time and costs, as well as observation of field in assembly. Measurement instruments were used as a data collection form, which contain fórmulas for the variable indicators.

Three types of materials were matched with those that make Canopy Roofs, "H" Beams, "C" Beams and Reticulated Beams, the resistance conditions were equalized, and after the data collection and comparative analysis, it became evident that there is a relationship with the type of structure (Beams) to choose and the costs, the application of reticulated beams reduces the costs of manufacturing Canopy Roof, in the Primax Ventanilla tap station.

Key Words: Application, beams, reticulated, canopy, roof.

## CONTENIDO DE LA TESIS

La tesis presenta una estructura de seis capítulos; iniciando con la parte introductoria al tema central de las vigas reticuladas, presenta también conceptos básicos de las variables a investigar. Luego de esto nos muestra como ha sido desarrollada la investigación, métodos, técnica, instrumentos utilizados, además de aspectos éticos contemplados en la investigación. El tercer capítulo inicia con una base teórica y se dirige hacia los cálculos estructurales y comparaciones; finalizando, con la parte analítica en la discusión, conclusión y recomendaciones.

La tesis incluye una sección adicional de información complementaria relacionada con los capítulos de cálculo, que ayudan a comprender las operaciones realizadas.

El capítulo 1 presenta, teorías relacionadas sobre el tema, las variables utilizadas, asimismo, la justificación del estudio, hipótesis y objetivos.

El capítulo 2 presenta el método utilizada por la tesis, así como diseño, tipo, población y, muestra, finalizando con la técnica utilizada y ,método de análisis de datos.

El capítulo 3 presenta análisis de resultados y cuadros comparativos de costos.

El capítulo 4 pasa a la discusión de la tesis confrontando el estudio realizado con los antecedentes utilizados en la investigación.

El capítulo 5 presenta las conclusiones luego de la investigación.

El capítulo 6 presenta las recomendaciones llegadas luego de análisis de los datos y las conclusiones obtenidas luego de la investigación.

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

En los países con mayor desarrollo llámese Europa, Estados Unidos la problemática que enfrentan las empresas dedicadas a la fabricación e instalación de estructuras metálicas en acero estructural entre los cuales se encuentran escaleras, barandas, pasarelas, techos, plataformas, tijerales, techos acústicos, techos Canopy, letreros publicitarios, es no lograr cumplir a tiempo con el objetivo de proponer a los hogares y a las empresas soluciones para la ejecución de proyectos basados en calidad, seguridad y economía. En tal sentido la problemática localizada a partir de la fabricación de techos Canopy en estructuras metálicas de acero es afectada ante la negación de: Evaluar el tipo de material, valorar la resistencia mecánica, esto refiere que los elementos miembros de la estructura en la construcción, deben tener una sección transversal inferior a la obtenida con el hormigón para ocupar mínimo espacio. Calcular a tiempo la deformación física antes de producirse un fallo en razón a la flexibilidad y al grado de ductilidad del material. Evaluar las propiedades del acero en relación al factor tiempo. Evaluar el componente equilibrio del tipo de material. Concretar la rapidez en el proceso del montaje. Fijar el nivel de ahorros en los costos fijos. Medir las estructuras metálicas en el taller lo que logra reducir tiempos de la operación en la obra. Entender que el acero estructural se fabrica en múltiples secciones transversales según requerimiento de uso. Evaluar el reciclaje luego de desmontar la estructura, lo que genera una reducción de costos en la inversión del proyecto.

Ya en países de este continente las empresas dedicadas a la ejecución e implementación de obras cimentadas en estructuras metálicas y vigas reticuladas en acero para el sector de viviendas, espacios de recreación, fabricas, almacenes y techos de tipo Canopy en estaciones de grifo, deben tener en cuenta la siguiente problemática, causada por efecto de costos de operación, diseño e implementación de estructuras metálicas reticuladas, a partir de las siguientes incidencias: Las estructuras en acero aligeradas que guardan ventaja en comparación a otros tipos de material; esto permite una reducción de costos en las bases. La capacidad de cambio y adaptación del acero gana importancia en casos de rehabilitación, refuerzo y/o reconstrucción de estructuras sin variación de la fachada original. El

acero se entrega prefabricado antes del montaje, además luego de soldado puede recibir cargas inmediatamente. Un buen tratamiento en taller de recubrimiento contra corrosión garantiza un mantenimiento a bajo costo, una existencia considerable para las estructuras realizadas con el acero. La estructura metálica de acero es reutilizable, de fácil reciclaje, desmontaje, y con adaptación para un nuevo montaje. La estructura metálica en acero para vigas reticuladas permite un peso reducido, seguridad ante los factores sísmicos.

En las 26 regiones del Perú las empresas dedicadas al sector de estructuras metálicas en acero estructural cuyas obras son realizadas con vigas reticuladas revelan como problemática los siguientes aspectos: Evaluar las características de los materiales. Valorar la corrosión ya que por tipo de unión de las vigas reticuladas estas guardan pequeños espacios donde se concentra la humedad y corrosión, inseguridad en el caso de incendios, se recomienda de acuerdo al tipo de clima donde se ejecute el proyecto, un tratamiento para la corrosión. Presencia del pandeo (En ingeniería, en la especialidad de análisis estructural, el Pandeo se da en vigas y columnas, y se conceptualiza como una flexión adicional en la viga cuando esta se somete a la acción de esfuerzos axiales importantes, la flexión respecto a la luz cubierta, esbeltez de los materiales y cargas adicionales a la que fue diseñada), puesto que se utilizan elementos ligeros dominados a cargas de compresión en soportes metálicos; sin embargo, las estructuras requieren de precisión en los planos y en los cálculos numéricos para evitar fenómenos relacionados a costos, alcances, tiempos, seguridad, resistencia estructural y finalmente el factor productividad. Los costos operativos de la instalación de vigas o estructuras metálicas, el posterior mantenimiento y el pintado frente a la acción de la corrosión, mano de obra especializada que exige un nivel de exclusividad para el diseño e implementación de vigas reticuladas de acero. En efecto, la problemática en la instalación y montaje de vigas reticuladas en acero demanda de una “aplicación de vigas reticuladas para reducir los costos en la fabricación de techo Canopy en estaciones de grifos”. Por ello, es conveniente evaluar que el acero en vigas reticulares logre incrementar el consumo y cantidad de usos, en razón a las características que le permiten ser un material inmejorable para zonas o campos como la construcción, vivienda, centros comerciales, grifos, hospitales,

grandes almacenes, terrapuestos, aeropuertos, centros educativos, centros de servicios.

En la empresa peruana TAVITEC S.A.C., dedicada al montaje e implementación de vigas reticuladas en acero se ha detectado que la problemática y las causas presentadas se originan por no examinar los siguientes componentes: Evaluación al menor peso de las vigas reticuladas en relación a los canales de tipo "C" (El canal "C", es un elemento estructural fabricado en acero ASTM A36, viene de largos de 20 y 40 pies, es utilizado en la fabricación de estructuras metálicas, puertas grandes, rejas y cercos de mayor tamaño) de acero o de alma llena, asimismo las vigas tipo "I" (También conocidas como vigas tipo "H", están conformada por dos bridas planas en forma horizontal, que encierra una vertical unidas en fabricación o por soldadura, la unión de estas logra distribuir los pesos y esfuerzos de manera equitativa), la capacidad de resistencia de los materiales al ser sometidos a distintos tipos de cargas, la rigidez a las deformaciones, la ductilidad de materiales utilizados, factores de homogeneidad de los materiales y vigas reticuladas, los controles de tiempos para el montaje de las estructuras y vigas reticuladas, operación y preparación de las vigas reticulares en los talleres para minimizar el factor traslado, costos de preparación, costos de diseño, costos de operación, factores de tenacidad de las estructuras y vigas, reutilización al desmontar las estructuras y vigas, costos de la cimentación de las vigas. Luego, si deseamos proyectar el modelo estructural elegido, es preponderante recoger hipótesis que tengan vínculos a factores que guarden relación con la geometría en base a un modelo de cálculo, la estabilidad de las estructuras o vigas reticuladas, comportamiento mecánico del materia bajo un nivel estable u homogéneo, elástico, con respuesta mecánica lineal, hechos en forma cuasi estática, que pasan del mínimo valor cero hasta el valor final con tiempo suficiente para obviar los efectos dinámicos, desplazamientos que experimente el modelo como la magnitud de los cuerpos. Este análisis del material exige evaluar las características de la densidad según el tipo de acero para vigas reticuladas a utilizar, la temperatura del acero, el punto de fusión del acero depende del tipo de aleación, el componente hierro para las estructuras de las vigas, la dureza del acero para las vigas, la conductividad eléctrica, corrosión, resistencia a la fatiga, uso de conectores como soldadura, tornillos y remaches, rapidez del montaje. En consecuencia, las causas de la

problemática en el proceso a seguir para la solución ante la dificultad estructural de las vigas reticuladas deben evaluar factores físicos asociado a la transmisión de cargas en la estructura y factores económicos. Por lo cual en el presente proyecto se analizarán los costos tanto de las vigas fabricadas con canales tipo “C”, así como las vigas reticuladas, para demostrar que la: *“Aplicación de vigas reticuladas para reduce los costos de fabricación de techo Canopy en la estación del grifo Primax en el distrito de Ventanilla, Lima 2016”*.

## 1.2. Trabajos Previos

### 1.2.1 Internacionales

Chapula (2014), en su tesis “Procedimiento constructivo con vigas metálicas” Universidad Autónoma de México, para optar el título de Ingeniero Civil, cuyo objetivo es actualizar la "Programación y Construcción de Estructuras" en la parte de procedimientos constructivos con EEMM, los cuales se utilizarán como apoyo, facilitando la enseñanza-aprendizaje de la construcción en aula de clase, dirigido a estudiantes de Ingeniería Civil. Es una investigación de tipo aplicada, de diseño experimental y de generación de conocimientos para la mejora de la construcción de vigas metálicas. Las conclusiones fueron las siguientes: Una estructura de acero bien diseñada, fabricada y montada, nos brinda la tranquilidad de que, en el caso de someterla a un uso no previsto, o sobrecarga, esta no colapsara sin que avise con anterioridad, sin contar con falla de cimentación en cuyo caso la reacción de nuestra estructura es distinta, El acero presenta deformaciones antes de su falla total. Esta característica es de suma importancia en zonas afectadas por terremotos, en respuesta la resistencia que brinda según, recordemos que los esfuerzos producidos por un sismo son directamente proporcionales al peso de la estructura. La tesis resalta el uso del acero como parte de la estructura, lo que representa una ventaja para la investigación planteada durante la fabricación de techos Canopy.

Hernández, Linares y Soriano (2012), en su tesis “Guía de análisis y diseño para vigas de alma llena y armaduras metálicas en estructuras de soporte de techos y entrepisos”, Universidad de El Salvador, facultad multidisciplinaria oriental,

departamento de Ingeniería y Arquitectura, para optar el título de Ingeniería Civil, cuyo objetivo es proporcionar una guía de análisis y diseño para vigas de alma abierta y armaduras metálicas en estructuras de soporte de techo y entresijos que sirva de aporte técnico a profesionales y personas interesadas en el desarrollo de este tipo de estructuras y en sus usos, es una investigación analítica, la tesis estudia y ejemplifica el diseño de vigas armadas metálicas de alma abierta en tres aplicaciones principales: techos, pasarelas y entresijos. Particularmente, en techos, consideramos variaciones de vigas armadas de alma abierta como son vigas de alma abierta y armaduras, para las cuales, en este documento, ejemplificamos su análisis y diseño estructural, debido a que son analizadas de forma diferente en su metodología mediante fórmulas. Como conclusión mayor menciona lo complicado de proponer una metodología para solventar todas las condiciones posibles y resolver todas las particularidades de todas las estructuras realizadas con vigas de alma abierta y armaduras metálicas; pero se buscará una metodología que ayude a comprender el funcionamiento de estos elementos y tener criterio para resolver cualquier imprevisto que se presente en el diseño de estas.

La tesis resalta la importancia de la armadura en celosía para construcción y constituye una alternativa para construcciones que fortalece el estudio que se realiza para fabricación de vigas techos Canopy.

Santiago (2005), en su tesis titulada “Diseño de armaduras para techo”, Universidad Autónoma de Chapingo – Departamento de Irrigación – México, para optar el título de Ingeniero en irrigación, cuyo objetivo es mostrar lo importante del diseño de las estructuras en las obras agropecuarias, dejando un corolario, procedimientos y estudios aplicables al diseño de las estructuras, fijando un método claro para el diseño de estructuras de techos metálicos. Es una tesis descriptiva, de diseño cuasi experimental. La investigación hace una lista bastante completa de conceptos básicos para el inicio de diseño de estructuras Metálicas, basándose en las normas ASTM, clasificación AHMSA e IMCA, Finalizando con un ejemplo práctico de análisis y Diseño de una armadura tipo Fink para techo de ganadería. El Aporte de esta tesis en la presente investigación son los pasos para la realización de los cálculos estructurales, la importancia de tener una secuencia clara y estudios aplicables para el diseño de estructuras.



Ovando (2011), en su tesis titulada “Diseño y cálculo de una pasarela de metal” Universidad San Carlos de Guatemala” para optar el título de Ingeniero Civil, siendo sus objetivos: El primero, definición y estudio de las características de una pasarela de metal, tales como el diseño, y cálculo estructural de elementos resistentes, el dimensionado y procesos constructivos en la fabricación y montaje, supervisando la correcta ejecución de esta, no sólo la parte estética y estructural, sino también la técnica, mostrando la forma correcta definición de cargas de diseño de los elementos estructurales, analizando la estructura y sus requerimientos, tanto de esfuerzos como de fuerzas que actúan en el interior como exteriormente, con finalidad de brindarnos una orientación básica; sumando finalmente un ejemplo del desarrollo del sistema estructural que abarque desde la planificación antes de, hasta el proceso detallado de la construcción y montaje. Segundo, Tener dominio y experiencia de las bases y especificaciones técnicas que nos ayuden a diseñar una pasarela de metal, desde la elaboración, las cargas requeridas en general, para un correcto diseño, con técnicas y cálculo que sea de fácil acceso a personas de distintos medios económicos, dejando de lado el conocimiento empírico que nos lleva solamente a sobrecostos.

Sus conclusiones fueron: El acero estructural en los puentes peatonales, es que sus piezas se adaptan muy bien a posibles ampliaciones existentes, con la alternativa de prefabricar los miembros de la armadura, así como la rapidez en su montaje, y gran facilidad para unir diversos miembros, por medio de varios tipos de conectores, tales como: soldadura, tornillos y remaches. También la técnica del recubrimiento especial, que expande su volumen al calentarse, formando un aislamiento superficial incombustible que lo hace más resistente.

Resalta en el presente estudio el acero como material de construcción siendo relevante en el presente estudio para incorporación como materiales en la fabricación de techos Canopy.

### 1.2.2 Nacionales

Condori (2013), en su tesis "Diseño de una vivienda multifamiliar de dos niveles empleando acero estructural en el distrito de Cajamarca" de la Universidad Privada del Norte, para optar el título de Ingeniero Civil, esta tesis es de tipo aplicada, de diseño experimental, que tiene como objetivo elaborar el diseño estructural de una vivienda multifamiliar de dos niveles haciendo uso de acero estructural y evaluando luego los costos del proyecto. Para esto la tesis propone sistematizar y exponer de manera sencilla la metodología a seguir en el diseño de sistemas estructurales basados en pórticos de acero especiales resistentes a momentos. Se logra el objetivo principal el cual explica que mediante la aplicación de las normas nacionales y las normas internacionales, se diseñó la vivienda multifamiliar de acero y mostrando el buen desempeño en la estructura ante eventos sísmicos, de la misma forma el costo resultante fue bastante accesible siendo por metro cuadrado de S/ 339.63, comparándola con una vivienda de similares características en concreto de S/ 323.41.

La tesis aplico la norma RNE E-090 y las especificaciones AISC LRFD; cumple de manera satisfactoria con el diseño de las conexiones de acero, unión columna-viga, viga-viga y columna-cimentación; el análisis de las conexiones es uno de los puntos básicos. Según el AISC LRFD, para estructuras cuyo uso va a ser de vivienda, una opción frecuente a utilizar son las conexiones de momento (empotradas), en respuesta a que la barra es unida hacia el nudo evitando su giro, pero permitiendo un comportamiento suficientemente dúctil, siendo capaz de desarrollar resistencia al rango elástico sin admitir un fallo prematuro motivado por una deformación excesiva.

En revisión de los desplazamientos en los ejes "X" e "Y", reveló resultados aceptables permitiendo un buen desempeño, brindando seguridad ante la exposición a un sismo, cumpliendo con lo establecido en el art. 15 del RNE E-030. Los cálculos estructurales y de concreto fueron óptimos, con la elaboración del análisis de costos unitarios la tesis nos dio una referencia, con la cual se pudo realizar una leve comparación de costos con las viviendas de concreto; luego también con la elaboración del cronograma de ejecución se pudo revisar los tiempos de ejecución brindándonos con esto parámetros que nos dan otra visión al momento de construir nuestras viviendas.

En la presente tesis el material el acero estructural es importante por su resistencia en las construcciones lo que confirma su confiabilidad del presente proyecto para la fabricación de techos.

Ampuero (2012), en su tesis “Consideraciones estructurales en el análisis y diseño de puentes colgantes” de la Universidad Nacional de Ingeniería, para optar el título de Ingeniero Civil, La tesis de tipo descriptiva, de diseño cuasi-experimental, el objetivo principal de este trabajo es presentar las características importantes y el procedimiento de diseño que deben tener estos puentes, particularmente los de luces intermedias, ya que nuestros obstáculos naturales no hacen necesarios puentes colgantes de grandes luces. Dicho objetivo se complementa con la presentación del análisis y diseño de los elementos más importantes de un puente de 140 m de luz.

La tesis utiliza un artículo publicado por Gregor P. Wollmann cuyo nombre es: Preliminary Analysis of Suspension Bridges, herramienta que determina la derivación de las ecuaciones fundamentales del análisis de puentes suspendidos basados en la Teoría de Deflexión, teniendo en consideración la analogía entre la viga de rigidez suspendida y una viga bajo tensión axial.

La tesis utiliza el programa SAP2000 utilizando un método de análisis no lineal geométrico, en donde se considera la no linealidad en forma de efectos P-Delta o efectos de grandes desplazamientos, análisis que utilizando un método más elaborado como es el método de los elementos finitos, el mismo que presenta la opción de realizar el análisis no lineal geométrico siguiendo el proceso constructivo. Sus conclusiones son: “Los resultados obtenidos de la comparación de la aplicación de ambas metodologías en el análisis del puente colgante, nos indica que la propuesta de George Wollmann permite obtener buenas estimaciones en el cálculo de fuerzas en el cable y viga de rigidez, con lo cual se consigue un entendimiento preliminar en forma cualitativa de los resultados alcanzados siguiendo procedimientos más elaborados”. (Ampuero, 2012, p. 115)

AASHTO LRFD hace uso de factores separados de carga y de resistencia para el diseño de los componentes estructurales, obteniendo una mayor confiabilidad en el uso de este método. ASD usa cargas de servicio no facturadas para el diseño de los elementos en conjunción, con un único factor de seguridad

aplicado a la resistencia y debido a la mayor variabilidad y lo impredecible de la carga viva y otras cargas en comparación con la carga muerta no es factible la obtención de una confiabilidad uniforme.

Orihuela, Francesco (2016), en su tesis titulada “Cálculo y diseño estructural de una nave industrial aplicando la normativa AISC en la ciudad de Juliaca, provincia de San Ramón” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, para optar el título de Ingeniero Civil, su objetivo es modelar una nave industrial en acero que esté sometida a los estados de carga, considerando el diseño de los elementos estructurales y sus conexiones de acuerdo a la metodología del AISC. Para ellos todo diseño estructural parte por la recolección de información, lo cual lo indican dentro del marco teórico. Se describe las cargas actuantes, las combinaciones de carga según la metodología descrita en el AISC, y las ecuaciones necesarias para el diseño de las componentes de la estructura. Posterior a ello proceden a describir el pre dimensionamiento de los diferentes elementos de la estructura, realizan las combinaciones de carga que se proceden a colocar en el software SAP 2000. Con ello se obtienen la envolvente de cargas, así como los desplazamientos en los nudos.

Una vez completado el modelamiento, se procede a diseñar cada elemento estructural en función a las ecuaciones detallando y especificando al final los planos de diseño para la nave industrial.

Es una investigación descriptiva, que lleva como conclusiones resalta la importancia de la toma de variables e hipótesis de combinación de carga en la elaboración de los cálculos, el contratar personal e empresas ejecutoras con experiencia en montaje. Esta tesis aporta a esta investigación la discusión en los cálculos y forma en que han sido tomados, cabe resaltar que no hay una manera exacta de asumir los valores son las comprobaciones que tengamos que hacer lo que afinan los resultados y perfiles a utilizar.

Pinto (2010), en su tesis “Diseño de un muelle flotante de acero”, de la Pontificia Universidad Católica del Perú, para optar el título de Ingeniero Civil, su objetivo es desarrollar el diseño estructural de un Muelle flotante de acero ubicado en el Puerto Sangama, Departamento de Loreto, el puerto se encuentra cerca de

la carretera NAPO – PUTUMAYO; este consta de una caja de fuerza, taller, almacén, sector para alojamiento, edificio administrativo, planta de tratamiento, puente de acceso y muelle flotante; las dimensiones del terreno es de un área total de 4125 m<sup>2</sup>. Esta tesis desarrollará el diseño del muelle flotante, que conecta al puerto (tierra) a través de un puente de acceso, la conexión entre estas dos construcciones es con un sistema basculante, la conexión entre el puente de acceso y las instalaciones de tierra (estribo), es de la misma forma que el caso anterior. Sus conclusiones son las siguientes: “Según el análisis y estudio se debe considerar para el diseño un sistema deflector de troncos aguas arriba, con el propósito de evitar que elementos no considerados en el diseño dañen las estructuras proyectadas en el río. Seguido de esto, para la estabilidad y el hundimiento utilizamos el principio de Arquímedes que nos afirma que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso de fluido desalojado. Finalmente, en el proyecto se prestó la atención debida a los efectos del viento, las corrientes y a la presión del agua, esto debido a que un mal análisis en éstos podría ocasionar el colapso parcial o total del puente o del pontón mismo, por lo que se tomó el detenimiento necesario para determinar su fuerza y acción sobre los elementos estructurales. Por los resultados de la fuerza de corrientes se observa que se debe tener más en consideración junto con la presión del agua, ya que la fuerza del viento solo ejerce sobre la estructura en la parte que sobresale del agua, pero para efectos del diseño se analizan los tres efectos sobre las estructuras. En la investigación se confirma que el uso de acero es importante para las estructuras metálicas que resulta relevante para la presente investigación”. (Pinto, 2012, p. 69).

