



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y  
QUÍMICAS

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

## **TRABAJO DE TITULACIÓN**

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIEROS MECÁNICOS

**MODALIDAD:**

DESARROLLO COMUNITARIO

**TEMA:**

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA  
DE LAS SALAS DE DOCENTES A TIEMPO COMPLETO EN LA  
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS Y CIENCIAS  
AGRONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

**AUTORES:**

REYES CONSTANTE MANUEL VICENTE  
ZAMBRANO ZAMBRANO JOSÉ LUIS  
MERCHAN PINCAY CARLOS ALFREDO  
MAYA CORNEJO LUIS ALFONSO

**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN:**

ING. GALVIN TOALA ARCENTALES

**PORTOVIEJO – MANABÍ – ECUADOR**

**2014**

**TEMA:**

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS SALAS DE DOCENTES A TIEMPO COMPLETO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS Y CIENCIAS AGRONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ”.

## DEDICATORIA

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto con humildad a Dios, por brindarme la vida y permitirme llegar hasta este punto tan importante de mi formación profesional. A mi tía Zita que siempre ha estado apoyándome y a quien quiero como una madre, una madre incondicional quien con sus consejos sabios me guía por el camino correcto. A mis padres por ser la parte fundamental, quienes con esfuerzo y tenacidad me apoyaron al máximo, enseñándome lo bueno y lo malo de la vida. A mi hermano Fabricio, una persona de gran corazón, un gran padre, hijo y hermano. A la universidad por la enseñanza adquirida durante todo el periodo de estudiante universitario. Sin duda alguna dedico esta tesis a una persona que a más de haber sido un gran amigo fue un hermano incondicional, sé que no está físicamente con nosotros pero sé muy bien que su espíritu siempre ha estado acompañándonos, cuidándonos y guiándonos para bien, a ti mi querido hermano kelvin Joel Mendoza Pin, cariñosamente “DON PIN”.

JOSÉ LUIS ZAMBRANO ZAMBRANO

## DEDICATORIA

Va dedicado a todas las personas que han estado con migo en los instantes de alegría, penas, sufrimientos, conquistas, hablo de toda mi familia y mis amigos los que están presentes y los que ya no pertenecen a este mundo pero que me siguen espiritualmente y que sin duda alguna estarán presentes por el resto de mi vida compartiendo mis caídas y mis éxitos.

A mi padre Alfredo que me guía desde el cielo en todo lo que hago y que en vida siempre supo hacerlo con mucha sabiduría y cariño.

Mi madre María Ester que me dio la vida y ha estado presente en los momentos de vital importancia para mi desarrollo como ser, en la niñez, adolescencia y madurez.

A mi hermano Ignacio que siempre ha estado con migo y me ha apoyado desinteresadamente.

A la persona que le voy a quedar debiendo mucho y que sin ella no hubiera sido posible si quiera haber plasmado estas palabras, mi segunda mamá: Francisca Enery (Paqui).

CARLOS ALFREDO MERCHAN PINCAY

## DEDICATORIA

## **AGRADECIMIENTO**

Primordialmente agradecemos a mi Dios por su bendición y protección, ya que él es el que nos ha permitido llegar hasta estas instancias de nuestras vidas.

A nuestros padres, por apoyarnos siempre aconsejándonos y guiándonos por el camino correcto, con esfuerzo y sacrificio nos han dado la mejor herencia que un padre pueda dar a un hijo “la educación”.

A la universidad y a sus docentes, por abrirnos sus puertas y brindarnos sus conocimientos, para formarnos como personas y como profesionales.

Por último a todas las personas que de alguna u otra forma estuvieron apoyándonos, compartiendo ideas, conocimientos, todos compañeros y amigos.

MANUEL VICENTE REYES CONSTANTE

JOSÉ LUIS ZAMBRANO ZAMBRANO

CARLOS ALFREDO MERCHAN PINCAY

LUIS ALFONSO MAYA CORNEJO

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Ing. Galvin Toala Arcentales, Docente de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí en calidad de Director de Trabajo de titulación en la Modalidad **Desarrollo Comunitario** realizado en el periodo 2013- 2014.

**CERTIFICO: Que** el presente Trabajo de Titulación, previo a la Obtención de Titulo de Ingenieros Mecánicos, titulado: “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS SALAS DE DOCENTES A TIEMPO COMPLETO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS Y CIENCIAS AGRONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**”, es trabajo original de los Señores: Reyes Constante Manuel Vicente, Zambrano Zambrano José Luis, Merchan Pincay Carlos Alfredo y Maya Cornejo Luis Alfonso.

Trabajo que ha sido realizado bajo mi dirección, por lo que luego de reunir los requisitos establecidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Técnica de Manabí, autorizo la presentación de este trabajo ante el Tribunal respectivo.

Portoviejo, 10 de septiembre de 2014.

Ing. Galvin Toala Arcentales  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

# **CERTIFICACIÓN DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ  
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

## **TEMA:**

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS SALAS DE DOCENTES A TIEMPO COMPLETO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS Y CIENCIAS AGRONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ.

## **TRABAJO DE TITULACIÓN**

Sometido a consideración ante el Tribunal de Revisión y Sustentación y legalizado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí como requisito previo a la obtención del Título de:

### **INGENIERO MECÁNICO**

APROBADO POR:

Ing. Galvin Toala Arcentales  
**DIRECTOR DE TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

Ing. Francis Gorozabel Chata  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Efrén Pico Gómez  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Pablo Linzán Mora  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **DECLARACIÓN DE LOS DERECHOS DEL AUTOR**

La investigación, redacción, interpretación, conclusiones y recomendaciones expuestas en este trabajo son responsabilidad exclusiva de los autores, de lo que puede dar fe el Director del Trabajo de Titulación, quien supervisó, asesoró y revisó el presente trabajo.

Constante Manuel Vicente  
**AUTOR**

Zambrano Zambrano José Luis,  
**AUTOR**

Merchan Pincay Carlos Alfredo  
**AUTOR**

Maya Cornejo Luis Alfonso  
**AUTOR**

# ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>PRELIMINARES</b>	
Tema	I
Dedicatoria	II
Agradecimiento	VI
Certificación del Director del Trabajo de Titulación	VII
Certificación del Tribunal de Revisión y Evaluación	VIII
Declaración de Derechos de los Autores	IX
Índice General	X
Índice de Figuras	XIV
Índice de Tablas	XV
Resumen	XVI
Summary	XVII
<b>INDICE</b>	
<b>1. DENOMINACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>1</b>
<b>2. LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO</b>	<b>1</b>
2.1. Macro-Localización	1
2.2. Micro-Localización	3
<b>3. FUNDAMENTACIÓN</b>	<b>4</b>
3.1. Diagnóstico de la Comunidad	4
3.2. Identificación de Problemas	6
3.3. Priorización del Problema	6
<b>4. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>7</b>
<b>5. OBJETIVOS</b>	<b>8</b>
5.1. Objetivo General	8
5.2. Objetivos Específicos	8
<b>6. MARCO REFERENCIAL</b>	<b>9</b>
6.1. Cubierta	9
6.1.1. Características de Cubierta	9

6.1.1.1. Chapa Trapezoidal T-101	9
6.1.1.2. Dipanel DP5	9
6.1.2. Características Técnicas	10
6.1.2. Medidas	11
6.2. Pendientes de las Cubiertas	11
6.3. Formas de la Cubierta	11
6.4. Materiales	12
6.4.1. Perfiles	12
6.4.1.1. Perfil U	12
6.4.1.2. Perfil G	13
6.4.2. Ángulos	13
6.5. Ventajas del Acero como Material Estructural	13
6.5.1. Alta Resistencia	13
6.5.2. Uniformidad	14
6.5.3. Elasticidad	14
6.5.4. Durabilidad	14
6.5.5. Ductilidad	14
6.5.6. Tenacidad	14
6.6. Desventajas del Acero como Material Estructural	15
6.6.1. Costo del Mantenimiento	15
6.6.2. Susceptibilidad al Pandeo	15
6.6.3. Fatiga	15
6.6.4. Fractura Frágil	16
6.7. Propiedades del Acero (Material Estructural)	16
6.8. Procedimientos de Soldadura	16
6.8.1. Uniones Soldadas	16
6.8.2. Otros Procedimientos no mencionados	17
6.8.2.1. Soldadura por Fusión	17
6.8.2.2. Soldadura por Presión	17
6.8.2.3. Soldadura por acero	17
6.8.2.4. Soldadura Automática	19
6.9. Materiales de Aportación	19
6.9.1. Electrodo Desnudo	19