### 1.3. Teoría relacionada sobre el tema

#### 1.3.1 Variable independiente: Vigas reticuladas

##### Definiciones

Según Troglia G. (2008, pág. 258), en las vigas de alma llena el momento nominal resulta de la resistencia de las alas, para esto la colaboración del alma es ínfimo, asimismo el alma provee resistencia nominal al corte. Para el caso que el

requerimiento solicitado sobresaliente sea el momento flector, hacemos más liviana la estructura al bajar el consumo de material en el alma, reemplazando la plancha con la que está fabricada, por un conjunto de triangulaciones de barras articuladas (triangulación interiormente isostática), que son sometidas a esfuerzos axiales, por acción de corte.

El momento flector es resistido por las barras articuladas mencionadas, las cuales están sometidas a cargas axiales en los nudos; estas ayudan a disminuir el consumo de material y peso al salvar grandes luces con la salvedad de no tener cargas importantes concentradas.

Asimismo, según Nonnast R. (2000, pág. 71), las vigas de celosía se suelen proyectar cuando las luces son muy grandes, cuando se quieren hacer vigas con poco peso. Estas vigas están compuestas por perfiles laminados, y las de grandes luces suelen tener forma rectangular.

Por otro lado, Escalante V. (2003, pag.35), el propósito de las vigas en celosía es mantener las diversas partes que conforman a la columna armada paralelas y a las distancias correctas, con el fin de uniformar la distribución de esfuerzos en ellas. Además de la celosía, es necesario colocar placas de unión tan cerca como sea posible de los extremos y en puntos intermedios si la celosía se interrumpe. El AISC-LRFD especifica que las placas de unión deberán tener un espesor menor o igual a  $1/50$  veces la distancia entre las líneas de conectores o cordones de soldadura y una longitud paralela al eje del miembro principal menor o igual a la distancia entre líneas de conectores. La celosía consta de barras planas, pero puede formarse en ocasiones con ángulos, cubre placas perforadas, canales y otros perfiles laminados. Estas piezas deben espaciarse de modo que las partes individuales conectadas no tengan valores  $L/r$  entre conexiones mayores que el valor que rija para el miembro armado completo.

#### Tipos de reticulados

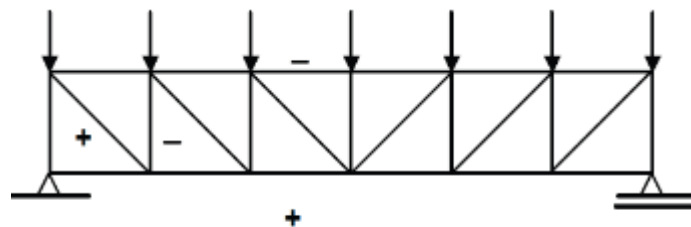
El diseño de vigas retículas desea:

- Reducir la longitud de pandeo en el plano que lo contiene, buscando siempre eliminarlos del alma.

- Homogenizar el diseño de nudos para toda la estructura, buscando una fácil unión con ángulos, además de rapidez en la fabricación, teniendo como parámetro de cálculo inicial que el ángulo en las reticulaciones debe de estar entre los 45° y 60°.
- Que los nudos articulados, tengan la misma resistencia, que el alma que están reemplazando, esto mediante el cálculo estructural.

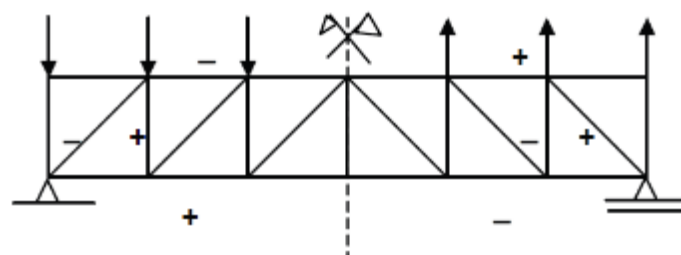
Los tipos de reticulados pueden ser:

- a) Pratt: “Con cargas hacia abajo las diagonales (más largas) resultan traccionadas y los montajes (más cortos) comprimidos por lo que es apta para cargas gravitatorias”. (Trogia, 2012, p.260)



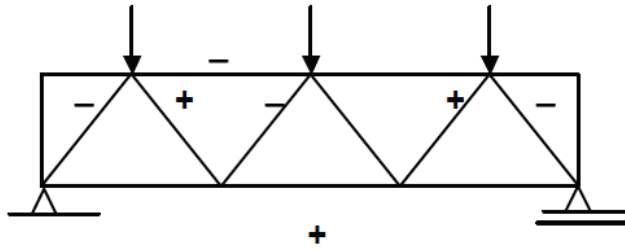
(a) PRATT

- a) Howe: “Se produce lo contrario por lo que es apta cuando los esfuerzos determinantes son hacia arriba”. (Trogia, 2012, p.260)



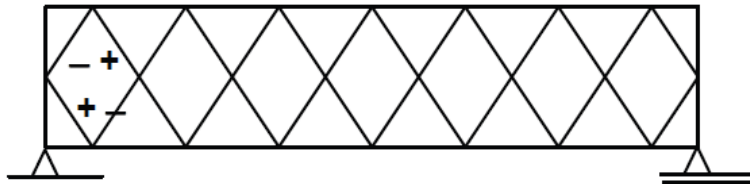
(b) HOWE

- b) La Warren: “Al carecer de montaje tiene menos consumo de material en el alma, pero tiene diagonales largas comprimidas y cordón comprimido largo. Es apta para cargas y luces pequeñas”. (Trogia, 2012, p.261)



**(c) WARREN**

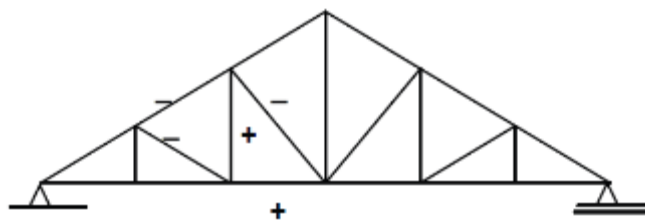
- c) Tipo rombo: “Para no tener diagonales comprimidas y disminuir la longitud de pandeo en el plano de montajes”. (Troglia, 2012, p.260)



**(f) ROMBO**

- a) Tipo inglesa: “Tiene el inconveniente que todas las barras de alma tienen distinta longitud y todos sus ángulos de entrada a los nudos son diferentes lo que complica la fabricación”. (Troglia, 2012, p.261)

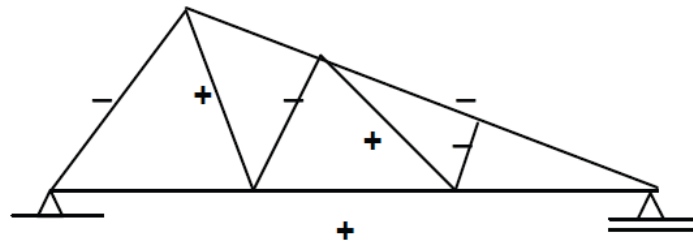
**(e) K**



**(g) INGLESA**



- b) Tipo diente de sierra: “Se utiliza para cubiertas donde se necesita una iluminación cenital lateralizada”. (Troglia G. 2008, p.258).



### (k) DIENTE DE SIERRA

#### Partes de Viga Reticulada

Una viga reticulada, cuenta con partes como: Cordón superior, inferior, y miembros de alma, detallamos a continuación:

- Cordón Superior. Consta de la línea de miembros más alta que se extiende de un apoyo a otro pasando por la cumbrera. Para armaduras triangulares, el esfuerzo máximo en la cuerda superior ocurre generalmente en el miembro contiguo al apoyo.
- Cordón Inferior. Está compuesta por la línea de miembros más baja que va de un apoyo a otro. Como en la cuerda superior, el esfuerzo máximo en la cuerda inferior de armaduras triangulares, se establece en el miembro adyacente al apoyo.
- Miembros del alma. Son los miembros que unen las juntas de las cuerdas superior e inferior, y dependiendo de sus posiciones se llaman verticales o diagonales.
- Correas, Miembro instalados Perpendicular a las vigas, sirven como apoyo, para la cobertura.
- Cruceta San Andrés, Procedimiento clásico de arriostramiento, ofrece resistencia entre los elementos a la que fue fijada, guarda independencia entre sus elementos siendo a su vez parte de toda la estructura.

## Resistencia requerida de las barras

“Las hipótesis básicas para que un reticulado funcione realmente como plano son:

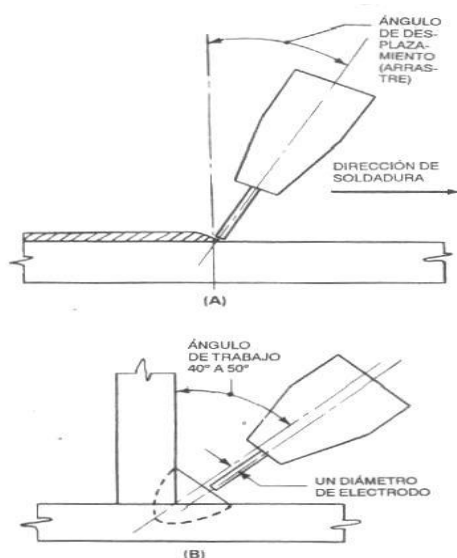
- 1) Los ejes de las barras que forman el retículo (cordones, diagonales y montajes) se ubican en el plano medio de la viga
- 2) Las cargas exteriores están contenidas en dicho plano medio de la viga

Si alguna de estas hipótesis no se cumple hay torsión”. (Troglia G. 2008, p.260)

## Uniones de soldaduras

“En forma general la soldadura es un proceso por el cual se unen partes metálicas mediante la aplicación de calor combinada o no con una presión entre las superficies en contacto.

La soldadura por arco eléctrico con aporte de material, en este proceso se forma un arco eléctrico entre las piezas a soldar y una varilla con material de aporte (electrodo). El arco eléctrico genera calor que funde un área limitada del material base de las piezas a unir y el extremo del electrodo. Las gotas del material fundido del electrodo son impulsadas por el arco eléctrico dentro de la masa fundida del material base. Al enfriarse la masa se solidifica y queda la unión realizada”. (Troglia G. 2008, p.56)



## Formas seccionales de barras

“Para forma seccionales de las barras tenemos:

- Los cordones generalmente son pasantes y a ellos se unen los montantes y las diagonales. Se usa para los cordones una misma sección base en toda la longitud. A veces si la forma seccional lo permite, se aumenta la sección base con platabandas en las barras más solicitadas. Si es necesario empalmar los cordones, estos se empalman directamente y no a través de la chapa de nudo para que este no resulte sobre solicitada.
- Las diagonales y montajes se unen a los cordones indirectamente a través de las chapas o nudos o directamente. La elección de una forma u otra de unión a veces depende y a veces queda determinada por la forma y dimensiones de las barras.
- La elección de una forma secciona u otra depende de: a) si el cordón recibe fuerza en puntos intermedios a través de apoyo de correas con lo que queda también flexionado, b) de la relación entre la longitud de pandeo en el plano y fuera del plano y el necesario radio de giro resultante en cada dirección.

Para unión de perfiles, se utiliza planchas en forma de presilla”. (Troglia G. 2008, p.263).

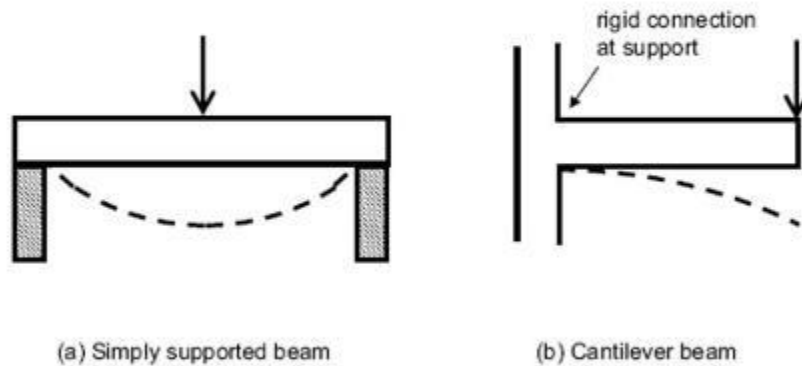
## Nudos

“Si la unión entre las barras es directa se deberán dimensionar las uniones soldadas con las solicitaciones requeridas de tracción, compresión y/o corte correspondiente”. (Troglia G. 2008, p.265).

## Deformaciones

“En las deformaciones de un retículo flexado tiene importancia la deformación por corte de alma reticulada y la misma no puede ser despreciada. Las expresiones elásticas para determinar la flecha de una viga flexada de alma llena a partir de la carga o el momento flector deben ser corregidas para considerar la influencia del corte. Para ello se deben utilizar los momentos de inercia, obtenido a partir del radio de giro modificado, que se deduce de la esbeltez modificada”. (Troglia G. 2008, p.268).

➔ VIGAS



### 1.3.2 Variable Dependiente: Costos de fabricación

#### Definiciones

Según López de Ortigosa (2012, pag.21), el aspecto de costo es importante, tanto para el propietario como para el constructor. En el primer caso, suponiendo un contrato por administración a porcentaje fijo, el propietario debe saber cuál será el costo de la obra concluida, dentro de un cierto rango. Salirse de él ocasionaría, en el mejor de los casos suspicacia y dudas sobre la honestidad y capacidad del constructor toda vez que este percibe un cierto porcentaje sobre el costo de la construcción. Por otro lado, si se trata de un contrato a precio alzado el propietario está más o menos seguro del costo final de la construcción, pero el constructor deberá tener mucho cuidado con sus costos, controlarlos si quiere tener la utilidad planeada. Cualquiera sea el caso, si un proyecto termina dentro del presupuesto elaborado, generara nuevamente un sentimiento de satisfacción para las dos partes involucradas.

Asimismo, Suarez Salazar (2002, pag.24), “Los costos son considerados como indirectos a aquellos gastos que no pueden tener aplicación a un producto determinado y costos directos aquellos gastos que tienen aplicación a un producto

determinado. En construcción son considerados costos indirectos los de operación y de obra. Son costos directos los preliminares (suma de gastos de materiales, mano de obra y equipo necesarios) y los costos finales”.

Por otro lado, Polimeni, Fabossi, Adelberg y Kole (1997, pag.11), “El costo como el Valor sacrificado para adquirir bienes o servicios, que se mide mediante la reducción de activos o al incurrir en pasivos al momento en que se obtienen los beneficios”.

De la misma manera Ortega (2007, pag.51), define el costo de fabricación Como el conjunto de pagos, obligaciones contraídas, consumos, depreciaciones, amortizaciones y aplicaciones atribuibles a UN periodo determinado, relacionadas con las funciones de producción. Por otra parte, dicho autor menciona que todo costo implica forzosamente un desembolso en efectivo, solo que este puede diferir en tiempo y magnitud de la cifra representativa en un periodo determinado.

La administración de proyectos de construcción y la ingeniería de costos;

Para el caso particular de la Ingeniería de costos, aquello que fue planeado es justo el costo o precio unitario de todas y cada una de las actividades por desarrollar en el proyecto de construcción cuyo conjunto constituye la totalidad del proceso constructivo. Obviamente estamos hablando del proceso de análisis de precios unitarios, situación que en muchos casos es confundida con la ingeniería de costos en su conjunto. La función de organización debe incluir la referencia al tiempo en el que deben incluirse estos costos o precios unitarios (López de Ortigosa. 2012, p.25).

#### Costo de materiales

El análisis del costo de materiales requeridos en una actividad debe estar compuesto por los siguientes pasos:

- a) Determinación de procesos elementales
- b) Obtención de los materiales necesarios en los procesos elementales
- c) Determinación de los volúmenes de materiales de los procesos elementales que intervienen en la actividad

d) Valuación del costo de los materiales requeridos en la actividad.

López de Ortigosa (2012, p.58).

#### Costo de mano de obra

El análisis de los costos de mano de obra debe incluir una serie de pasos o etapas:

- a) Obtención del salario real de todo el personal que intervendrá en la obra, el cual es aplicable a todas y cada una de las actividades
- b) Determinación del personal necesario en la actividad
- c) Estimación de la productividad específica del personal de la actividad
- d) Obtención del costo que por este concepto tiene la actividad

López de Ortigosa (2012, p.68)

#### Costo de maquinaria, herramienta y equipo

La maquinaria, herramienta y equipo se emplean en todo el proyecto, pueden ser rentados o bien propiedad de la empresa. En el primer caso la renta pagada constituye un costo directo cuyo importe dependerá de las condiciones específicas del contrato respectivo, el segundo la empresa ha realizado una inversión de capital que debe recuperar debido al uso, demérito y obsolescencia de la máquina y equipo. Esto último lo realiza a través de lo que se conoce como depreciación en contabilidad. La depreciación puede calcularse de distintas formas a saber:

- a) Por línea recta
- b) Suma de años dígitos
- c) Doble tasa decreciente

López de Ortigosa (2012, p.86)

## 1.4 Formulación del problema

### 1.4.1 Problema general

PG: ¿Cómo la aplicación de vigas reticuladas reducirá los costos de fabricación del Techo Canopy en la Estación de Grifo Primax en Ventanilla 2016?

### 1.4.2. Problemas específicos

PE1: ¿Cómo la aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de materiales del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax? Ventanilla. 2016?

PE2: ¿Cómo la aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de mano de obra del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax? Ventanilla. 2016?

PE3: ¿Cómo la aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de maquinaria del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax? Ventanilla. 2016?

PE4: ¿Cómo la aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de herramientas y equipos del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax? Ventanilla. 2016?

## 1.5 Justificación del estudio

“Toda investigación está orientada a la resolución de algún problema; por consiguiente, es necesario justificar, o exponer, los motivos que merecen la investigación. Asimismo, debe determinarse su cubrimiento o dimensión para conocer su viabilidad”. (Bernal, C. 2010, p. 106).

Bernal, considera que la justificación de una investigación es de carácter práctico, económico, teórico y metodológico. A medida que el tiempo avanza, también los estudios, materiales y desarrollo constructivos. En Perú está creciendo el uso de estructuras metálicas, en la fabricación de techos, almacenes, viviendas, puentes, entre otros; a razón de esto el análisis estructural, diseño, montaje, tienen que tener estrategias

para su optimización, todo basado en las normas que la rigen (E090, E030, etc.). Hoy por hoy una de las metas de todo ingeniero o calculista estructural es estar siempre en avanzada en el diseño de estructuras, para este caso estructuras de acero, por esta razón la investigación de este y otros tipos de procesos constructivos resulta en proporcionar un diseño más seguro, funcional, económico y posible para la sociedad en general. Al finalizar esta investigación esta servirá como material bibliográfico a los Ingenieros civiles que necesiten información sobre que materiales utilizar en caso se tenga que diseñar un Techo de estructura metálica.

#### 1.5.1 Práctica

“Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo”. (Bernal, C. 2010, p. 106).

El presente estudio de investigación tiene justificación práctica ya que se aplicará las vigas reticuladas para mejorar los costos de fabricación de techo Canopy en el distrito de Ventanilla.

#### 1.5.2 Económica

“La esencia de la teoría económica es reconocer la realidad de la escasez y luego encontrar la manera de organizar a la sociedad de tal manera que logre el uso de más eficientes de los recursos. Es ahí donde la economía hace su contribución exclusiva”. (Samuelson y Norhaus, 2006, p.4).

La presente investigación tiene justificación económica en respuesta a que tiene como propósito reducir la inversión en la fabricación de techos Canopy respecto a su uso, resistencia y tiempo de vida útil; así como reducir los costos en los materiales utilizados en su fabricación y montaje, logrando de esta manera un menor presupuesto sin mermar la resistencia, en la fabricación de techo Canopy mediante la aplicación de vigas reticuladas.



### 1.5.3 Teórica

“En investigación hay una justificación teórica cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente”. (Bernal, C. 2010, p. 106). La tesis desarrolla una investigación justificada teóricamente según los apoyos teóricos obtenidos de los autores utilizados como Troglia G. (2008) en lo relacionado a vigas reticuladas en la variable independiente y a López de Ortigoza (2012) en la segunda variable costos de fabricación, Esto nos ayuda a conocer y comparar los resultados obtenidos de los indicadores medidos a lo largo de la investigación, lo mismo que genera en si mismo mejoras pertinentes.

### 1.5.4 Metodológica

“En investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento valido y confiable”. (Según Bernal, C. 2010, p.107).

La tesis presenta una investigación que se justica de manera metodológica, a razón de que respeta los procedimientos metodológicos expuestos por los protocolos de la metodología de la investigación y los procedimientos presentados por el área de investigación de la universidad Cesar Vallejo.

## 1.6 Hipótesis

### 1.6.1 Hipótesis general

HG: La aplicación de vigas reticuladas reduce el costo de fabricación del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016.

### 1.6.2 Hipótesis específicos

HE1: La aplicación de vigas reticuladas reduce el costo de materiales del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016

HE2: La aplicación de vigas reticuladas reduce el costo de mano de obra del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016

HE3: La aplicación de vigas reticuladas reduce el costo de maquinaria del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016

HE4: La aplicación de vigas reticuladas reduce el costo de herramientas y equipos del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016

## 1.7 Objetivos

### 1.7.1 Objetivo general

OG: Analizar cómo aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de fabricación del techo Canopy en la Estación de Grifo Primax en Ventanilla 2016.

### 1.7.2 Objetivos específicos

OE1: Analizar como la aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de materiales del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016

OE2: Analizar como la aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de mano de obra del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016

OE3: Analizar como la aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de maquinaria del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016

OE4: Analizar como la aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de herramientas y equipos del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016.

## 2. MÉTODO

### 2.1. Diseño de la investigación

Según Segura Ángela (2003, pag.137) “Los diseños que carecen de un control experimental absoluto de todas las variables relevantes debido a la falta de aleatorización ya sea en la selección aleatoria de los sujetos o en la asignación de los mismos a los grupos experimental y control, que siempre incluyen un pre prueba para comparar la equivalencia entre los grupos, y que no necesariamente poseen dos grupos (el experimental y el control), son conocidos con el nombre de cuasi experimentos”.

La tesis presenta una investigación de diseño cuasi experimental, puesto que el investigador practica un dominio ínfimo hacia la variable independiente, sin tener asignación aleatoria de los sujetos participantes de la investigación tampoco grupo de control. La investigación es cuasi experimental y utilizará la modalidad pre test post test con un solo grupo.

G: 01 02 03...012 X 01 02 03...012

Es un diseño de un solo grupo con una medición pre y post de la variable dependiente, empero sin tener grupo control.

Dónde:

X: estímulo, Vigas reticuladas.

O1: medición previa (antes de la aplicación de vigas reticuladas) de la variable dependiente (costos de fabricación).

O2: medición posterior (antes de la aplicación de vigas reticuladas) de la variable dependiente (costos de fabricación).

## 2.2. Tipo de investigación

Según la esencia de los datos obtenidos que forma parte de la investigación de la presente tesis, esta puede normalizar el estudio de esta forma:

Aplicada, en respuesta para este tipo de investigación el autor afirma “se sustenta en la investigación teórica; su finalidad específica es aplicar las teorías existentes a la producción de normas y procedimientos tecnológicos, para controlar situaciones o procesos de la realidad” (Valderrama, 2014, p. 39); en consecuencia, la investigación es aplicada porque se hará uso de las vigas reticuladas para dar solución a la realidad problemática de costos de fabricación. Asimismo, es explicativa, a razón de que “los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; están dirigidos a responder a las causas de los eventos, sucesos y fenómenos físicos o sociales”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014 p. 126). La tesis presenta una investigación de relación causal; yendo más allá de la descripción o acercamiento al problema, logra encontrar las causas del mismo; describe la problemática, busca la explicación de la conducta de las variables y su última finalidad, el descubrimiento de las causas. También podemos decir que la investigación es cuantitativa, a razón de que para este tipo de investigación el autor afirma: “en el caso de la mayoría de los estudios cuantitativos, el proceso se aplica secuencialmente: se comienza con una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se establecen objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. Después se analizan objetivos y preguntas, cuyas respuestas tentativas se traducen en hipótesis (diseño de investigación) y se determina una muestra.

Por último, se recolectan datos utilizando uno o más instrumentos de medición, los cuales se estudian (la mayoría de las veces a través del análisis estadístico), y se reportan los resultados” (Hernández et al, 2014, pp. 16-17); Para la investigación presentada se recogieron y analizaron datos numéricos sobre las variables y están permitirán la toma de decisiones utilizando dimensiones cuantificables que pertenecen a la escala de razón y son convenientes haciendo uso de herramientas de la estadística.

A su vez es Longitudinal; para lo que el autor señala: “El interés del investigador es analizar cambios a través del tiempo en determinadas categorías, conceptos, sucesos, eventos, variables, contextos o comunidades, o bien, en las relaciones entre éstas” (Hernández et al, 2014, p. 278). La tesis es longitudinal en respuesta a que se tomaron los datos en un periodo de tiempo delimitado es fue de 48 semanas.

### 2.3. Variables, operacionalización

#### 2.3.1 Variable independiente: Vigas reticuladas

“En las vigas de alma llena el momento nominal resulta fundamentalmente del aporte resistente de las alas, siendo en general muy pequeña la colaboración del alma, y también es el alma la que provee resistencia nominal al corte. Cuando la sollicitación dominante es el momento flector, para disminuir el consumo de material se aligera el alma reemplazando la chapa llena por una malla de barras articuladas (triangulación interiormente isostática) que resultan sometidas a esfuerzos axiales por acción de corte. El momento flector es resistido por las barras de los cordones sometidas también a esfuerzos axiales, siempre que las cargas estén aplicadas en los nudos del reticulado. La mayor distancia entre los cordones no aumenta sustancialmente el peso, por lo que con el uso de vigas reticuladas se logra en general un menor consumo de material para salvar luces grandes cuando no existen cargas concentradas importantes”. (Trogia G.,2008, p. 258).

#### 2.3.2 Variable dependiente: Costos de fabricación

Según López de Ortigosa (2012), el aspecto de costo es importante, tanto para el propietario como para el constructor. En el primer caso, suponiendo un contrato por administración a porcentaje fijo, el propietario debe saber cuál será el costo de la obra concluida, dentro de un cierto rango. Salirse de él ocasionaría, en el mejor de los casos suspicacia y dudas sobre la honestidad y capacidad del constructor toda vez que este percibe un cierto porcentaje sobre el costo de la construcción. Por otro lado, si se trata de un contrato a precio alzado el propietario está más o menos seguro del costo final de la construcción, pero el constructor deberá tener

mucho cuidado con sus costos, controlarlos si quiere tener la utilidad planeada. Cualquiera sea el caso, si un proyecto termina dentro del presupuesto elaborado, generara nuevamente un sentimiento de satisfacción para las dos partes involucradas. (p.21).

### 2.3.3 Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FÓRMULAS	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE						
<b>VI. Vigas reticuladas</b>	<p>“En las vigas de alma llena el momento nominal resulta fundamentalmente del aporte resistente de las alas, siendo en general muy pequeña la colaboración del alma, y también es el alma la que provee resistencia nominal al corte. Cuando la sollicitación dominante es el momento flector, para disminuir el consumo de material se aligera el alma reemplazando la chapa llena por una malla de barras articuladas (triangulación interiormente isostática) que resultan sometidas a esfuerzos axiles por acción de corte. El momento flector es resistido por las barras de los cordones sometidas también a esfuerzos axiles, siempre que las cargas estén aplicadas en los nudos del reticulado. La mayor distancia entre los cordones no aumenta sustancialmente el peso, por lo que con el uso de vigas reticuladas se logra en general un menor consumo de material para salvar luces grandes cuando no existen cargas concentradas importantes”. (Troglia G. 2008, p. 258).</p>	<p>La variable Vigas reticuladas será medida a través de sus dimensiones: Resistencia, uniones soldadas, Formas seccionales de las barras, Nudos y deformaciones a su vez con los indicadores: Traccionales, Flexión de uniones soldadas, Ángulos, Rigidez de uniones directas, y esfuerzo por corte. El instrumento a utilizar serán las fichas de recolección de datos.</p>	Resistencia	Traccionales (T)	$T = \frac{TR \times 100}{TE}$ <p>TR: Traccionales realizados TE: Traccionales establecidos</p>	Razón
			Uniones soldadas (por arco eléctrico)	Flexión de uniones soldadas (FUS)	$FUS = \frac{FUSR \times 100}{FUSP}$ <p>FUS: Flexiones de uniones soldadas realizadas FUSE: Flexiones de uniones soldadas programadas</p>	Razón
			Formas seccionales de barras	Ángulos (A)	$A = \frac{ASBR \times 100}{ASBE}$ <p>ASBR: Ángulos de seccionales de barras requeridos ASBE: Ángulos de seccionales de barras establecidos</p>	Razón
			Nudos	Rigidez de uniones directas (UD)	$UD = \frac{RUDR \times 100}{RUDE}$ <p>RUDR: Rigidez de uniones directas realizadas RUDE: Rigidez de uniones directas establecidas</p>	Razón
			Deformaciones	Esfuerzo por corte (PC)	$PC = \frac{ECR \times 100}{ECE}$ <p>ECR: Esfuerzo por corte realizados ECE: Esfuerzo por corte establecidos</p>	Razón

DEPENDIENTE						
<p><b>VD. Costos de fabricación</b></p> <p>El aspecto de costo es importante, tanto para el propietario como para el constructor. En el primer caso, suponiendo un contrato por administración a porcentaje fijo, el propietario debe saber cuál será el costo de la obra concluida, dentro de un cierto rango. Salirse de él ocasionaría, en el mejor de los casos suspicacia y dudas sobre la honestidad y capacidad del constructor toda vez que este percibe un cierto porcentaje sobre el costo de la construcción. Por otro lado, si se trata de un contrato a precio alzado el propietario está más o menos seguro del costo final de la construcción, pero el constructor deberá tener mucho cuidado con sus costos, controlarlos si quiere tener la utilidad planeada. Cualquiera sea el caso, si un proyecto termina dentro del presupuesto elaborado, generara nuevamente un sentimiento de satisfacción para las dos partes involucradas. (Según López de Ortigosa. 2012, p.21).</p>	<p>La variable Costos de fabricación será medida a través de sus dimensiones: Materiales, Mano de obra, Maquinaria, Herramientas y equipos, a su vez con los indicadores: Volúmenes de materiales, Costo de mano de obra de la actividad, Renta de maquinaria, Depreciación. El instrumento a utilizar serán las fichas de recolección de datos.</p>	<p>Materiales</p>	<p>Volúmenes de materiales (VM)</p>	$VM = \frac{VMR}{VMP} \times 100$ <p>VWR: Volúmenes de materiales requeridos WMP: Volúmenes de materiales programados</p>	<p>Razón</p>	
		<p>Mano de Obra</p>	<p>Costo de mano de obra de la actividad (CMOA)</p>	$CMO = \frac{CTMOR}{CTMOP} \times 100$ <p>CTMOR: Costo total de mano de obra requerido CTMOP: Costo total de mano de obra programado</p>	<p>Razón</p>	
		<p>Maquinaria</p>	<p>Renta de maquinaria (RM)</p>	$RM = \frac{RMO}{RMP} \times 100$ <p>RMO: Rentabilidad de maquinaria obtenida RMP: Rentabilidad de maquinaria programada</p>	<p>Razón</p>	
		<p>Herramientas y equipos</p>	<p>Depreciación (D)</p>	$RD = \frac{DER}{DEP} \times 100$ <p>DEO: Depreciación de equipos registrada DEP: Depreciación de equipos proyectada</p>	<p>Razón</p>	



## 2.4. Población y muestra

### Población

Según Hernández [et al.] (2014, pag.174) “La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”.

En esta tesis, la población estará constituida por los techos Canopy de 4 estaciones de grifo, ubicadas en la carretera Néstor Gambeta desde el Km Hasta el Km en el Distrito de Ventanilla-Callao.

### Muestra

Según Hernández [et. al.] (2014, pag.173) “Para el proceso cuantitativo, la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población. El investigador pretende que los resultados encontrados en la muestra se generalicen o extrapolen a la población”. En esta tesis, el investigador por conveniencia escoge como muestra la estación de servicio Primax ubicado en Carretera Néstor Gambeta 202 Ventanilla (Costado de Plaza Veá), distrito de Ventanilla-Callao, a esta, se le aplicara tres procesos de fabricación: vigas “H”, vigas “I”, vigas reticuladas, para su análisis.

## 2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### 2.5.1 Técnicas

Según Bernal, C. (2010, pag.192) “En la actualidad, en investigación científica hay una variedad de técnicas o instrumentos para la recolección de información en el trabajo de campo de una terminada investigación. De acuerdo con el método y el tipo de investigación que se va a realizar, se utilizan unas u otras técnicas”. Los métodos empleados en la tesis serán: Observación experimental, análisis comparativo de procedimientos, tiempos y costos, además de observación de Campo en el montaje.

## 2.5.2 Instrumento

Según Hernández [et al.] (2014, pag.199) “Considera que un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente”. La tesis para la medir de los indicadores usará ficha de recolección de datos, como instrumento de medición, en los que aparecen las dimensiones e indicadores elegidos para esta investigación.

## 2.5.3 Validez

La validez del contenido se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide (Hernández et al, 2014, p 201). La validez del contenido de los instrumentos, fichas de recolección de datos, será realizado por juicio de tres ingenieros expertos, especialistas del tema de investigación de la escuela de ingeniería Civil de la universidad Cesar Vallejo, así como también la matriz de consistencia, tal que tengan coherencia, suficiencia y calidad los instrumentos mencionados.

## 2.6. Métodos de análisis de datos

Estadística descriptiva: Córdoba (2003, pag.1) “Se denomina estadística descriptiva, al conjunto de métodos estadísticos que se relacionan con el resumen y descripción de los datos, como tablas, gráficos y el análisis mediante algunos cálculos”. Por lo consiguiente la tesis analizará la conducta de la muestra materia de estudio, haciendo uso de herramientas como: media, mediana varianza y desviación estándar.

Estadística inferencial: (Hernández et al, 2014, pag.299), explica que la “estadística inferencial es para probar las hipótesis y estimar parámetros”.

Con la estadística inferencia se realizan las pruebas de hipótesis, así como la comparación de medias y la prueba de normalidad.

Ambas estadísticas se relacionan, porque para de los métodos de una es necesario conocer los métodos de la otra. La tesis utilizará el software SPSS versión 23 para el procesamiento de la información registrada.

## 2.7. Aspectos éticos

La tesis tiene como compromiso respetar los resultados, la confiabilidad de los datos que obtendrán mediante los cálculos estructurales, asimismo la identidad de los profesionales que participen en el estudio. Toda la información consignada en la tesis está debidamente referenciada.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Conceptos básicos

La tesis amplía el marco teórico con conceptos básicos de estructuras metálicas, tanto en formas de perfil como en conceptos de rigidizadores en estructuras.

#### 3.1.1 Ventajas del acero como material estructural

Una de las ventajas principales del acero estructural es su alta resistencia, además de esta están la durabilidad, la ductilidad, asimismo la capacidad de soportar grandes cargas sin fallar. Para la estructura que presenta la tesis, su diseño y montaje se hacen bastante sencillos debido a que la mayoría de los perfiles vienen prefabricados. Esto se consigue a razón de que al producirse el acero estos están de acuerdo a estándares de calidad puestos en fábrica; como resultado obtenemos una Resistencia uniforme en los elementos, también durabilidad ante los cambios climáticos.

A todo esto, le sumamos como ventaja la facilidad con la que cuneta el acero al realizar modificaciones en obra, ya sea por modificación de planos o error en medición o ejecución de partidas asociadas, y, por último, todos los desperdicios o saldos son ciento por ciento reciclables y con posibilidad de vender como chatarra al peso.

#### 3.1.2 Desventajas del acero como material estructural

El acero como cualquier otro material es susceptible al fuego, al ser un buen conductor por naturaleza se debilita al aumentar el calor interno, de acuerdo al tipo de

estructura a diseñar en el mercado podemos encontrar opciones para paliar esta desventaja, tenemos rociadores, pintura ignífuga, lana de vidrio, etc.

A pesar de que los perfiles metálicos poseen gran resistencia a compresión, no podemos olvidarnos de estos cálculos, más aún cuando las luces son amplias, o sometemos nuestra estructura a esfuerzos cíclicos constantes lo que ocasiona fatiga, para esto contamos con refuerzos o rigidizadores, lo que a su vez acrecentar, el costo por mano de obra y la supervisión de este.

### 3.1.3 Propiedades del acero

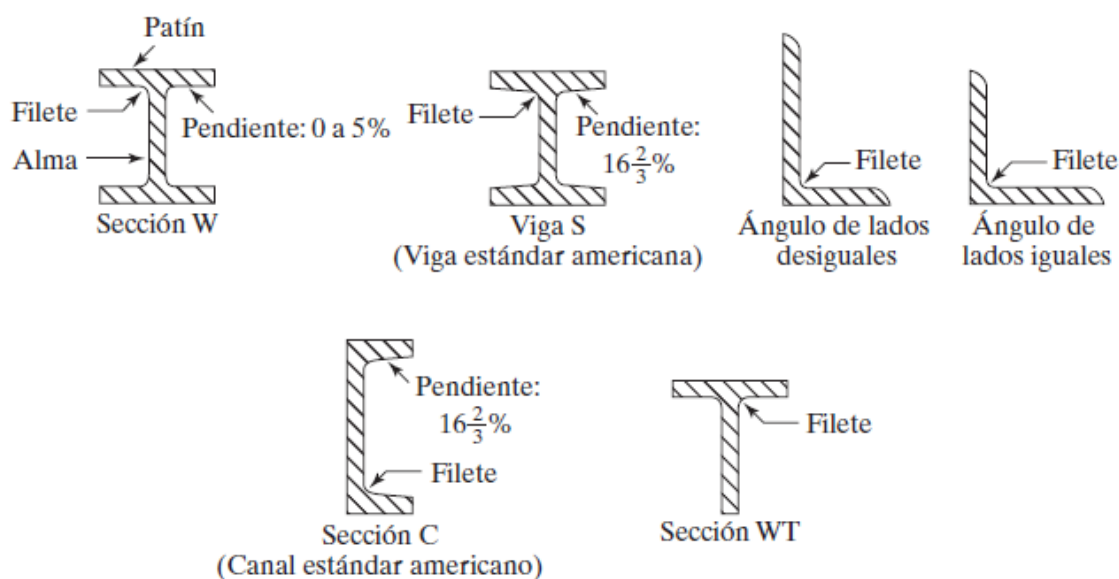
La tesis, según nomenclaturas de la American Society of Testing Materials (ASTM) el perfil a utilizar es la ASTM 36, cuyas propiedades se detalla a continuación:

- Peso específico ( $\delta$ ): 7.85 kg/m<sup>3</sup>
- Módulo de elasticidad (E): 2.10 x 10<sup>6</sup> kg/cm<sup>2</sup>
- Esfuerzo de fluencia (F<sub>y</sub>): 2.53 Ton/cm<sup>2</sup>
- Esfuerzo de fractura (F<sub>u</sub>): 4.08 Ton/ cm<sup>2</sup>
- Coeficiente de Poisson ( $\nu$ ): 0.3
- Coeficiente de dilatación térmica ( $\alpha$ ): 1.2 x 10<sup>-5</sup> (°C)<sup>-1</sup>

#### Perfiles laminados en acero

Entre los principales perfiles Laminados tenemos los Ángulos, Canales “C”, doble “C”, “I”, “H”, doble “T” o simplemente “T”, Algunos de estos serán utilizados por la tesis presentada.

## Perfiles laminados de acero



Fuente: McCormac 2012: 10

### 3.2. Especificaciones de diseño

#### 3.2.1. Método de análisis utilizado en la tesis

La tesis obtiene sus cálculos en las fórmulas extraídas de los Libros de Troglia, Nonnast, McCormac, Delfino y Zapata Baglieto, además de la Norma E090 (Estructuras Metálicas), Norma E020 (Cargas), todas basadas en el diseño por factores de carga y resistencia (LRFD, Load and Resistance Factor Design).

Cabe mencionar que, el término estado límite se utiliza para referir a una condición dentro de la estructura o de algún elemento de la misma que no sea capaz de cumplir con su función.

El método LRFD adopta dichos estados definidos como estados límites de Resistencia y de servicio.

El estado límite último hace referencia a la resistencia a soportar cargas, incluso en situaciones de extrema fluencia, falla por pandeo o incluso por fatiga. En cambio, el límite de Servicio va direccionado más al comportamiento de la estructura a deflexión agrietamiento y/o deterioro por el paso de los años.

### 3.2.2 Combinaciones de carga según NTP E090 Cap. 1.4.1

Según la norma, las variables de carga son mayoradas con un factor dispuesto por esta, lo que nos da como resultado una carga, al trabajarla con las fórmulas obtenidas no da un Resistencia Nominal, que a su vez debe ser menor a la Resistencia de diseño reducida también por un factor que nos Brinda la norma, ya sea a tracción o compresión, además de sus comprobaciones.

La hipótesis de carga utilizada en las Tesis por ser la más desfavorable según Norma E090 en su artículo 1.4.1 es:

$$Carga = 1.2D + 1.6Lr + 0.8W$$

Las resistencias se analizarán también con las fórmulas en la norma antes mencionada, se detalla a continuación:

$$Resistencia\ Nominal < \phi Resistencia\ de\ Diseño$$

Donde:

$\phi=0.85$  para cálculos a compresión.

$\phi=0.90$  para cálculos a tracción.

Para las comprobaciones tenemos:

$$\frac{L}{r} < Factor$$

Donde:

Factor=300 para elementos a tracción.

Factor=200 para elementos a compression.

Factor= 100 para columnas a flexo compresión.

L = Luz sometido a perfil.

r = Radio de giro del perfil.

### 3.2.3 Cargas según NTP E020

#### Carga muerta

Se considerará el peso real de los materiales que conforman y de los que deberá soportar la edificación (Estructura), calculados en base a los pesos unitarios; El peso real se podrá determinar por medio de análisis, o usando los datos indicados en los diseños y catálogos de los fabricantes (RNE; NTP E020, 2017, p 371).

La tesis usa una carga muerta de 15Kg/m<sup>2</sup>, esto basado en el libro de Diseño Practico de Estructuras de Acero por Delfino Rodríguez Peña, donde establece el promedio de peso de una estructura metálica de techo, de cobertura liviana (Calamina, Calaminon, Fibrocemento, Policarbonato).

#### Carga viva

Es el peso de todos los ocupantes, equipos, muebles y otros elementos soportados por la edificación (RNE; NTP E020, 2017, p 371).

La tesis considera, basándose en el RNE NTP E020 art 7.1 carga viva sobre el techo, para techos con coberturas livianas una carga de 30 Kg/m<sup>2</sup>.

#### Carga de viento

Variabes entre las regiones del Perú. La sierra debido a la cordillera de los Andes es la región en la que las cargas de viento son mayores; en el RNE se toca de manera muy breve las cargas de viento aún menos para estructuras metálicas, por lo que Zapata Baglieto en su libro Diseño estructural en acero, nos brinda parámetros de desarrollo de este tipo de carga.

Esta tesis nos da un resumen para considerar parámetros para techos Canopy, estos techos no tienen ningún cerramiento lateral, y la estructura tiene cobertura en el lado superior (Calaminon), y en el lado inferior (Falso cielo) por lo que se tomaran las cargas que afecte más a nuestra estructura en barlovento y sotavento.

En el diseño a trabajar, costa, Ventanilla, y nuestro tipo de estructura (Canopy para techo), se tomó la velocidad del viento mínima según la norma E020 (75 km/hora), a una altura de 6m, que es la altura total del techo.

$$12.3 \quad Vh = V\left(\frac{h}{10}\right)^{0.22} = 67 \text{ km/h}$$

Donde:

Vh: Velocidad de Diseño en la altura h en Km/h.

V: Velocidad de diseño hasta 10m en Km/h: 75 Km/h.

h: Altura total de la estructura sobre el terreno: 6m.

$$12.4 \quad Ph = 0.005CVh^2 = \begin{array}{ll} 18 & \text{Kg/m}^2 \text{ Barlovento} \\ -13.5 & \text{Kg/m}^2 \text{ Sotavento} \end{array}$$

Se tomará como carga de viento Ph= 18 Kg/m<sup>2</sup>

### Arriostres, cruceta de San Andrés

Los arriostres son elementos instalados en diagonal que forman triángulos en la estructura. Los arriostres trabajan con las cargas que ocasionan deformación en la estructura, su labor es tanto en compresión como en tracción, los perfiles más utilizados son los ángulos y las barras sólidas, sean cuadrados o redondos.

El procedimiento clásico de arriostramiento se llama Cruz de San Andrés, en esta se destaca la independencia de las diagonales, que a su vez forman parte de la estructura total, en caso de fuerzas aplicada a la estructura que conlleven a deformaciones, una de estas trabaja a compresión mientras la otra a tracción. En las Contracciones de más de dos niveles de altura o 5 metros, las crucetas juegan un papel importante dando estabilidad frente a las cargas externas e internas de la estructura, la sección de perfil predimensionado a utilizar para arriostramiento lateral viene dado por la siguiente fórmula:

$$r_{min} = \frac{kL}{4} \sqrt{\frac{fy}{E}}$$

La tesis utilizara arriostramiento no lateral sino de cubierta, estos son los perfiles de sección pequeña, llámese ángulos, barras redondas o platinas, que son los entramados planos, paralelos a la cubierta que tienen como objetivo absorber los empujes del viento, en contra del peso de la estructura. El cálculo se plantea como la de una viga en celosía, donde el esfuerzo por viento se contrapone con la viga principal como montante, la estructura del frizo como cordón inferior y la cruceta como diagonal.

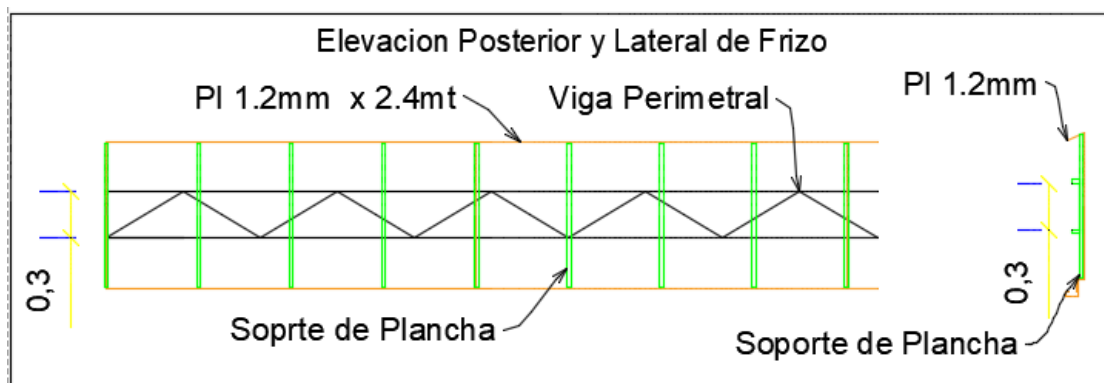


Por el diseño del Canopy es despreciable la tensión arrojando un área acero baja, por lo que la tesis propone de acuerdo a experiencia de montaje anteriores, el común de las crucetas. Barra corrugada de 5/8, con rosca en los extremos.

### Carga de frizo

El frizo es la estructura lateral del Canopy, en ella mediante pintura o pegado de láminas rotuladas se imprime el logo del combustible que va a vender la estación, está fabricada de plancha galvanizada de 1.2mm de espesor, y sujeta a la estructura del Canopy mediante una vigueta fabricada de Angulo de 1 x 2.5mm, esto tiene una carga la tesis entrega el techo Canopy solo con pintura wash primer.

El peso de la estructura del Frizo se determina por el peso unitario de los materiales que lo conforman entre los metros lineales totales del perímetro del Canopy, en la estructura a diseñar es de: 16.3 Kg/m



Fuente: Elaboración propia.

### Soldadura

La tesis se basa en la norma E090 capítulo 10 conexiones en la tabla 10.2.6, para la identificación del tipo de soldadura a trabajar según el tipo de Acero utilizado para los tipos de vigas diseñadas.

- Para las vigas reticuladas el material elegido son ángulos de dimensiones luego analizados, de común denominador el tipo de acero el cual es A36, según tabla la soldadura a utilizar es E6011 (Cellocord).
- Para las Vigas I de la misma forma el Acero es A 572, para este tipo de material la soldadura a utilizar es la E7018 (Supercito).
- Para las planchas con la cual se va a conformar los canales doble “C” será de acero A36, la soldadura a utilizar es E6011 (Cellocord).

**TABLA 10.2.6**  
**Metal de soldadura compatible con metal de base**

Grupo	Metal base			Niveles compatibles de metal de soldadura	
	Especificación de acero	$F_y$ MPa	$F_u$ MPa	Especificación de electrodo	
I	ASTM A36		250	400-550	SMAW - AWS A5.1: E60XX, E70XX
	ASTM A53	Grado B	240	415 min	SMAW - AWS A5.5: E70XX-X
	ASTM A500	Grado A	228	310 min	SAW - AWS A5.17: F6XX-EXXX F7XX-EXXX
		Grado B	290	400 min	
	ASTM A501		250	400 min	SAW - AWS A5.3: F7XX-EXX-XX
	ASTM A529		290	415-585	GMAW - AWS A5.8: ER70S-X
	ASTM A570	Grado 40	275	380 min	FCAW - AWS A5.0: E6XT-X, E7XT-X FCAW - AWS A5.9: E7XTX-XX
		Grado 45	310	415 min	
		Grado 50	345	450 min	
ASTM A709	Grado 36	250	400-550		
II	ASTM A572	Grado 42	290	415 min	SMAW - AWS A5.1: E7015, E7016, E7018, E7028
		Grado 50	345	450 min	SMAW - AWS A5.5: E7015-X, E7016-X, E7018-X
	ASTM A606		310-340	450 min	SAW - AWS A5.17: F7XX-EXXX SAW - AWS A5.23: F7XX-EXX-XX
	ASTM A607	Grado 45	310	410 min	GMAW - AWS A5.18: ER70S-X
		Grado 50	345	450 min	
		Grado 55	380	480 min	
	ASTM A618	Grado Ib, II, III	315-345	450 min	FCAW - AWS A5.20: E7XT-X FCAW - AWS A5.29: E7XTX-X
	ASTM A709	Grado 50	345	450 min	
		Grado 50W	345	485 min	
III	ASTM A572	Grado 60	415	515 min	SMAW - AWS A5.5: E8015-X, E8016-X, E8018-X
		Grado 65	450	550 min	SAW - AWS A5.23: F8XX-EXX-XX

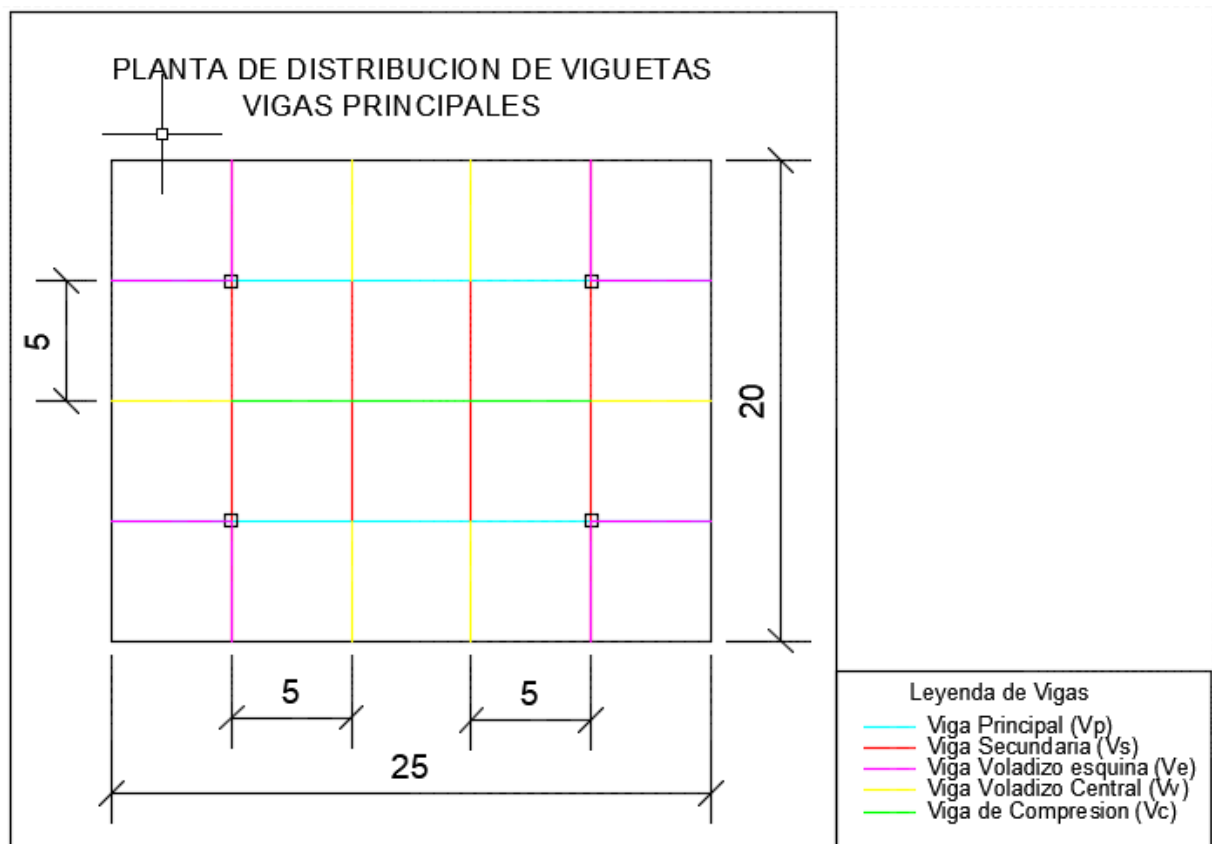
Fuente: Norma E-090

### 3.3. Resultado de cálculos de análisis y diseño

#### 3.3.1 Planos de predimensionamiento



Fuente: Tavitec Ventanilla 2016.



Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2 Cargas

Cargas según E020

art 7.1 D	sobrecarga de uso =	30 kg/m <sup>2</sup> =L
art 6	Carga muerta =	15 kg/m <sup>2</sup> =D
art 12	Carga de viento análisis en Ventanilla =	18 kg/m <sup>2</sup> =W

Hipótesis de combinaciones de carga, según RNE Norma E090

$$C = 1.2D + 1.6Lr + 0.8W = 80.4 \text{ Kg/m}^2$$

### 3.3.3 Cálculo de estructuras tipo celosías (Tijerales)

#### Predimensionamiento de viga principal



Carga=	80.4 Kg/m <sup>2</sup>
At=	7.5 mt
Luz=	15 mt
$Peso = Carga \times At =$	603 Kg/m

$$Momento\ maximo = Mmax = \frac{PL^2}{8} + fa = 17,466 \text{ Kg.m}$$

$$Peralte = \frac{Luz}{24} = 0.63 \text{ m}$$

La relación luz/peralte de una viga en celosía para techos de cobertura liviana (calamina, calaminon, Polipropileno), va desde 1/20 hasta 1/24. (Bagileto).

$$Separacion\ entre\ bridas = \frac{Peralte}{0.3} = 0.2 \text{ m}$$

$$Tension\ requerida = N = \frac{Mmax}{Peralte} = 27565 \text{ kg}$$

Cordón inferior a tracción, (Fórmula obtenida de norma E090 cap. 4.1.1)

Resistencia de diseño a tracción método LRFD

N: Resistencia Requerida= 27765 kg  
 fy: límite elástico del acero= 2530 Kg/cm<sup>2</sup>

$$A_g = \frac{N(t)}{(0.9)(t_{max})}$$

(A<sub>g</sub>) = 12.1 cm<sup>2</sup>

Area de Acero se divide entre dos Angulos por ser en cajon, sera 6.05 cm<sup>2</sup>. corresponde a angulo de 2" x 1/4. Segun Valores estaticos de los Angulos.

Comprobacion a Traccion según Norma E.090

Comprob.= L/r < 300 Comprobacion= 69.03 < 300 **Cumple a traccion**

L: Luz de la barra. (107 cm)

r: Radio de Giro. Para este caso 1.55 cm Según tabla de valores estaticos de los angulos.

Cordón superior a compresión (Fórmula obtenida de norma E090 Cap. 5.2.1)

Resistencia de diseño a compresión para pandeo por flexión método LRFD

Resistencia de Diseño = R<sub>d</sub> = Øc.P<sub>n</sub>

Øc = 0.85

P<sub>n</sub> = A<sub>g</sub>.F<sub>cr</sub>

Ahora:

$F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) f_y$ , si  $\lambda_c \leq 1.5$

$F_{cr} = \left(\frac{0.877}{\lambda_c^2}\right) f_y$ , si  $\lambda_c > 1.5$

Donde:

$$\lambda_c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

P<sub>n</sub>= Resistencia de Diseño a Flexion

A<sub>g</sub>= Area de Acero

F<sub>cr</sub>= Factor critico

f<sub>y</sub>= Límite elástico: 2350 kg/cm<sup>2</sup>.

k= Factor longitud efectiva = 1: para elementos biarticulados.

e= Modulo de elasticidad: 2100000 km/cm<sup>2</sup>

i= radio de giro

L= Luz del Perfil.

Aplicando a nuestro Diseño, trabajamos inicialmente con Angulo 2 1/2 x 1/4:

r=radio de giro=1.95 cm.

L=luz de barra según diseño anexado=107cm.

A<sub>g</sub>=Area de acero del angulo predimensionado=7.66 cm<sup>2</sup>

$\lambda_c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 0.606 < 1.5$  entonces F<sub>cr</sub> a usar sera,

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda c^2}) f_y = 2169.77$$

$$P_n = A_g \cdot F_{cr} = 16,620.44 \text{ kg}$$

$$= 33240.89 \text{ kg}$$

Se Multiplica por 2 al ser una celosia de dos Bidas.

$$Resistencia de Dise\~{n}o = R_d = \phi_c \cdot P_n = 28255 \text{ kg}$$

$$R_d > N(t) = 28255 \text{ Kg} > 27765 \text{ Kg. Cumple a Compresion.}$$

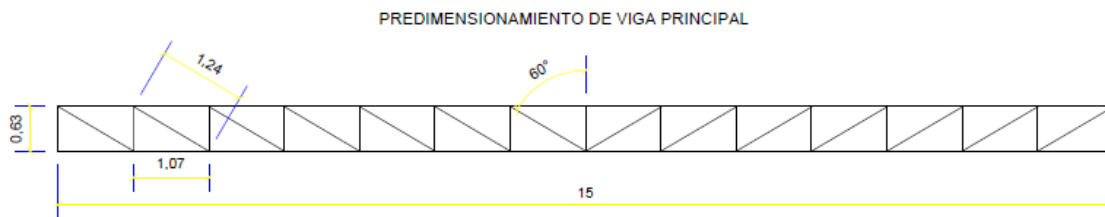
Comprobacion a Traccion segun Norma E.090

$$\text{Comprob.} = L/r < 200 \quad \text{Comprobacion} = 54.87 < 200 \quad \text{Cumple a compresion.}$$

L: Luz de la barra. (107 cm)

r: Radio de Giro. Para este caso 1.95 cm. cm Segun tabla de valores estaticos de los angulos.

Barra diagonal a traccion, aplicando metodo de Ritter para obtencion de esfuerzos



$$F = \frac{\text{Peso(kg)} * \text{Luz Total (m)}}{\text{Nro Montantes}} = 647 \text{ kg}$$

$$\text{Peso} = \text{Carga} * \text{Área Tributaria} = 603 \text{ kg/m}$$

$$\text{Luz Total} = \text{Luz total de la Viga} = 15 \text{ m}$$

$$\text{Nro. Montantes} = \text{Segun Dise\~{n}o Propuesto} = 14 \text{ unid.}$$

$$R_a = \frac{P \cdot L}{2} + f = 4604 \text{ kg}$$

Ra=Reacción en A.

$$\text{Peso} = \text{Carga} * \text{Área Tributaria} = 603 \text{ kg/m}$$

$$L = \text{Luz total de la Viga} = 15 \text{ m}$$

$$f = \text{Fuerza Puntual} = 81.5 \text{ (kg).}$$

$$d = \sin(\alpha) \cdot \text{Peralte} = 0.5456 \text{ m}$$

$\alpha$ =Angulo entre montante y diagonal, obtenido de Dise\~{n}o:60°.

Peralte= Peralte obtenido de Predimensionamiento:0.63m.

Entonces Aplicando Teorema de Ritter

$$N_d = \frac{(R_a \times \text{montantes}) - \left[ \left( \frac{F}{2} \right) \times \text{montantes} \right] + (F)(\sum \text{montantes restantes})}{d}$$

$$N_d = \frac{(4604 \times 7) - [(324 \times 7) + (647)(6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1)]}{0.5456 \text{ m}} =$$

16373 kg

Al ser positivo  
Traccion

## Resistencia de diagonales a tracción método LRFD

N: Resistencia Requerida = 16373 kg  
 fy: límite elástico del acero = 2530 Kg/cm<sup>2</sup>

$$A_g = \frac{N(t)}{(0.9)(t_{max})}$$

$$A_g = 7.19 \text{ cm}^2$$

Area de Acero se divide entre dos Angulos por ser en cajon, sera 3.6 cm<sup>2</sup>. corresponde a angulo de 1 1/2 x 3/16. Segun Valores estaticos de los Angulos.

Comprobacion a Traccion según Norma E.090

Comprob.=L/r < 300 Comprobacion= 107.8 < 300 **Cumple a traccion**

L: Luz de la barra. (125 cm)

r: Radio de Giro. Para este caso 1.16 cm Según tabla de valores estaticos de los angulos.

## Montante a compresión (Fórmula obtenida de norma E090 Cap. 5.2.1)

### Resistencia de diseño a compresión para pandeo por flexión método LRFD

Resistencia de Diseño =  $R_d = \phi_c P_n$

$\phi_c = 0.85$

$P_n = A_g F_{cr}$

Ahora:

$$F_{cr} = (0.658 \lambda c^2) f_y, \text{ si } \lambda c \leq 1.5$$

$$F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda c^2} \right) f_y, \text{ si } \lambda c > 1.5$$

Donde:

$$\lambda c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$P_n$  = Resistencia de Diseño a Flexion

$A_g$  = Area de Acero

$F_{cr}$  = Factor critico

$f_y$  = Límite elástico: 2350 kg/cm<sup>2</sup>.

$k$  = Factor longitud efectiva = 1: para elementos biarticulados.

$e$  = Modulo de elasticidad: 2100000 km/cm<sup>2</sup>

$i$  = radio de giro

$L$  = Luz del Perfil.

Aplicando a nuestro Diseño, trabajamos inicialmente con Angulo 1 1/2 x 1/8

r=radio de giro=1.18 cm.

L=luz de barra según diseño anexo=63cm.

$A_g$ =Area de acero del angulo predimensionado=2.32cm<sup>2</sup>

$$\lambda c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 0.5894 < 1.5 \text{ entonces } F_{cr} \text{ a usar sera,}$$

$$F_{cr} = (0.658 \lambda c^2) f_y = 2187.62$$

$$P_n = A_g F_{cr} = 5,075.00 \text{ kg}$$

$$= 10150 \text{ kg}$$

Se Multiplica por 2 al ser una celosia de dos Bidas.

$$\text{Resistencia de Diseño} = R_d = \phi_c P_n = 8628 \text{ kg}$$

$$R_d > N(t) = 8628 \text{ Kg} > 647 \text{ Kg. Cumple a Compresion.}$$

Comprobacion a Traccion según Norma E.090

Comprob.=L/r < 200 Comprobacion= 53.39 < 200 **Cumple a compresion.**

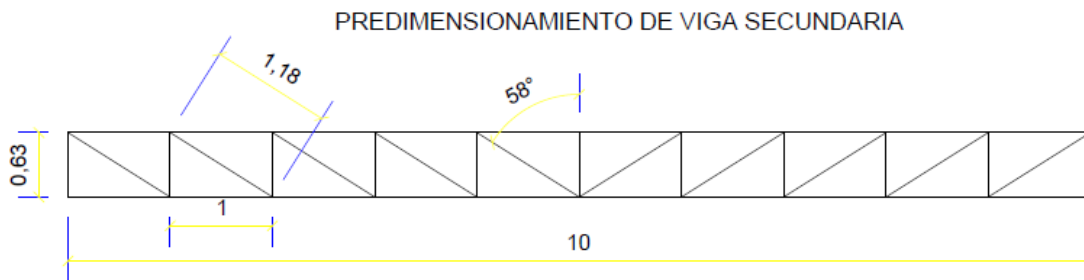
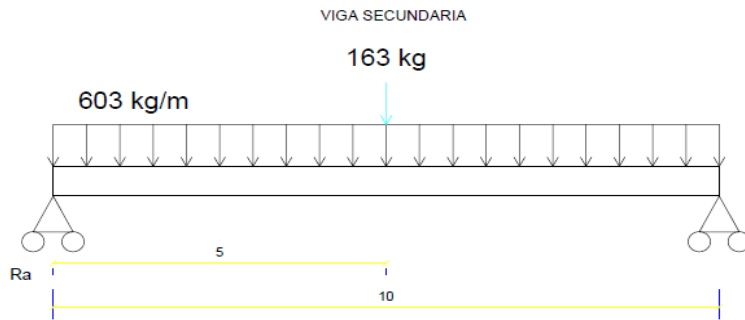
L: Luz de la barra. (63 cm)

r: Radio de Giro. Para este caso 1.18 cm. Según tabla de valores estaticos de los angulos.

## Resumen de viga principal

Cordon Superior:	Angulo de 2 1/2 x 1/4.
Cordon Inferior:	Angulo de 2 x 1/4.
Diagonal:	Angulo de 1 1/2 x 3/16.
Montante:	Angulo de 1 1/2 x 1/8.

## Predimensionamiento de viga secundaria



Carga=  
 At= 80.4 Kg/m<sup>2</sup>  
 Luz= 7.5 mt  
 Peso = Carga x At = 10 mt

$$\text{Momento maximo} = M_{max} = \frac{603 \text{ Kg/m} \cdot L^2}{8} + \frac{fL}{4} =$$

$$\text{Peralte} = 0.63\text{m} \qquad 7,742 \text{ Kg.m}$$

Por efectos de Homogeneidad se Utilizará el mismo Peralte.

$$\text{Separacion entre bridas} = \frac{\text{Peralte}}{0.3} = 0.2 \text{ m}$$

$$\text{Tension requerida} = N = \frac{M_{max}}{\text{Peralte}} = 12289 \text{ kg}$$



Cordón inferior a tracción, (Fórmula obtenida de norma E090 cap. 4.1.1)  
 Resistencia de diseño a tracción método LRFD.

N: Resistencia Requerida= 12289 kg  
 fy: límite elástico del acero= 2530 Kg/cm<sup>2</sup>

$$A_g = \frac{N(t)}{(0.9)(t_{max})}$$

(A<sub>g</sub>) = 5.39 cm<sup>2</sup>

Area de Acero se divide entre dos Angulos por ser en cajon, sera 2.7 cm<sup>2</sup>. corresponde a angulo de 2" x 1/8. Segun Valores estaticos de los Angulos.

Comprobacion a Traccion según Norma E.090

Comprob.= L/r < 300 Comprobacion= 62.89 < 300 **Cumple a traccion**

L: Luz de la barra. (100 cm)

r: Radio de Giro. Para este caso 1.59 cm Según tabla de valores estaticos de los angulos.

Cordón superior a compresión (Fórmula obtenida de norma E090 Cap. 5.2.1)

Resistencia de diseño a compresión para pandeo por flexión método LRFD.

Resistencia de Diseño =  $R_d = \phi_c \cdot P_n$

$\phi_c = 0.85$

$P_n = A_g \cdot F_{cr}$

Ahora:

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) f_y, \text{ si } \lambda_c \leq 1.5$$

$$F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c^2} \right) f_y, \text{ si } \lambda_c > 1.5$$

Donde:

$$\lambda_c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

- Pn= Resistencia de Diseño a Flexion
- Ag= Area de Acero
- Fcr= Factor critico
- fy= Limite elastico: 2350 kg/cm<sup>2</sup>.
- k= Factor longitud efectiva = 1: para elementos biarticulados.
- e= Modulo de elasticidad: 2100000 km/cm<sup>2</sup>
- i= radio de giro
- L= Luz del Perfil.

Aplicando a nuestro Diseño, trabajamos inicialmente con Angulo 2 x 3/16.

- r=radio de giro=1.57 cm.
- L=luz de barra según diseño anexado=100cm.
- Ag=Area de acero del angulo predimensionado=4.61 cm<sup>2</sup>

$$\lambda c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{fy}{E}} = 0.606 < 1.5 \text{ entonces Fcr a usar sera,}$$

$$Fcr = (0.658^{\lambda c^2}) fy = 2057$$

$$Pn = Ag \cdot Fcr = 9,482.50 \text{ kg}$$

$$= 18965 \text{ kg}$$

Se Multiplica por 2 al ser una celosia de dos Bridas.

$$Resist \text{ de Diseño} = Rd = \phi c \cdot Pn = 16120.83 \text{ kg}$$

$$Rd > N(t) = 16120.83 \text{ Kg} > 12289 \text{ Kg. Cumple a Compresion.}$$

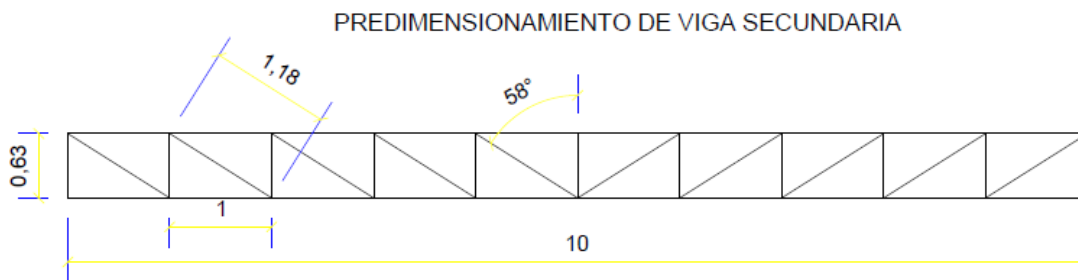
Comprobacion a Traccion según Norma E.090

$$\text{Comprob.} = L/r < 200 \quad \text{Comprobacion} = 63.69 < 200 \quad \text{Cumple a compresion.}$$

L: Luz de la barra. (100 cm)

r: Radio de Giro. Para este caso 1.57 cm. cm Según tabla de valores estaticos de los angulos.

### Barra diagonal a tracción, aplicando método de Ritter para obtención de esfuerzos



$$F = \frac{\text{Peso(kg)} * \text{Luz Total (m)}}{\text{Nro Montantes}} = 603 \text{ kg}$$

Peso= Carga \* Área Tributaria = 603 kg/m

Luz Total = Luz total de la Viga=10m

Nro. Montantes = Según Diseño Propuesto=10 unid.

$$Ra = \frac{P \cdot L}{2} + \frac{f}{2} =$$

3096.5 kg

Ra=Reaccion en A.

Peso= Carga \* Area Tributaria = 603 kg/m

L = Luz total de la Viga=10m

f=Fuerza Puntual=163 (kg).

$$d = \sin(\alpha) \cdot \text{Peralte} = 0.53 \text{ m}$$

$\alpha$ =Angulo entre montante y diagonal, obtenido de Diseño:58°.

Peralte= Peralte obtenido de Predimensionamiento:0.63m.

Entonces Aplicando Teorema de Ritter

$$Nd = \frac{(Ra \times \text{montantes}) - \left[ \left( \frac{F}{2} \right) \times \text{montantes} \right] + (F)(\sum \text{montantes restantes})}{d}$$

$$Nd = 14985 \text{ kg}$$

Al ser positivo Traccion

### Resistencia de diagonales a tracción método LRFD

N:Resistencia Requerida= 14985 kg  
fy:limite estico del acero= 2530 Kg/cm2  
 $Ag = \frac{N(t)}{(0.9)(tmax)}$

Ag = 6.58 cm2

Area de Acero se divide entre dos Angulos por ser en cajon, sera 3.29 cm2. corresponde a angulo de 1 1/2 x 3/16. Segun Valores estaticos de los Angulos.

Comprobacion a Traccion según Norma E.090

Comprob.=L/r < 300 Comprobacion= 86.21 < 300 **Cumple a traccion**

L: Luz de la barra. (100 cm)

r: Radio de Giro. Para este caso 1.16 cm Según tabla de valores estaticos de los angulos.

### Montante a compresión (Fórmula obtenida de norma E090 Cap. 5.2.1)

### Resistencia de diseño a compresión para pandeo por flexión método LRFD

$$\text{Resistencia de Diseño} = Rd = \phi_c \cdot P_n$$

$$\phi_c = 0.85$$

$$P_n = Ag \cdot F_{cr}$$

Ahora:

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda c^2}) f_y, \text{ si } \lambda c \leq 1.5$$

$$F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda c^2} \right) f_y, \text{ si } \lambda c > 1.5$$

Donde:

$$\lambda c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

Pn= Resistencia de Diseño a Flexión

Ag= Área de Acero

Fcr= Factor critico

fy= Limite elástico: 2350 kg/cm2.

k= Factor longitud efectiva = 1: para elementos biarticulados.

e= Módulo de elasticidad: 2100000 km/cm<sup>2</sup>  
 i= radio de giro  
 L= Luz del Perfil.

Aplicando a nuestro Diseño, trabajamos inicialmente con Angulo 1 1/2 x 1/8

r=radio de giro=1.18 cm.

L=luz de barra según diseño

anexado=63cm.

Ag=Área de acero del Angulo predimensionado=2.32cm<sup>2</sup>

$$\lambda_c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{fy}{E}} = 0.5894 < 1.5 \text{ entonces } F_{cr} \text{ a usar será,}$$

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) fy = 2187.62$$

$$P_n = Ag \cdot F_{cr} = 5,075.00 \text{ kg}$$

$$= 10150 \text{ kg}$$

Se Multiplica por 2 al ser una celosia de dos Bridas.

$$Resistencia \text{ de Diseño} = R_d = \phi_c \cdot P_n = 8628 \text{ kg}$$

$$R_d > N(t) = 8628 \text{ Kg} > 647 \text{ Kg. Cumple a Compresion.}$$

Comprobacion a Traccion según Norma E.090

$$\text{Comprob.} = L/r < 200 \quad \text{Comprobacion} = 53.39 < 200 \quad \text{Cumple a compresion.}$$

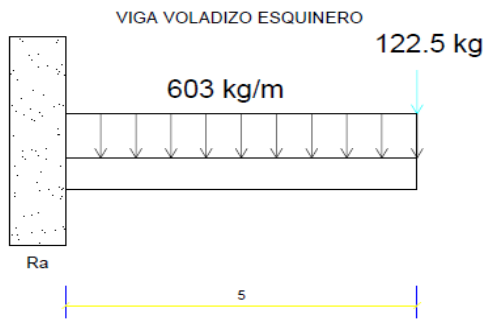
L: Luz de la barra. (63 cm)

r: Radio de Giro. Para este caso 1.18 cm. cm Según tabla de valores estaticos de los angulos.

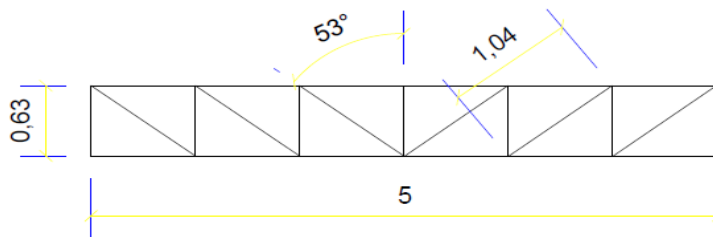
### Resumen de viga secundaria

Cordon Superior: Angulo de 2 x 3/16.  
 Cordon Inferior: Angulo de 2 x 1/8.  
 Diagonal: Angulo de 1 1/2 x 3/16.  
 Montante: Angulo de 1 1/2 x 1/8.

## Predimensionamiento de viga voladizo esquina



## PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGA VOLADIZO ESQUINERO



Carga= 80.4 Kg/m<sup>2</sup>  
 At= 7.5 mt  
 Luz= 5 mt  
 Peso = Carga x At = 603 Kg/m

$q = \text{Carga Puntual} = \text{Peso (Punt)} * \text{At (Puntual)} = \left(16.4 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} * 7.5\text{m}\right) = 123 \text{ Kg}$

$\text{Momento maximo} = M_{\text{max}} = \frac{PL^2}{2} + qL = 8,153 \text{ Kg.m}$

Peralte = 0.63m

Por efectos de Homogenidad se Utilizara el mismo

$\text{Separacion entre bridas} = \frac{\text{Peralte}}{0.3} = 0.2 \text{ m}$

$\text{Tension requerida} = N = \frac{M_{\text{max}}}{\text{Peralte}} = 12941 \text{ kg}$

Cordón inferior a tracción, (Fórmula obtenida de norma E090 cap. 4.1.1)

Resistencia de diseño a tracción método LRFD.

N: Resistencia Requerida= 12941 kg  
 fy: limite elástico del acero= 2530 Kg/cm<sup>2</sup>

$A_g = \frac{N(t)}{(0.9)(t_{\text{max}})}$

(A<sub>g</sub>) = 5.68 cm<sup>2</sup>

Área de Acero se divide entre dos Ángulos por ser en cajón, será 2.84 cm<sup>2</sup>.  
 Corresponde a Angulo de 1 1/4" x 3/16  
 Según Valores estáticos de los Ángulos.

Comprobación a Tracción según Norma E.090

Comprobé. = L/r < 300 Comprobación= 86.46 < 300 **Cumple a tracción**  
 L: Luz de la barra. (83 cm)

R: Radio de Giro. Para este caso 0.96 cm Según tabla de valores estáticos de los ángulos.

### Cordón superior a compresión (Fórmula obtenida de norma E090 Cap. 5.2.1) Resistencia de diseño a compresión para pandeo por flexión método LRFD.

$$\begin{aligned} \text{Resistencia de Diseño} = R_d &= \phi_c \cdot P_n \\ \phi_c &= 0.85 \\ P_n &= A_g \cdot F_{cr} \end{aligned}$$

Ahora:

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda c^2}) f_y, \text{ si } \lambda c \leq 1.5$$

$$F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda c^2} \right) f_y, \text{ si } \lambda c > 1.5$$

Donde:

$$\lambda c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

- P<sub>n</sub>= Resistencia de Diseño a Flexion
- A<sub>g</sub>= Area de Acero
- F<sub>cr</sub>= Factor critico
- f<sub>y</sub>= Limite elastico: 2350 kg/cm<sup>2</sup>.
- k= Factor longitud efectiva = 1: para elementos biarticulados.
- e= Modulo de elasticidad: 2100000 km/cm<sup>2</sup>
- i= radio de giro
- L= Luz del Perfil.

Aplicando a nuestro Diseño, trabajamos inicialmente con Angulo 1 1/2 x 1/4.

r=radio de giro=1.14 cm.

L=luz de barra según diseño anexado= 83cm.

A<sub>g</sub>=Area de acero del angulo predimensionado=4.44 cm<sup>2</sup>

$$\lambda c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 0.804 < 1.5 \text{ entonces } F_{cr} \text{ a usar sera,}$$

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda c^2}) f_y = 1930.55$$

$$\begin{aligned} P_n = A_g \cdot F_{cr} &= 8,571.63 \text{ kg} \\ &= 17143.26 \text{ kg} \end{aligned}$$

Se Multiplica por 2 al ser una celosia de dos Bridas.

$$\text{Resist de Diseño} = R_d = \phi_c \cdot P_n = 14571.77 \text{ kg}$$

$$R_d > N(t) = 14571.77 \text{ Kg} > 12940 \text{ Kg. Cumple a Compresion.}$$

Comprobacion a Traccion según Norma E.090

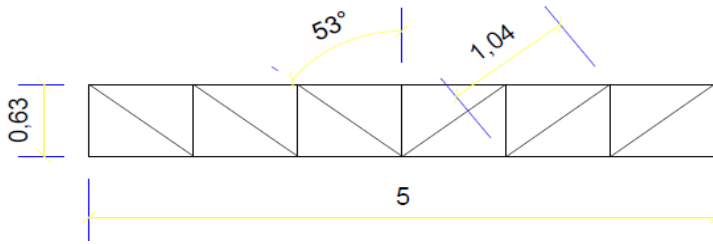
$$\text{Comprob.} = L/r < 200 \quad \text{Comprobacion} = 72.80 < 200 \quad \text{Cumple a compresion.}$$

L: Luz de la barra. (83 cm)

r: Radio de Giro. Para este caso 1.14 cm. cm Según tabla de valores estaticos de los angulos.

Barra diagonal a tracción, aplicando método de Ritter para obtención de esfuerzos.

### PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGA VOLADIZO ESQUINERO



$$F = \frac{\text{Peso}(kg) * \text{Luz Total} (m)}{\text{Nro Montantes}} = 502.5 \text{ kg}$$

Peso= Carga \* Area Tributaria = 603 kg/m  
 Luz Total = Luz total de la Viga=5m  
 Nro Montantes = Según Diseño Propuesto= 6 und.

$$Ra = p \times L + q = 3138 \text{ kg}$$

Ra=Reaccion en A.  
 Peso= Carga \* Area Tributaria = 603 kg/m  
 L = Luz total de la Viga=10m  
 q=Fuerza Puntual=123 (kg).

$$d = \sin(\alpha) . \text{Peralte} = 0.503 \text{ m}$$

$\alpha$ =Angulo entre montante y diagonal, obtenido de Diseño:53°.  
 Peralte= Peralte obtenido de Predimensionamiento:0.63m.

Entonces Aplicando Teorema de Ritter

$$Nd = \frac{(Ra \times \text{montantes}) - \left[ \left( \frac{F}{2} \right) \times \text{montantes} \right] + (F)(\sum \text{montantes restantes})}{d}$$

$$Nd = 14220.18 \text{ kg} \quad \boxed{\text{Al ser positivo Traccion}}$$

### Resistencia de diagonales a tracción método LRFD

N:Resistencia Requerida= 14220.18 kg  
 fy:limite estico del acero= 2530 Kg/cm<sup>2</sup>

$$Ag = \frac{N(t)}{(0.9)(tmax)}$$

$$Ag = 6.24 \text{ cm}^2$$

Area de Acero se divide entre dos Angulos por ser en cajon, sera 3.12 cm<sup>2</sup>.  
 corresponde a angulo de 1 1/2 x 3/16.  
 Según Valores estaticos de los Angulos.

Comprobacion a Traccion según Norma E.090

$$\text{Comprob.} = L/r < 300 \quad \text{Comprobacion} = 89.65 < 300 \quad \text{Cumple a traccion}$$

L: Luz de la barra. (104 cm)

r: Radio de Giro. Para este caso 1.16 cm Según tabla de valores estaticos de los angulos.

## Montante a compresión (Fórmula obtenida de norma E090 Cap. 5.2.1)

### Resistencia de diseño a compresión para pandeo por flexión método LRFD.

$$\text{Resistencia de Diseño} = R_d = \phi_c \cdot P_n$$

$$\phi_c = 0.85$$

$$P_n = A_g \cdot F_{cr}$$

Ahora:

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) f_y, \text{ si } \lambda_c \leq 1.5$$

$$F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda_c^2} \right) f_y, \text{ si } \lambda_c > 1.5$$

Donde:

$$\lambda_c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$P_n$  = Resistencia de Diseño a Flexión

$A_g$  = Área de Acero

$F_{cr}$  = Factor crítico

$f_y$  = Límite elástico: 2350 kg/cm<sup>2</sup>.

$k$  = Factor longitud efectiva = 1: para elementos biarticulados.

$E$  = Módulo de elasticidad: 2100000 kg/cm<sup>2</sup>

$i$  = radio de giro

$L$  = Luz del Perfil.

Aplicando a nuestro Diseño, trabajamos inicialmente con Angulo 1 1/4 x 1/8

$r$  = radio de giro = 0.98 cm.

$L$  = luz de barra según diseño anexado = 63 cm.

$A_g$  = Área de acero del angulo predimensionado = 1.92 cm<sup>2</sup>

$$\lambda_c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 0.71 < 1.5 \text{ entonces } F_{cr} \text{ a usar sera,}$$

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) f_y = 2049$$

$$P_n = A_g \cdot F_{cr} = 3,934.00 \text{ kg}$$

$$= 7868 \text{ kg}$$

Se Multiplica por 2 al ser una celosia de dos Bridas.

$$\text{Resistencia de Diseño} = R_d = \phi_c \cdot P_n = 6688 \text{ kg}$$

$$R_d > N(t) = 6688 \text{ Kg} > 502.5 \text{ Kg. Cumple a Compresion.}$$

Comprobacion a Traccion según Norma E.090

$$\text{Comprob.} = L/r < 200 \quad \text{Comprobacion} = 64.29 < 200 \quad \text{Cumple a compresion.}$$

$L$ : Luz de la barra. (63 cm)

$r$ : Radio de Giro. Para este caso 0.98 cm. cm Según tabla de valores estaticos de los angulos.

### Resumen de viga voladizo esquina.

Cordon Superior: Angulo de 1 1/2 x 1/4.

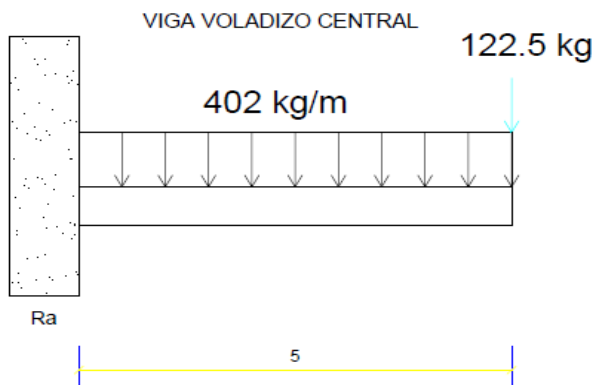
Cordon Inferior: Angulo de 1 1/4 x 3/16.

Diagonal: Angulo de 1 1/2 x 3/16.

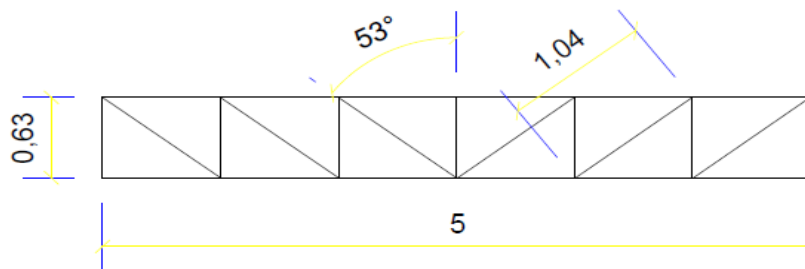
Montante: Angulo de 1 1/4 x 1/8.



## Predimensionamiento de viga voladizo central



## PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGA VOLADIZO CENTRAL



Carga= 80.4 Kg/m<sup>2</sup>

At= 5 mt

Luz= 5 mt

$Peso = Carga \times At = 402 \text{ Kg/m}$

$q = \text{Carga Puntual} = \text{Peso(Punt)} * At(\text{Puntual}) = \left(16.4 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times 5\text{m}\right) = 81.5 \text{ Kg}$

$\text{Momento maximo} = M_{max} = \frac{PL^2}{2} + qL = 5,432 \text{ Kg.m}$

$\text{Peralte} = 0.63\text{m}$

Por efectos de Homogenidad se Utilizara el mismo Peralte.

$\text{Separacion entre bridas} = \frac{\text{Peralte}}{0.3} = 0.2 \text{ m}$

$\text{Tension requerida} = N = \frac{M_{max}}{\text{Peralte}} = 8623 \text{ kg}$

Cordón Inferior a tracción, (Fórmula obtenida de norma E090 cap. 4.1.1) Resistencia de diseño a tracción método LRFD.

N: Resistencia Requerida = 8623 kg  
 fy: límite elástico del acero = 2530 Kg/cm<sup>2</sup>

$$A_g = \frac{N(t)}{(0.9)(t_{max})}$$

$$(A_g) = 3.78 \text{ cm}^2$$

Area de Acero se divide entre dos Angulos por ser en cajon, sera 1.89 cm<sup>2</sup>. corresponde a angulo de 1 1/4" x 1/8. Segun Valores estaticos de los Angulos.

Comprobacion a Traccion según Norma E.090

Comprob.=  $L/r < 300$  Comprobacion = 86.70 < 300 **Cumple a traccion**

L: Luz de la barra. (83 cm)

r: Radio de Giro. Para este caso 0.98 cm Según tabla de valores estaticos de los angulos.

Cordón superior a compresión (Fórmula obtenida de norma E090 Cap. 5.2.1)

Resistencia de diseño a compresión para pandeo por flexión método LRFD.

*Resistencia de Diseño =  $R_d = \phi_c \cdot P_n$*

$\phi_c = 0.85$

$P_n = A_g \cdot F_{cr}$

Ahora:

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda c^2}) f_y, \text{ si } \lambda c \leq 1.5$$

$$F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda c^2} \right) f_y, \text{ si } \lambda c > 1.5$$

Donde:

$$\lambda c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

- Pn= Resistencia de Diseño a Flexion
- Ag= Area de Acero
- Fcr= Factor critico
- fy= Limite elastico: 2350 kg/cm<sup>2</sup>.
- k= Factor longitud efectiva = 1: para elementos biarticulados.
- e= Modulo de elasticidad: 2100000 km/cm<sup>2</sup>
- i= radio de giro
- L= Luz del Perfil.

Aplicando a nuestro Diseño, trabajamos inicialmente con Angulo 1 1/4 x 1/4.

r=radio de giro=0.93 cm.  
 L=luz de barra según diseño anexo= 83cm.  
 Ag=Area de acero del angulo predimensionado=3.61 cm<sup>2</sup>

$$\lambda_c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{fy}{E}} = 0.9852 < 1.5 \text{ entonces Fcr a usar sera,}$$

$$Fcr = (0.658\lambda_c^2)fy = 1685.21$$

$$Pn = Ag.Fcr = 6,308.50 \text{ kg}$$

$$= 12617 \text{ kg}$$

Se Multiplica por 2 al ser una celosia de dos Bridas.

$$Resist \text{ de Diseño} = Rd = \phi c.Pn = 10342 \text{ kg}$$

$$Rd > N(t) = 10342\text{Kg} > 8623\text{Kg. Cumples a Compresion.}$$

Comprobacion a Traccion según Norma E.090

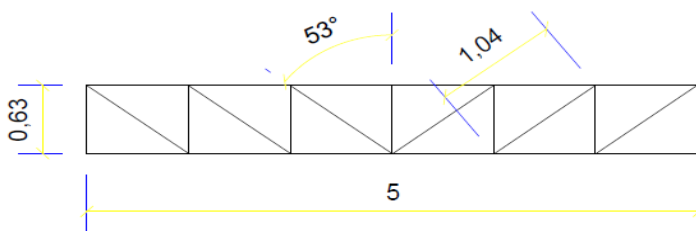
$$\text{Comprob.} = L/r < 200 \quad \text{Comprobacion} = 89.24 < 200 \quad \text{Cumple a compresion.}$$

L: Luz de la barra. (83 cm)

r: Radio de Giro. Para este caso 0.93 cm. cm Según tabla de valores estaticos de los angulos.

Barra diagonal a tracción, aplicando método de Ritter para obtención de esfuerzos.

**PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGA  
VOLADIZO CENTRAL**



$$F = \frac{\text{Peso(kg)} * \text{Luz Total (m)}}{\text{Nro Montantes}} = 335 \text{ kg}$$

Peso= Carga \* Area Tributaria = 402 kg/m

Luz Total = Luz total de la Viga=5m

Nro Montantes = Según Diseño Propuesto= 6 und.

$$Ra = p \times L + q = 2091.5 \text{ kg}$$

Ra=Reaccion en A.  
 Peso= Carga \* Area Tributaria =402 kg/m  
 L = Luz total de la Viga = 5m  
 q=Fuerza Puntual = 81.5 (kg).

$d = \sin(\alpha) \cdot \text{Peralte} = 0.503 \text{ m}$   
 $\alpha$ =Angulo entre montante y diagonal, obtenido de Diseño:53°.  
 Peralte= Peralte obtenido de Predimensionamiento:0.63m.

Entonces Aplicando Teorema de Ritter

$$Nd = \frac{(Ra \times \text{montantes}) - \left[ \left( \frac{F}{2} \right) \times \text{montantes} \right] + (F)(\sum \text{montantes restantes})}{d}$$

$Nd = 9477 \text{ kg}$  Al ser positivo Traccion

### Resistencia de diseño diagonal a tracción método LRFD

N:Resistencia Requerida= 9477 kg  
 fy:limite estico del acero= 2530 Kg/cm2

$$Ag = \frac{N(t)}{(0.9)(tmax)}$$

Area de Acero se divide entre dos Angulos por ser en cajon, sera 2.08 cm2. corresponde a angulo de 1 x 3/16. Segun Valores estaticos de los Angulos.

$Ag = 4.62 \text{ cm}^2$   
 Comprobacion a Traccion según Norma E.090

Comprob.=L/r < 300 Comprobacion= 138 < 300 **Cumple a traccion**  
 L: Luz de la barra. (104 cm)  
 r: Radio de Giro. Para este caso 0.75 cm Según tabla de valores estaticos de los angulos.

### Montante a compresión (Fórmula obtenida de norma E090 Cap. 5.2.1)

#### Resistencia de diseño a compresión para pandeo por flexión método LRFD.

Resistencia de Diseño =  $Rd = \phi_c \cdot Pn$   
 $\phi_c = 0.85$   
 $Pn = Ag \cdot Fcr$

Ahora:

$$Fcr = (0.658 \lambda c^2) fy, \text{ si } \lambda c \leq 1.5$$

$$Fcr = \left( \frac{0.877}{\lambda c^2} \right) fy, \text{ si } \lambda c > 1.5$$

Donde:

$$\lambda c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{fy}{E}}$$

$P_n$ = Resistencia de Diseño a Flexion  
 $A_g$ = Area de Acero  
 $F_{cr}$ = Factor critico  
 $f_y$ = Limite elastico: 2350 kg/cm<sup>2</sup>.  
 $k$ = Factor longitud efectiva = 1: para elementos biarticulados.  
 $E$ = Modulo de elasticidad: 2100000 km/cm<sup>2</sup>  
 $i$ = radio de giro  
 $L$ = Luz del Perfil.

Aplicando a nuestro Diseño, trabajamos inicialmente con Angulo 1 x 1/8

$r$ =radio de giro=0.77 cm.

$L$ =luz de barra según diseño anexado=63cm.

$A_g$ =Area de acero del angulo predimensionado=1.51cm<sup>2</sup>

$$\lambda_c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 0.903 < 1.5 \text{ entonces } F_{cr} \text{ a usar sera,}$$

$$F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) f_y = 1798.08$$

$$P_n = A_g \cdot F_{cr} = 2,715.12 \text{ kg}$$

$$= 5430 \text{ kg}$$

Se Multiplica por 2 al ser una celosia de dos Bridas.

$$\text{Resistencia de Diseño} = R_d = \phi_c \cdot P_n = 4616 \text{ kg}$$

$$R_d > N(t) = 4615\text{Kg} > 334\text{Kg. Cumples a Compresion.}$$

Comprobacion a Traccion según Norma E.090

$$\text{Comprob.} = L/r < 200 \quad \text{Comprobacion} = 81.08 < 200 \quad \text{Cumple a compresion.}$$

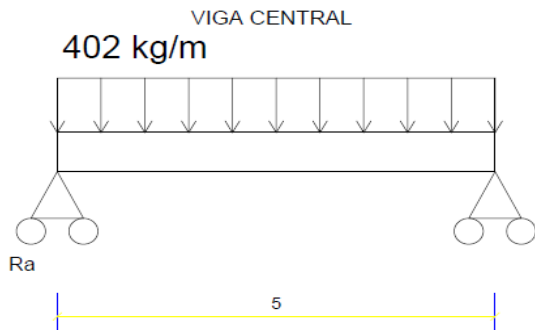
$L$ : Luz de la barra. (63 cm)

$r$ : Radio de Giro. Para este caso 0.77 cm. cm Según tabla de valores estaticos de los angulos.

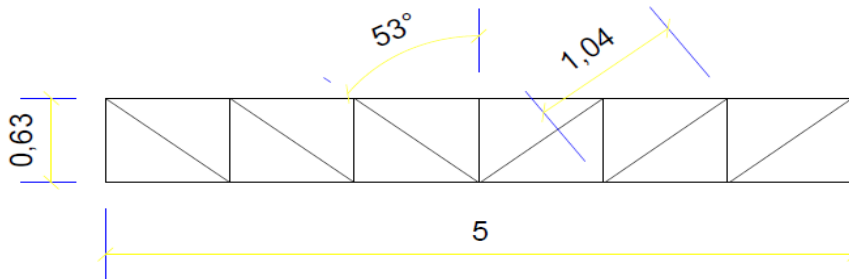
### Resumen de viga voladizo central

Cordon Superior: Angulo de 1 1/4 x 1/4  
 Cordon Inferior: Angulo de 1 1/4 x 1/8.  
 Diagonal: Angulo de 1 x 3/16.  
 Montante: Angulo de 1 x 1/8.

## Predimensionamiento de viga ventral



## PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGA CENTRAL



Carga= 80.4 Kg/m<sup>2</sup>  
 At= 5 mt  
 Luz= 5 mt  
 Peso = Carga x At = 402 Kg/m

$$\text{Momento maximo} = M_{max} = \frac{PL^2}{8} = 1,257 \text{ Kg.m}$$

Peralte = 0.63m

Por efectos de Homogenidad se Utilizara el mismo Peralte.

$$\text{Separacion entre bridas} = \frac{\text{Peralte}}{0.3} = 0.2 \text{ m}$$

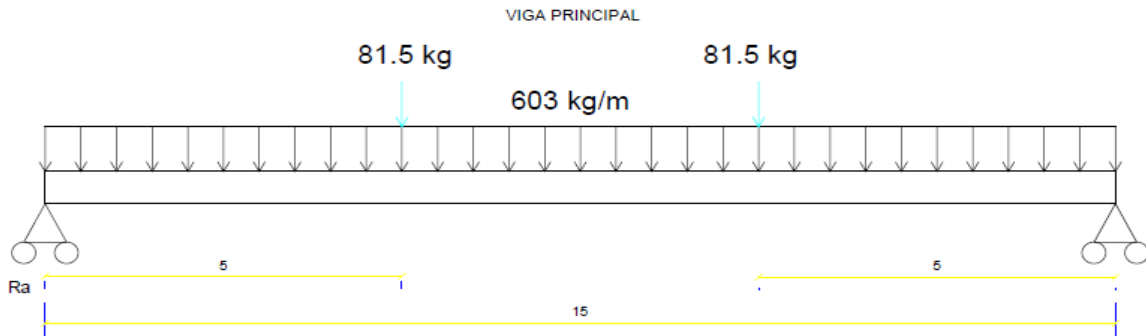
$$\text{Tension requerida} = N = \frac{M_{max}}{\text{Peralte}} = 2000 \text{ kg}$$

## Resumen de viga principal

Cordon Superior: Angulo de 1 x 1/8  
 Cordon Inferior: Angulo de 1 x 1/8  
 Diagonal: Angulo de 1 x 1/8  
 Montante: Angulo de 1 x 1/8

### 3.3.4 Cálculo de vigas "I", doble canal "C"

#### Viga principal



Carga= 80.4 Kg/m<sup>2</sup>  
 At= 7.5 mt  
 Luz= 15 mt  
 Peso = Carga x At = 603 Kg/m  

$$Flecha\ maxima = Fmax = \frac{Luz}{2.50} = 6\ cm$$

#### Para Carga Puntual

$$Fmax = \frac{f \cdot a}{24 \cdot E \cdot I1} \cdot (3L^2 - 4a^2)$$

Si Fmax=6cm, ordenamos Valores:

$$I1 = \frac{f \cdot a}{24 \cdot E \cdot Fmax} \cdot (3L^2 - 4a^2) = 774.84\ cm^4$$

donde:

a: Distancia entre punto de presion f hasta borde= 5m.

L: Luz total de viga= 15m.

Fmax: Flecha maxima=6 cm.

E: Modulo de Elasticidad=2'100,000.00 kg/cm<sup>2</sup>

f: Carga Puntual por peso de Frizo =  $(16.3 \frac{Kg}{m}) * (5m) = 81.5Kg$

#### Para Carga Uniforme

$$Fmax = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I2}$$

Si Fmax=6cm, ordenamos Valores:

$$I2 = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot Fmax} = 31546.5\ cm^4$$

donde:

q: Peso= 603 kg/m.

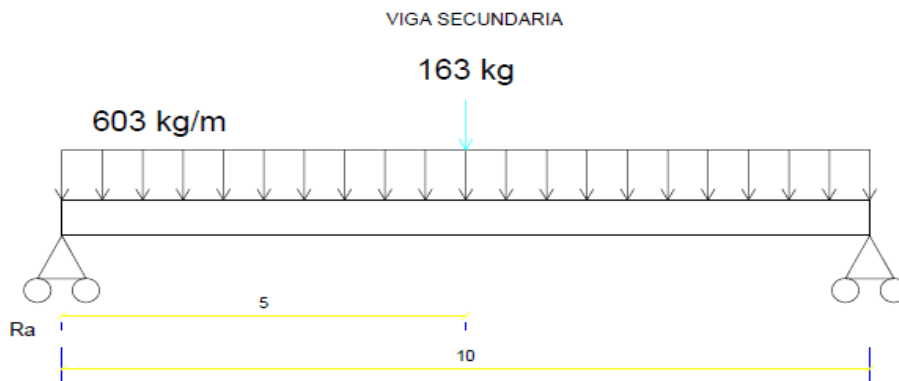
L: Luz total de viga= 15m.

Fmax: Flecha maxima=6 cm.

E: Modulo de Elasticidad=2'100,000.00 kg/cm<sup>2</sup>

I1+I2= 32321.3 cm<sup>4</sup>  
 IPE 450.  
 2 canales "C" de 500 x 100 x 4.75mm

## Viga secundaria



Carga=	80.4 Kg/m <sup>2</sup>
At=	7.5 mt
Luz=	10 mt
$Peso = Carga \times At =$	603 Kg/m
$Flecha\ maxima = Fmax = \frac{Luz}{250} =$	4 cm

Para Carga Puntual

$$Fmax = \frac{f \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I1} =$$

Si Fmax=4cm, ordenamos Valores:

$$E1 = \frac{f \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot Fmax} = 404.27 \quad cm^4$$

donde:

a: Distancia entre punto de presión f hasta borde= 5m.

L: Luz total de viga= 10m.

Fmax: Flecha máxima=4 cm.

E: Modulo de Elasticidad=2'100,000.00 kg/cm<sup>2</sup>

f: Carga Puntual por peso de Frizo =  $\left(16.3 \frac{Kg}{m}\right) * (10m) = 163Kg$

Para Carga Uniforme

$$Fmax = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I2} =$$

Si Fmax=4cm, ordenamos Valores:

$$I2 = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot Fmax} = 9347.01 \quad cm^4$$

donde:

q: Peso= 603 kg/m.

L: Luz total de viga= 10m.

Fmax: Flecha máxima=4 cm.

E: Modulo de Elasticidad=2'100,000.00 kg/cm<sup>2</sup>

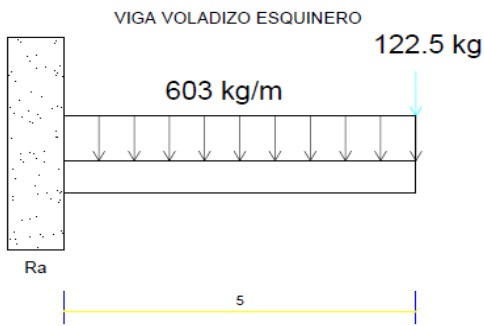
I1+I2: 9752 cm<sup>4</sup>

Perfil I: IPE 330.

Canal C: 2 canales "C" de 360 x 100 x 4.75mm



## Viga voladiza esquina



Carga=	80.4 Kg/m <sup>2</sup>
At=	7.5 mt
Luz=	5 mt
$Peso = Carga \times At =$	603 Kg/m
$Flecha\ maxima = Fmax = \frac{Luz}{250} =$	2 cm

### Para Carga Puntual

$$Fmax = \frac{f \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I1} =$$

Si Fmax=2cm, ordenamos Valores:

$$E1 = \frac{f \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot Fmax} = 1220.24 \quad cm^4$$

donde:

a: Distancia entre punto de presión f hasta borde= 5m.

L: Luz total de viga= 5m.

Fmax: Flecha máxima= 2 cm.

E: Modulo de Elasticidad= 2'100,000.00 kg/cm<sup>2</sup>

f: Carga Puntual por peso de Frizo =  $\left(16.3 \frac{Kg}{m}\right) * (7.5m) = 123Kg$

### Para Carga Uniforme

$$Fmax = \frac{q \cdot L^4}{8 \cdot E \cdot I2}$$

Si Fmax=2cm, ordenamos Valores:

$$I2 = \frac{q \cdot L^4}{8 \cdot E \cdot Fmax} = 11216.52 \quad cm^4$$

donde:

q: Peso= 603 kg/m.

L: Luz total de viga= 5m.

Fmax: Flecha máxima= 2 cm.

E: Modulo de Elasticidad= 2'100,000.00 kg/cm<sup>2</sup>

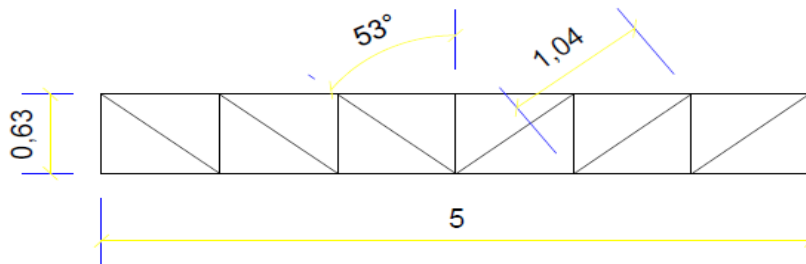
I1+I2: 12437 cm<sup>4</sup>

Perfil I: IPE 360.

Canal C: 2 canales "C" de 480 x 80 x 3.2mm

## Viga voladiza central

### PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGA VOLADIZO CENTRAL



Carga= 80.4 Kg/m<sup>2</sup>  
 At= 5 mt  
 Luz= 5 mt  
 $Peso = Carga \times At = 402 \text{ Kg/m}$   
 $Flecha\ maxima = Fmax = \frac{Luz}{250} = 2 \text{ cm}$

#### Para Carga Puntual

$$Fmax = \frac{f \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I1} =$$

Si Fmax=2cm, ordenamos Valores:

$$E1 = \frac{f \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot Fmax} = 808.53 \text{ cm}^4$$

donde:

a: Distancia entre punto de presión f hasta borde= 5m.

L: Luz total de viga= 5m.

Fmax: Flecha máxima=2 cm.

E: Modulo de Elasticidad=2'100,000.00 kg/cm<sup>2</sup>

f: Carga Puntual por peso de Frizo =  $\left(16.3 \frac{\text{Kg}}{\text{m}}\right) * (7.5\text{m}) = 123\text{Kg}$

#### Para Carga Uniforme

$$Fmax = \frac{q \cdot L^4}{8 \cdot E \cdot I2} =$$

Si Fmax=2cm, ordenamos Valores:

$$I2 = \frac{q \cdot L^4}{8 \cdot E \cdot Fmax} = 7477.68 \text{ cm}^4$$

donde:

q: Peso= 402 kg/m.

L: Luz total de viga= 5m.

Fmax: Flecha máxima=2 cm.

E: Modulo de Elasticidad=2'100,000.00 kg/cm<sup>2</sup>

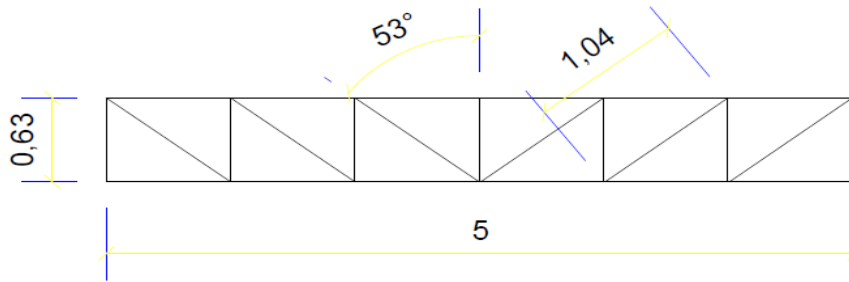
I1+I2: 8287 cm<sup>4</sup>

Perfil I: IPE 360.

Canal C: 2 canales "C" de 380 x 100 x 3.2mm

## Viga central

### PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGA CENTRAL



Carga=	80.4 Kg/m <sup>2</sup>
At=	5 mt
Luz=	5 mt
$Peso = Carga \times At =$	402 Kg/m
$Flecha\ maxima = Fmax = \frac{Luz}{250} =$	2 cm

Para Carga Uniforme

$$Fmax = \frac{5q.L^4}{384.E.I}$$

Si Fmax=2cm, ordenamos Valores:

$$I = \frac{5q.L^4}{384.E.Fmax} = 778.92 \quad cm^4$$

donde:

q: Peso= 402 kg/m.

L:Luz total de viga= 5m.

Fmax:Flecha maxima=2 cm.

E:Modulo de Elasticidad=2'100,000.00 kg/cm<sup>2</sup>

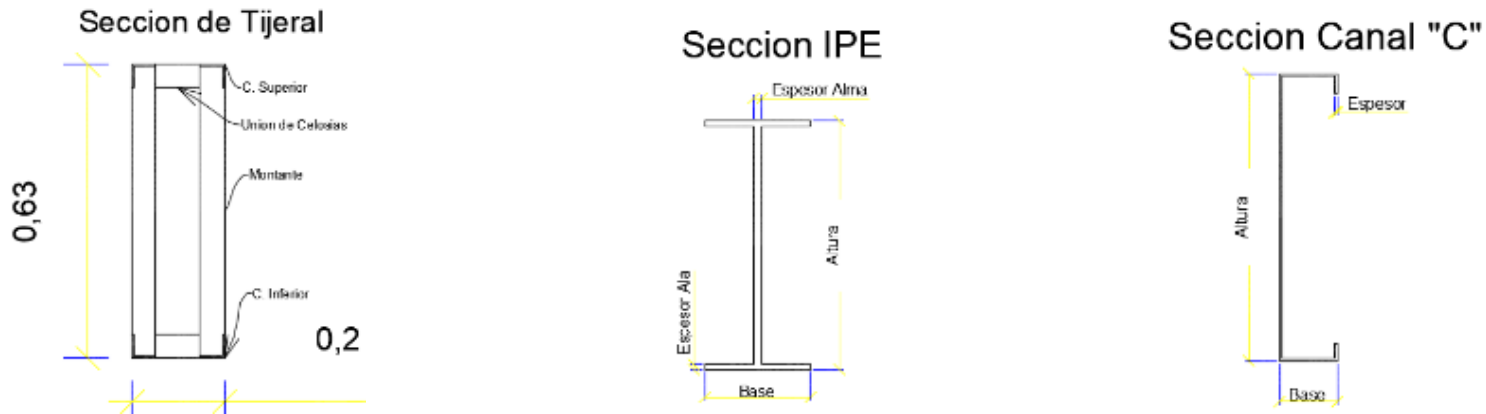
I: 778.92 cm<sup>4</sup>

Perfil I: IPE 160.

Canal C: 2 canales "C" de 180 x 80 x 2mm

### 3.4. Cálculo de vigas "I" doble canal "C"

#### 3.4.1. Consolidado de resultados



		Tipo de Viga Analizada				
Tipo de material a evaluar	Características del tipo de material	Viga Principal (02 unid.)	Viga Secundaria (04 unid.)	Viga Voladizo Esquina (08 unid.)	Viga Voladizo Central (06 unid.)	Viga de Compresion (03 unid.)
Celosias	Peralte (m)	0.63m	0.63m	0.63m	0.63m	0.63m
	Cordon Superior (pulg)	< 2 1/2" x 1/4"	< 2" x 3/16"	< 1 1/2" x 1/4"	< 1 1/4" x 1/4"	< 1" x 1/8"
	Cordon Inferior (pulg)	< 2" x 1/4"	< 2" x 1/8"	< 1 1/4" x 3/16"	< 1 1/4" x 1/8"	< 1" x 1/8"
	Diagonal (pulg)	< 1 1/2" x 3/16"	< 1 1/2" x 3/16"	< 1 1/2" x 3/16"	< 1" x 3/16"	< 1" x 1/8"
	Montante (pulg)	< 1 1/2" x 1/8"	< 1 1/2" x 1/8"	< 1 1/4" x 1/8"	< 1" x 1/8"	< 1" x 1/8"
Viga "I"	Nomenclatura	IPE 450	IPE 330	IPE 360	IPE360	1PE160
	Altura (mm)	450.0	330.0	360.0	360.0	160.0
	Base (mm)	190.0	160.0	170.0	170.0	82.0
	Espesor Ala (mm)	9.4	7.5	8.0	8.0	5.0
	Espesor de Alma (mm)	14.6	11.5	12.7	12.7	7.4
Canal Plegado doble "C"	Altura (mm)	500.0	360.0	480.0	380.0	180.0
	Base (mm)	100.0	100.0	80.0	100.0	80.0
	Espesor (mm)	4.8	4.8	3.2	3.2	2.0

### 3.4.2. Valorización económica, análisis según dimensiones de variable dependiente

#### Costo de materiales

#### Materiales según cálculo para armado tipo celosía

Tipo de Viga Y Parte de Celosías	Tipo de Material	No Barras x Viga	Cant Vigas	Total de Barras	P.Unit	Total
Viga Principal 02 unidades de largo 15m.						
Cordon Superior (pulg)	< 2 1/2" x 1/4"	5	2	10	S/96.74	S/967.40
Cordon Inferior (pulg)	< 2" x 1/4"	5	2	10	S/76.41	S/764.10
Diagonal (pulg)	< 1 1/2" x 3/16"	6	2	12	S/43.00	S/516.00
Montante (pulg)	< 1 1/2" x 1/8"	3.2	2	7	S/29.23	S/204.61
Viga Secundaria 04 unidades de largo 10m.						
Cordon Superior (pulg)	< 2" x 3/16"	3.33	4	14	S/58.23	S/815.22
Cordon Inferior (pulg)	< 2" x 1/8"	3.33	4	14	S/39.53	S/553.42
Diagonal (pulg)	< 1 1/2" x 3/16"	3.93	4	16	S/43.00	S/688.00
Montante (pulg)	< 1 1/2" x 1/8"	2.31	4	10	S/29.23	S/292.30
Viga voladizo esquina 08 unidades de largo 5m.						
Cordon Superior (pulg)	< 1 1/2" x 1/4"	1.67	8	14	S/56.07	S/784.98
Cordon Inferior (pulg)	< 1 1/4" x 3/16"	1.67	8	14	S/35.36	S/495.04
Diagonal (pulg)	< 1 1/2" x 3/16"	2.1	8	17	S/43.00	S/731.00
Montante (pulg)	< 1 1/4" x 1/8"	1.47	8	12	S/24.25	S/291.00
Viga Voladizo central 06 unidades de largo 5m.						
Cordon Superior (pulg)	< 1 1/4" x 1/4"	1.67	6	11	S/45.60	S/501.60
Cordon Inferior (pulg)	< 1 1/4" x 1/8"	1.67	6	11	S/24.25	S/266.75
Diagonal (pulg)	< 1" x 3/16"	2.1	6	13	S/27.70	S/360.10
Montante (pulg)	< 1" x 1/8"	1.47	6	9	S/19.10	S/171.90
Viga de compresion 03 unidades de largo 5m.						
Cordon Superior (pulg)	< 1" x 1/8"	1.67	3	6	S/19.10	S/114.60
Cordon Inferior (pulg)	< 1" x 1/8"	1.67	3	6	S/19.10	S/114.60
Diagonal (pulg)	< 1" x 1/8"	2.1	3	7	S/19.10	S/133.70
Montante (pulg)	< 1" x 1/8"	1.47	3	5	S/19.10	S/95.50
					Total	S/8,861.82
					Igv	S/1,351.80
					Subtotal	S/7,510.02



Materiales según cálculo para armado de estructura con vigas "I"

Tipo de Viga Y Parte de Celosias	Dimensiones	Piezas x Viga	Cant Vigas	Total de Barras	P.Unit	Total
Viga Principal 02 unidades de largo 15m.						
IPE 450		2.5	2	5	S/1,303.68	S/6,518.40
Empalme de PI 3/8"	430mm x 430mm	4	2	8	S/52.00	S/416.00
Viga Secundaria 04 unidades de largo 10m.						
IPE 330		1.7	4	7	S/824.88	S/5,774.16
Empalme de PI 1/4"	315mm x 315mm	2	4	8	S/19.00	S/152.00
Viga voladizo esquina 08 unidades de largo 5m.						
IPE 360		1	8	8	S/959.28	S/7,674.24
Viga Voladizo central 06 unidades de largo 5m.						
IPE 360		1	6	6	S/959.28	S/5,755.68
Viga de compresion 03 unidades de largo 5m.						
IPE 160		1	3	3	S/265.44	S/796.32
					Total	S/27,086.80
					Igv	S/4,131.88
					Subtotal	S/22,954.92

Otros materiales necesarios para armado de estructura con vigas "I"

Tarea	Descripcion	Cantidad	Unidad	P.unit	Total
Inicio de Fabricacion, Limpieza Mecanica.	Arenado de Materiales	179	m2	S/10.00	S/1,790.00
	Transporte para Arenado	9.7	tn	S/150.00	S/1,455.00
	Base wash Primer	5	kit	S/190.00	S/950.00
Proceso de Armado de Vigas y perforacion para uniones soldadas y empernadas.	Sold. 7011 Armado y Montaje	42	kg	S/18.50	S/777.00
	Gas para Oxicorte	2	bl	S/36.00	S/72.00
	Oxigeno Oxicorte	30	m3	S/11.00	S/330.00
	Discos de Cort. y Desv.	1	glb	S/15.00	S/15.00
	Serv Perforac, CNC (UV)	100	uni	S/2.50	S/250.00
	Pernos de 5/8 grado 8(UV)	100	uni	S/6.00	S/600.00
	Presillas en PI de 1/2 (UV)	320	kg	S/4.00	S/1,280.00
Materiales para Montaje, Union con Viga Perimetral.	Presillas en PI 3/8 (UP)	89	kg	S/4.00	S/356.00
	Pernos de 1/2 grado 8(UP)	96	uni	S/4.50	S/432.00
	Serv Perforac, CNC (UP)	100	uni	S/2.50	S/250.00
	Pintura Gloss Gris	7	gl	S/65.00	S/455.00
	Thiner	16	gl	S/15.00	S/240.00
	Accesorios de Pintura	1	glb	S/100.00	S/100.00
				Total	S/9,352.00
				Igv	S/1,426.58
				Subtotal	S/7,925.42
				Costo total de materiales	S/30,880.34



### Materiales según cálculo para armado de estructura con vigas doble "C"

Tipo de Viga Y Parte de Celosias		Piezas x Viga	Cant Vigas	Total de Barras	P.Unit	Total
Viga Principal 02 unidades de largo 15m.						
Canal "C"	500 x 100 x 4.8	5	2	10	S/497.00	S/4,970.00
Viga Secundaria 04 unidades de largo 10m.						
IPE 330	360 x 100 x 4.8	3.4	4	14	S/388.50	S/5,439.00
Viga voladizo esquina 08 unidades de largo 5m.						
IPE 360	480x 80 x 3.2	2	8	16	S/311.50	S/4,984.00
Viga Voladizo central 06 unidades de largo 5m.						
IPE 360	380 x 100 x 3.2	2	6	12	S/270.00	S/3,240.00
Viga de compresion 03 unidades de largo 5m.						
IPE 160	180 x 80 x 2	2	3	6	S/98.00	S/588.00
					Total	S/19,221.00
					Igv	S/2,932.02
					Subtotal	S/16,288.98

### Otros materiales necesarios para armado de estructura con vigas doble "C"

Tarea	Descripcion	Cantidad	Unidad	P.unit	Total
Inicio de Fabric. Limpieza Mecanica, base	Acondionador de Metal	5	gl	S/36.00	S/180.00
	Accesorios(Guant,Waype)	1	glb	S/70.00	S/70.00
	Base wash Primer	4	kit	S/190.00	S/760.00
Armado de Vigas y Uniones soldadas.	Soldadura 6011	50	kg	S/13.50	S/675.00
	Serv. de Perforacion	44	uni	S/2.50	S/110.00
	Discos de Cort. y Desv.	1	glb	S/150.00	S/150.00
	Serv Perforac, CNC (UV)	100	uni	S/2.50	S/250.00
	Pernos de 5/8 grado 8(UV)	200	uni	S/6.00	S/1,200.00
	Presillas en PI de 1/2 (UV)	320	kg	S/4.00	S/1,280.00
	Pintura Gloss Gris	5	gl	S/65.00	S/325.00
Materiales para Montaje, Union con Viga Perimetral.	Thiner	13	gl	S/15.00	S/195.00
	Accesorios de Pintura	1	glb	S/100.00	S/100.00
	Presillas en PI 3/8 (UP)	89	kg	S/4.00	S/356.00
	Pernos de 1/2 grado 8(UP)	96	uni	S/4.50	S/432.00
	Serv Perforac, CNC (UP)	100	uni	S/2.50	S/250.00
				Total	S/6,333.00
				Igv	S/966.05
				Subtotal	S/5,366.95
				<b>Costo total de materiales</b>	<b>S/21,655.93</b>

Costo de mano de obra

Mano de obra para armado tipo celosía 23 unidades

Cargo	Tarea	Cantidad	Tiempo (Dias)	Costo x Dia	C.Total
Operario	Armado	1	21	S/140.00	S/2,940.00
Oficial	Soldado/Pintado	2	21	S/100.00	S/4,200.00
Ayudante	Corte/Limp/Pintado	2	21	S/80.00	S/3,360.00
				Total	S/10,500.00
Mano de Obra Montaje de Tijerales de Tijerales 23 Unidades					
Cargo	Tarea	Cantidad	Tiempo (Dias)	Costo x Dia	C.Total
Operario	Armado	1	8	S/140.00	S/1,120.00
Oficial	Soldado/Pintado	2	8	S/100.00	S/1,600.00
Ayudante	Corte/Limp/Pintado	2	8	S/80.00	S/1,280.00
				Total	S/4,000.00
			<b>Total Mano de Obra</b>		<b>S/14,500.00</b>

### Mano de obra para armado con vigas "I" 23 unidades

Mano de Obra Armado de Vigas "I" 23 Unidades					
Cargo	Tarea	Cantidad	Tiempo (Dias)	Costo x Dia	C.Total
Operario	Armado	1	15	S/140.00	S/2,100.00
Oficial	Soldado/Pintado	2	15	S/100.00	S/3,000.00
Ayudante	Corte/Limp/Pintado	2	15	S/80.00	S/2,400.00
				Total	S/7,500.00
Mano de Obra Montaje de Vigas "I" 23 Unidades					
Cargo	Tarea	Cantidad	Tiempo (Dias)	Costo x Dia	C.Total
Operario	Armado	1	8	S/140.00	S/1,120.00
Oficial	Soldado/Pintado	2	8	S/100.00	S/1,600.00
Ayudante	Corte/Limp/Pintado	2	8	S/80.00	S/1,280.00
				Total	S/4,000.00
				<b>Total Mano de Obra</b>	<b>S/11,500.00</b>

### Mano de obra para armado con vigas doble "C" 23 unidades

Mano de Obra Armado de Vigas con doble Canal "C" 23 Unidades					
Cargo	Tarea	Cantidad	Tiempo (Dias)	Costo x Dia	C.Total
Operario	Armado	1	17	S/140.00	S/2,380.00
Oficial	Soldado/Pintado	2	17	S/100.00	S/3,400.00
Ayudante	Corte/Limp/Pintado	2	17	S/80.00	S/2,720.00
				Total	S/8,500.00
Mano de Obra Montaje de Vigas doble "C" 23 Unidades					
Cargo	Tarea	Cantidad	Tiempo (Dias)	Costo x Dia	C.Total
Operario	Armado	1	8	S/140.00	S/1,120.00
Oficial	Soldado/Pintado	2	8	S/100.00	S/1,600.00
Ayudante	Corte/Limp/Pintado	2	8	S/80.00	S/1,280.00
				Total	S/4,000.00
				<b>Total Mano de Obra</b>	<b>S/12,500.00</b>

Costo de maquinarias

Maquinaria para armado tipo celosía 23 unidades

Maquinaria	Trabajo	Cantidad	Tiempo (Dias)	Costo x Dia	C.Total
Grua 2tn	Montaje	1	3	S/900.00	S/2,700.00
Andamios	Montaje	15	8	S/5.00	S/600.00
Teclé	Montaje	2	8	S/40.00	S/640.00
				Total	S/3,940.00
Transporte para montaje de Tijerales 23 Unidades					
Maquinaria	Trabajo	Cant (tn)	Costo x tn	C.Total	
Transporte	Materiales y Herr.	4	S/165.00	S/660.00	
			<b>Total costo de maquinarias</b>	<b>S/4,600.00</b>	

Maquinaria para armado con vigas "I" 23 unidades

Maquinaria	Trabajo	Cantidad	Tiempo (Dias)	Costo x Dia	C.Total
Grua 4tn	Montaje	1	4	S/1,400.00	S/5,600.00
Andamios	Montaje	15	8	S/5.00	S/600.00
				Total	S/6,200.00
Transporte para montaje de Vigas "I" 23 Unidades					
Maquinaria	Trabajo	Cant (tn)	Costo x tn	C.Total	
Transporte	Materiales y Herr.	9.6	S/165.00	S/1,584.00	
			<b>Total costo de maquinarias</b>	<b>S/7,784.00</b>	

Maquinaria para armado con vigas doble "C" 23 unidades

Maquinaria	Trabajo	Cantidad	Tiempo (Dias)	Costo x Dia	C.Total
Grua 2tn	Montaje	1	4	S/900.00	S/3,600.00
Andamios	Montaje	15	8	S/5.00	S/600.00
				Total	S/4,200.00
Transporte para montaje de Vigas "C" 23 Unidades					
Maquinaria	Trabajo	Cant (tn)	Costo x tn	C.Total	
Transporte	Materiales y Herr.	5.5	S/165.00	S/907.50	
			<b>Total costo de maquinarias</b>	<b>S/5,107.50</b>	

Costo de herramientas y equipo

Herramientas y equipo para armado tipo celosía, se considera 5% del costo total de materiales.

Cargo	Tarea	Cantidad	Tiempo (Dias)
Maquina de Soldar	Montaje	2	4
Amoladora 7"	Corte	2	4
Amoladora 4.5"	Corte	3	4
Extensiones 150 m	Energia	150	4
Buril	Cuadre de Perforaciones	2	4
Maleta de Herramientas	Comba, cincel, martillo, etc.	1	4
Trozadora	Corte	1	4
Brochas y Rodillos	Retoque de Pintura	4	4
		Costo	S/593.00

Herramientas y equipo para armado con vigas "I", se considera 5% del costo total de materiales.

Cargo	Tarea	Cantidad	Tiempo (Dias)
Maquina de Soldar	Montaje	2	4
Equipo de Oxicorte	Montaje	1	4
Amoladora 7"	Corte	2	4
Amoladora 4.5"	Corte	3	4
Extensiones 150 m	Energia	150	4
Buril	Cuadre de Perforaciones	2	4
Maleta de Herramientas	Comba, cincel, martillo, etc.	1	4
Trozadora	Corte	1	4
Brochas y Rodillos	Retoque de Pintura	4	4
		Costo	S/1,543.00

Herramientas y equipo para armado con vigas doble "C", se considera 5% del costo total de materiales.

Cargo	Tarea	Cantidad	Tiempo (Dias)
Maquina de Soldar	Montaje	2	4
Amoladora 7"	Corte	2	4
Amoladora 4.5"	Corte	3	4
Extensiones 150 m	Energia	150	4
Buril	Cuadre de Perforaciones	2	4
Maleta de Herramientas	Comba, cincel, martillo, etc.	1	4
Trozadora	Corte	1	4
Brochas y Rodillos	Retoque de Pintura	4	4
		Costo	S/1,082.00

## Cuadro comparativo de resultados

### Costos

Descripcion	Vigas Reticuladas	Vigas "I"	Vigas doble "C"
Materiales	S/11,875.69	S/30,880.34	S/21,655.93
Mano de Obra	S/14,500.00	S/11,500.00	S/12,500.00
Maquinaria	S/4,600.00	S/7,784.00	S/5,107.50
Herramienta y Equipos	S/593.00	S/1,543.00	S/1,082.00
Totales	S/31,568.69	S/51,707.34	S/40,345.43

### Tiempos

Descripcion	Vigas Reticuladas	Vigas "I"	Vigas doble "C"
Tiempo desde Inicio de fabricacion hasta montaje	29	23	25

### Pesos

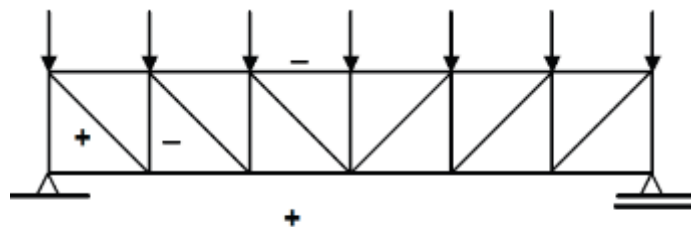
Descripcion	Vigas Reticuladas (kg)	Vigas "I" (kg)	Vigas doble "C" (kg)
Peso de estructura de techo	3,992.26	9,602.00	5,495.92

#### 4. DISCUSIÓN

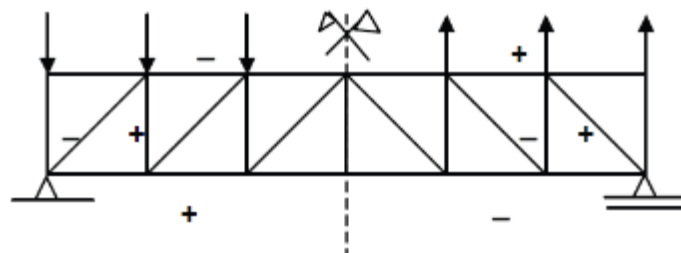
Según la investigación realizada, sobre aplicación de vigas reticuladas en la fabricación de techo Canopy se pudo comprobar, que esta reduce los costos promedios entre materiales, mano de obra, herramientas, maquinarias.

Aunque nuestra investigación solo va dirigida a cálculos de la estructura del techo, la investigación también presenta, los pesos de la estructura; con este dato los cálculos de las columnas metálicas, además de la zanja también se ven reducidas, por lo ligero de la propuesta.

Según la tesis Nacional Calculo y diseño de nave Industrial aplicando normativa AISC en Juliaca, San Román, de la UPC del 2016, utilizada como antecedente a esta investigación, se ratifica el uso de la viga tipo Pratt, para las vigas principales, ya que están hacen mejor uso de los valore estáticos de los perfiles, usando la diagonales a tracción, cordones inferior también a tracción, dejando los cordones superiores y montantes a compresión; si se optara por utilizar la viga tipo Howe (Similar a esta), el tipo de apoyo cambiaria lo que nos obligaría a cambiar nuestra comprobación de los perfiles predimensionados, pasando las diagonales a tracción, teniendo como resultado perfiles más potentes o de mayores dimensiones.



(a) PRATT



(b) HOWE



A lo que refiere a las correas o viguetas este hace uso de vigas “W”, lo que sobrecarga a las vigas, debido a que las correas siendo más esbeltas, tienen un mayor número (esto de acuerdo a la luz necesaria de la cobertura), en respuesta a esto, de acuerdo al procedimiento sencillo que presenta esta tesis, tendría más opciones de perfiles bajo la misma luz (5m), Viguetas reticuladas, Canales “C”, Zetas, etc.

Todo el modelamiento, de la estructura se hizo en SAP 2000, como gran parte de investigaciones encontrada y algunas utilizadas como sustento. La presente investigación invita a hacer una comprobación manual, no la totalidad de la estructura, sino algunos puntos críticos de esta, no se debería perder los cálculos manuales ya que estos tienen como valor agregado, experiencia de hipótesis y desarrollo de campo.

En los resultados obtenidos en la investigación en el punto de tiempo, vemos que en la aplicación de vigas reticuladas el tiempo en mayor, esta decisión dependerá de cómo afecte la ruta crítica del proyecto para su elección, a esto sumamos el costo diario de puesta en marcha de la estación de grifo por los días no laborados de diferencia.

## **5. CONCLUSIONES**

Las conclusiones obtenidas que presenta la tesis luego de los análisis mostrados en apartados anteriores son las siguientes:

- Los métodos de diseño convencionales, utilizados en el campo de las estructuras metálicas, dependen bastante de la experiencia del diseñador, lo complejo que puede ser la estructura, las alternativas con las que se cuenta, y las facilidades que se puedan encontrar en campo.
- Mediante la aplicación de la norma E090, y LRFD, la tesis pudo cumplir con el objetivo de igualar las condiciones de carga y resistencia de las distintas estructuras analizadas, lo que le permitió, el comparativo de costos en cada una de las dimensiones contempladas.

- Luego del análisis se aprecia la diferencia en costos que hay entre los distintos tipos de material que podemos utilizar; nuevamente imperara la experiencia del diseñador y la seguridad al recoger las distintas solicitudes de la estructura lo que determinara porque tipo de estructura decide.
- La tesis luego del análisis y valoración de los resultados, entrega a los profesionales una herramienta que puede servir como matriz de cálculo, además de mostrar la diferencia en costos de tres tipos de estructura distinta, facilitando la toma de decisiones al momento de presentar un Proyecto y/o Diseño.
- No solo guiándose por los costos sino por los resultados que la tesis obtiene de los cálculos, se concluye que una estructura cuando está bien diseñada y ejecutada, en caso se le sobrecargue no se desplomara sin que este avise con anticipación, pudiendo tener oportunidad de hacer los refuerzos y correcciones del caso.
- Al encontrarnos en un mercado en crecimiento, donde la competencia crece en progresión geométrica, ponderara la empresa que brinde una solución económica y garantizando respuestas optimas a exigencias calculadas para la estructura, solicitada por el trabajo de la estructura.
- Al presentar una alternativa más ligera, esto también repercutirá en el cálculo de las columnas y zapatas, haciendo con esto que el proyecto sea más económico y accesible para el cliente, con posibilidad de aumentar el porcentaje de utilidad, este será más beneficioso para la empresa ejecutora.

## **6. RECOMENDACIONES**

- El buen desempeño de la estructura dependerá bastante de la contratación o Buena supervisan al momento de la ejecución del Proyecto.
- Al momento de la realización de los cálculos tener en consideración todas las solicitudes que pesaran sobre nuestra estructura, esto marca gran diferencia en los resultados, por más ínfima que sea la carga.
- De la literatura revisada, encontramos siempre vacíos, si basáramos nuestro diseño a solamente la norma peruana, no podríamos concluir nuestro diseño, por

lo cual se recomienda siempre el uso de textos y normas auxiliares, que refuercen nuestro calculo y desempeño en el diseño.

- La tesis hace un llamado a los ingenieros dedicados al cálculo estructural, profundizar más en los criterios de diseño, para brindar una solución altamente resistente y económica, no solo en la construcción de estructuras industriales sino también en la construcción de viviendas, esto apoyado por una de las tesis que se usó para la elaboración de esta como referencia.

## VII REFERENCIAS

1. **Zapata Baglietto, Luis F.** *Diseño Estructural en Acero*. Peru : s.n., 1997. ISBN 9788415475217.
2. **Valderrama, Santiago.** *Pasos para la elaboracion de proyectos de investigacion cientifica*. Segunda. s.l. : San Marcos EIRL, 2014. pág. 495. 978-612-302-878-7.
3. **Troglias, Gabriel.** *Estructuras Metálicas*. Argentina : Universitarias, 2007. ISBN:978-987-9406-52-4.
4. **Tamayo, Mario.** *El Proceso de la investigacion cientifica*. Cuarta. s.l. : Limusa, 2003. pág. 435. 9681858727.
5. **Suarez, S.** *Costo y tiempo en Edificaciones*. Tercera. s.l. : Limusa, 2002. pág. 449. 968-18-0067-2.
6. **Santiago, Leonilo.** *Diseño de armaduras para techo. Tesis (Ingeniero Irrigacion)*. s.l. : Universidad Autonoma de Chapingo - Departamento de Irrigacion, 2005. pág. 140.
7. **Polimeni, Ralph S., y otros.** *Contabilidad de Costos*. Tercera. Santa Fe : Mc Graw Hill Interamericana. 958-600-195-4.
8. **Pinto, Omar.** *Diseño de un muelle flotante de acero. Tesis (Ingeniero Civil)*. s.l. : Pontificia Universidad Catolica del Peru, 2010. pág. 80.
9. **Ovando, Erwin.** *Diseño y Calculo de una pasarela de metal. Tesis (Ingeniero Civil)*. s.l. : Universidad San Carlos de Guatemala, 2011. pág. 187.
10. **Ortigoza, Diego.** *Ingeniería de costos de la construcción*. México : Trillas, 2010. 978-607-17-0368-2.
11. **Orihuela, Francesco.** *Calculo y diseño estructural de una nave industrial aplicando la normativa AISC en la ciudad de Juliaca, provincia de San Ramon*. s.l. : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas., 2016.
12. **Nonnast, Robert.** *El proyectista de Estructuras Metalicas*. Mexico : Paraninfo, 2000. ISBN 84-283-1536-1.
13. **Hernandez, Roberto y Fernandez, Baptista.** *Metodologia de la Investigacion*. Sexta. Mexico D.F. : McGraw-Hill, 2014. pág. 600. 978-1-4562-2396-0.
14. **Hernandez, Linares y Soriano.** *Guia de analisis y diseño para vigas de alma llena y armaduras metalicas en estructuras de soporte de techo y entresijos*. s.l. : Universidad de El Salvador, Facultad multidisciplinaria oriental, Dpto de Ingenieria y Arquitectura, 2012.
15. **Delfino Rodriguez, Peña.** *DISEÑO PRACTICO DE ESTRUCTURAS DE ACERO*. MEXICO : EDITORIAL TRILLAS, 2011. ISBN 978-607-17-0772-7.
16. **Cordova, Manuel.** *Estadistica descriptiva e inferencial*. Quinta. s.l. : Moshera SRL, 2003. 9972-813-05-03.
17. **Constante, Juna y Lopez.** *Diseño de vigas postensadas lanzadas en celosia. Tesis (Ingeniero Civil)*. s.l. : Universidad Central de Ecuador, 2012. pág. 308.
18. **Condori, Jorge.** *Diseño de vivienda multifamiliar de dos niveles empleando acero estructural en el distrito de cajamarca. Tesis (Ingeniero Civil)*. s.l. : Universidad Privada del Norte, 2013. pág. 323.

19. **Chapula Cruz, Salvador.** *Procedimiento Constructivo con vigas metalicas. Tesis (Ing Civil).* s.l. : Universidad Autonoma de Mexico, 2014. pág. 125.
20. **Bernal, Cesar.** *Metodologia de la Investigacion. Tercera.* s.l. : Pearson, 2010. pág. 106. 9789586991285.
21. **Ampuero, Everth.** *Consideraciones estructurales en el analisis y diseño de puentes colgantes. Tesis (Ingeniero Civil).* s.l. : Universidad Nacional de Ingenieria, 2012. pág. 117.
22. **Alvarez, Jairo.** *Estudio de aplicacion informatica y su incidencia en el proceso de calculo en el diseño de puentes sobre vigas en el consejo provincial de Pastaza. Tesis (Ingeniero Civil).* s.l. : Universidad Tecnica Ambato, 2011. pág. 209.
23. **Norma Tecnica Peruana E090 Estructuras Metalicas.** *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Lima : Grupo Universo SAC, 2017. 2017-16890.
24. **Norma Tecnica de Edificaciones E020 Cargas.** *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Lima : Grupom Universitario SAC, 2017. 2017-16890.
25. **Samuel y Norhaus.** *Economia.* Decimoctava. s.l. : Limusa, 2006. pág. 753. 978844815146.

# ANEXOS

## ANEXO 1 Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FÓRMULAS	
P. GENERAL	O. GENERAL	H. GENERAL			INDEPENDIENTE				
¿Cómo la aplicación de vigas reticuladas reducirá los costos de fabricación del Techo Canopy en la Estación de Grifo Primax en Ventanilla 2016?	Determinar cómo aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de fabricación del techo Canopy en la Estación de Grifo Primax en Ventanilla 2016.	La aplicación de vigas reticuladas reduce el costo de fabricación del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016.	VI. VIGAS RETICULADAS	Según Troglia G. (2008), en las vigas de alma llena el momento nominal resulta fundamentalmente del aporte resistente de las alas, siendo en general muy pequeña la colaboración del alma, y también es el alma la que provee resistencia nominal al corte. Cuando la solicitación dominante es el momento flector, para disminuir el consumo de material se aligera el alma reemplazando la chapa llena por una malla de barras articuladas (triangulación interiormente isostática) que resultan sometidas a esfuerzos axiales por acción de corte. El momento flector es resistido por las barras de los cordones sometidas también a esfuerzos axiales, siempre que las cargas estén aplicadas en los nudos del reticulado. La mayor distancia entre los cordones no aumenta sustancialmente el peso, por lo que con el uso de vigas reticuladas se logra en general un menor consumo de material para salvar luces grandes cuando no existen cargas concentradas importantes. (p. 258).	La variable Vigas reticuladas será medida a través de sus dimensiones: Resistencia, uniones soldadas, Formas seccionales de las barras, Nudos y deformaciones a su vez con los indicadores: Traccionales, Flexión de uniones soldadas, Ángulos, Rigidez de uniones directas, y esfuerzo por corte. El instrumento a utilizar serán las fichas de recolección de datos.	Resistencia	Traccionales (T)	$T = \frac{TR}{TE} \times 100$ TR: Traccionales realizados TE: Traccionales establecidos	Razón
						Uniones soldadas (por arco eléctrico)	Flexión de uniones soldadas (FUS)	$FUS = \frac{FUSR}{FUSP} \times 100$ FUS: Flexiones de uniones soldadas realizadas FUSE: Flexiones de uniones soldadas programadas	Razón
						Formas seccionales de barras	Ángulos (A)	$A = \frac{ASBR}{ASBE} \times 100$ ASBR: Ángulos de seccionales de barras requeridos ASBE: Ángulos de seccionales de barras establecidos	Razón
						Nudos	Rigidez de uniones directas (UD)	$UD = \frac{RUDR}{RUDE} \times 100$ RUDR: Rigidez de uniones directas realizadas RUDE: Rigidez de uniones directas establecidas	Razón
						Deformaciones	Esfuerzo por corte (PC)	$PC = \frac{ECR}{ECE} \times 100$ ECR: Esfuerzo por corte realizados ECE: Esfuerzo por corte establecidos	Razón

P. ESPECÍFICOS	O. ESPECÍFICOS	H. ESPECÍFICOS	DEPENDIENTE						
¿Cómo la aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de materiales del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax? Ventanilla. 2016?	Determinar como la aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de materiales del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016	La aplicación de vigas reticuladas reduce el costo de materiales del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016	VD. Costos de fabricación	El aspecto de costo es importante, tanto para el propietario como para el constructor. En el primer caso, suponiendo un contrato por administración a porcentaje fijo, el propietario debe saber cuál será el costo de la obra concluida, dentro de un cierto rango. Salirse de él ocasionaría, en el mejor de los casos suspicacia y dudas sobre la honestidad y capacidad del constructor toda vez que este percibe un cierto porcentaje sobre el costo de la construcción. Por otro lado, si se trata de un contrato a precio alzado el propietario está más o menos seguro del costo final de la construcción, pero el constructor deberá tener mucho cuidado con sus costos, controlarlos si quiere tener la utilidad planeada. Cualquiera sea el caso, si un proyecto termina dentro del presupuesto elaborado, generara nuevamente un sentimiento de satisfacción para las dos partes involucradas. (Según López de Ortigosa. 2012, p.21).	La variable Costos de fabricación será medida a través de sus dimensiones: Materiales, Mano de obra, Maquinaria, Herramientas y equipos, a su vez con los indicadores: Volúmenes de materiales, Costo de mano de obra de la actividad, Renta de maquinaria, Depreciación. El instrumento a utilizar serán las fichas de recolección de datos.	Materiales	Volúmenes de materiales (VM)	$VM = \frac{VMR}{VMP} \times 100$ VWR: Volúmenes de materiales requeridos WMP: Volúmenes de materiales programados	Razón
¿Cómo la aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de mano de obra del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax? Ventanilla. 2016?	Determinar como la aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de mano de obra del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016	La aplicación de vigas reticuladas reduce el costo de mano de obra del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016				Mano de Obra	Costo de mano de obra de la actividad (CMOA)	$CMO = \frac{CTMOR}{CTMOP} \times 100$ CTMOR: Costo total de mano de obra requerido CTMOP: Costo total de mano de obra programado	Razón
¿Cómo la aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de maquinaria del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax? Ventanilla. 2016?	Determinar como la aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de maquinaria del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016	La aplicación de vigas reticuladas reduce el costo de maquinaria del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016				Maquinaria	Renta de maquinaria (RM)	$RM = \frac{RMO}{RMOP} \times 100$ RMO: Rentabilidad de maquinaria obtenida RMP: Rentabilidad de maquinaria programada	Razón
¿Cómo la aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de herramientas y equipos del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax? Ventanilla. 2016?	Determinar como la aplicación de vigas reticuladas reducirá el costo de herramientas y equipos del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016	La aplicación de vigas reticuladas reduce el costo de herramientas y equipos del techo Canopy, en la Estación de Grifo Primax. Ventanilla. 2016				Herramienta y Equipos	Depreciación (D)	$RD = \frac{DER}{DEP} \times 100$ DEO: Depreciación de equipos registrada DEP: Depreciación de equipos proyectada	Razón

ANEXO 2. Instrumento de validez  
Informe de opinión de 03 (Tres expertos), del instrumento de investigación.

Informe 1



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del experto: Mgtr. /Dr. INSC<sup>TO</sup> LUIS DIAZ Huiza  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DIRECTOR  
 1.3. Especialidad del experto: CONSTRUCCIÓN  
 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de recolección de datos.  
 1.5. Título de la investigación: Aplicación de vigas reticuladas para reducir los costos de fabricación de techo canopy, en estación de grifo Primax 2017.  
 1.6. Autor del instrumento: Cesar Jimmy Gamarra Sanchez

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-30%	Regular 31-55%	Buena 56-70%	Muy buena 71-90%	Excelenta 91-100%
Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado.				80	
Objetividad	Esta expresado de manera coherente y lógica.				80	
Pertinencia	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación.				80	
Actualidad	Adecuado para valorar aspectos y estrategias de mejora				80	
Organización	Comprende los aspectos en calidad y claridad.				80	
Suficiencia	Tiene coherencia entre indicadores y dimensiones				80	
Intencionalidad	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación.				80	
Consistencia	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigando.				80	
Coherencia	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento.				80	
Metodología	Considera que los ítems miden lo que pretenden medir.				80	
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN</b>					80	

**PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS DEL INSTRUMENTO**

Primera Variable: Vigas reticuladas.

ITEM N°	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
Resistencia	✓			
Uniones soldadas	✓			
Formas seccionales de las barras	✓			
Nudos	✓			
Deformaciones	✓			

Si tienen más ítems, anote cuantos faltan; .....



Segunda variable: Costos de fabricación

ITEM N°	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
Materiales	✓			
Mano de obra	✓			
Maquinaria	✓			
Herramientas y equipo	✓			

Si tienen más ítems, anote cuantos faltan; .....

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

16

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- ( ✓ ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.  
 ( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.  
 ( ) El instrumento no puede ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 09 de Octubre del 2018



Firma del experto  
 DNI: 08196873



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del experto: Mgtr. /Dr. Harold Esabel García Álvarez
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV
- 1.3. Especialidad del experto: Soldador
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de recolección de datos.
- 1.5. Título de la investigación: Aplicación de vigas reticuladas para reducir los costos de fabricación de techo canopy, en estación de grifo Primax 2017.
- 1.6. Autor del instrumento: Cesar Jimmy Gamarra Sanchez

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-30%	Regular 31-55%	Buena 56-70%	Muy buena 71-90%	Excelente 91-100%
Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado.				90	
Objetividad	Esta expresado de manera coherente y lógica.				90	
Pertinencia	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación.				90	
Actualidad	Adecuado para valorar aspectos y estrategias de mejora				90	
Organización	Comprende los aspectos en calidad y claridad.				90	
Suficiencia	Tiene coherencia entre indicadores y dimensiones				90	
Intencionalidad	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación.				90	
Consistencia	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigando.				90	
Coherencia	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento.				90	
Metodología	Considera que los ítems miden lo que pretenden medir.				90	
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN</b>					90	

**PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS DEL INSTRUMENTO**

Primera Variable: Vigas reticuladas.

ITEM N°	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
Resistencia	✓			
Uniones soldadas	✓			
Formas seccionales de las barras	✓			
Nudos	✓			
Deformaciones	✓			

Si tienen más ítems, anote cuantos faltan; .....

Segunda variable: Costos de fabricación

ITEM N°	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
Materiales	✓			
Mano de obra	✓			
Maquinaria	✓			
Herramientas y equipo	✓			

Si tienen más ítems, anote cuantos faltan; .....

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

18

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- (  ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.  
 (  ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.  
 (  ) El instrumento no puede ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 10 de Octubre del 2018

  
 .....  
 Firma del experto  
 DNI: 21453567



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del experto: Mgtr. /Dr. PONCE FILIJS JOSE LULI
- 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC UCV LE
- 1.3. Especialidad del experto: INGENIERIA VIDL. MENCION CARRETERAS Y PUENTES
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de recolección de datos.
- 1.5. Título de la investigación: Aplicación de vigas reticuladas para reducir los costos de fabricación de techo canopy, en estación de grifo Primax 2017.
- 1.6. Autor del instrumento: Cesar Jimy Gamarra Sánchez

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-30%	Regular 31-55%	Buena 56-70%	Muy buena 71-90%	Excelente 91-100%
Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado.				✓ 80	
Objetividad	Esta expresado de manera coherente y lógica.				✓ 80	
Pertinencia	Responde a las necesidades internas y externas de la investigación.				✓ 80	
Actualidad	Adecuado para valorar aspectos y estrategias de mejora				✓ 80	
Organización	Comprende los aspectos en calidad y claridad.				✓ 80	
Suficiencia	Tiene coherencia entre indicadores y dimensiones			✓ 70		
Intencionalidad	Estima las estrategias que responda al propósito de la investigación.				✓ 80	
Consistencia	Considera que los ítems utilizados en este instrumento son todos y cada uno propios del campo que se está investigando.				✓ 80	
Coherencia	Considera la estructura del presente instrumento adecuado al tipo de usuario a quienes se dirige el instrumento.				✓ 80	
Metodología	Considera que los ítems miden lo que pretenden medir.			✓ 70		
<b>PROMEDIO DE VALIDACIÓN</b>					✓ 78	

**PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS DEL INSTRUMENTO**

Primera Variable: Vigas reticuladas.

ITEM N°	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
Resistencia	✓			
Uniones soldadas	✓			
Formas seccionales de las barras	✓			
Nudos	✓			
Deformaciones	✓			

Si tienen más ítems, anote cuantos faltan; .....



Segunda variable: Costos de fabricación

ITEM N°	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE	OBSERVACIONES
Materiales	✓			
Mano de obra	✓			
Maquinaria	✓			
Herramientas y equipo	✓			

Si tienen más ítems, anote cuantos faltan; .....

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

17

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- ( X ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.  
( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.  
( ) El instrumento no puede ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 09 de octubre del 2018

  
.....  
Firma del experto  
DNI: 09500891

ANEXO 3: Acta de aprobación de originalidad de tesis y resultado de turnitin.

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD          DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

Yo, YSABEL GARCIA ALVAREZ, docente de la facultad Ingeniería civil y Escuela Profesional INGENIERIA CIVIL de la Universidad César Vallejo LIMA ESTE, revisor (a) de la tesis titulada

"APLICACIÓN DE VIGAS RETICULADAS PARA REDUCIR LOS COSTOS DE FABRICACION DE TECHO CANOPY, EN ESTACION DE GRIFO PRIMAX VENTANILLA 2017", del (de la) estudiante CESAR JIMY GAMARRA SANCHEZ, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 09 de octubre de 2018



Firma

Dra. María Ysabel García Álvarez.

DNI: 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---------------------------------------------------------------------------	--------	-----------

## APLICACIÓN DE VIGAS RETICULADAS PARA REDUCIR LOS COSTOS DE FABRICACIÓN DE TECHO CANOPY, EN ESTACIÓN DE GRIFO PRIMAX VENTANILLA 2017

### INFORME DE ORIGINALIDAD

**24%**

INDICE DE SIMILITUD

**22%**

FUENTES DE INTERNET

**0%**

PUBLICACIONES

**12%**

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<b>6%</b>
<b>2</b>	pt.scribd.com Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>3</b>	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	Submitted to Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Trabajo del estudiante	<b>2%</b>
<b>5</b>	documents.mx Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	es.scribd.com	

ANEXO 4: Autorización de publicación de tesis.

	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

Yo, Gamarra Sánchez Cesar Jimy, identificado con DNI N° 41815270, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo ( **X** ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Aplicación de vigas reticuladas para reducir los costos de fabricación de techo canopy, en estación de grifo Primax ventanilla 2017"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
 .....  
 .....  
 .....

\_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 41815270

FECHA: 15 de julio de 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---------------------------------------------------------------------------------	--------	-----------



ANEXO 5: Autorización de la versión final del trabajo.



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

la Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Gamarra Sánchez, César Jimmy

INFORME TÍTULADO:

"Aplicación de vigas reticuladas para reducir  
los costos de fabricación de techo canopy, en  
estación de grifo Primax Ventanilla 2017"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA: 17 diciembre 2017

NOTA O MENCIÓN: 12 DOCE



Quis

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN  
Morra Ysabel García Álvarez