6.9.2. Electrodos Revestidos	19
6.9.3. Electrodos con Alma	19
6.10. Relación Espesor-Diámetro-Intensidad	20
6.11. Tipos de Soldadura	20
6.11.1. Soldadura a Tope	20
6.11.2. Soldadura en Angulo	20
6.12. Clasificación del Cordón de Soldadura según Posición	21
6.12.1. Cordón Plano	21
6.12.2. Cordón en Ángulo Horizontal	21
6.12.3. Cordón Horizontal	21
6.12.4. Cordón Vertical	21
6.12.5. Cordón de Techo en Ángulo	21
6.12.6. Cordón de Techo a Tope	21
6.13. Deformaciones y Tensiones Internas	22
6.14. Defectos de la Soldadura	22
<b>7. BENEFICIARIOS</b>	22
7.1. Beneficiarios Directos	22
7.2. Beneficiarios Indirectos	23
<b>8. METODOLOGÍA</b>	23
8.1. Matriz de Involucrados	24
8.2. Árbol de Problemas	25
8.3. Árbol de Objetivos	26
8.4. Árbol de Alternativas	27
8.5. Matriz de Marco Lógico	28
<b>9. RECURSOS UTILIZADOS</b>	29
9.1. Humanos	29
9.2. Tecnológicos	29
9.3. Materiales	30
9.4. Financieros	30
<b>10. EJECUSIÓN DEL PROYECTO</b>	31
10.1. Evaluación de Diseño de Estructura	31
10.1.1. Dimensiones	31
10.2 Distribución del Techo	31

10.3. Separación de Armaduras en Función de la Luz	32
10.3.1. Evaluación de la Separación de Armaduras	32
10.4. Peso Promedio de la Cubierta de Dipanel	37
10.5. Peso Promedio de las Correas	37
10.6. Carga Viva	37
10.7. Peso Propio de la Estructura	38
10.8. Carga Vertical	38
10.9. Informe de Análisis de la Estructura	40
10.9.1. Información de Proyecto	40
10.10. Simulación	41
10.10.1. Objetivo General y Configuración	41
10.10.2. Materiales	41
10.10.3. Sección o Secciones Transversales	42
10.11. Modelo de Viga	42
10.12. Condiciones de Funcionamiento	43
10.13. Resultados	43
10.13.1. Fuerza y Pares de Reacciones en Restricciones	43
10.14. Resumen de Resultados	46
10.15. Resultados de Simulación	47
10.15.1. Desplazamiento	47
<b>11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>55</b>
11.1. Conclusiones	55
11.2. Recomendaciones	55
<b>12. SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD</b>	<b>55</b>
12.1. Sustentabilidad	55
12.2. Sostenibilidad	56
<b>13. PRESUPUESTO</b>	<b>56</b>
<b>14. CRONOGRAMA VALORADO</b>	<b>57</b>
<b>15. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>58</b>
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura N° 1. Mapa del Cantón Chone	2
Figura N° 2. Mapa del Cantón Santa Ana	2
Figura N° 3. Facultad de Ciencias Zootécnicas	3
Figura N° 4. Localización Especifica del Proyecto	3
Figura N° 5. Facultad de Ciencias Agronómicas	3
Figura N° 6. Canales de Zinc	10
Figura N°7. Formas de Cubiertas	12
Figura N° 8. Proceso de Soldadura	18
Figura N° 9. Puntos de Fatiga	33
Figura N° 10. Desplazamiento Máximos	34
Figura N° 11. Plano del Diseño de la Cubierta	35
Figura N° 12. Plano del Diseño de la Cercha	36
Figura N° 13. Nudos de los extremos en la carga vertical	39
Figura N° 14. Equilibrio de Fuerza	39
Figura N° 15. Simulación de Desplazamiento 1	47
Figura N° 16. Simulación de Desplazamiento 2	48
Figura N° 17. Simulación de Desplazamiento 3	48
Figura N° 18. Simulación de Desplazamiento 4	49
Figura N° 19. Simulación de Desplazamiento 5	49
Figura N° 20. Simulación de Desplazamiento 6	50
Figura N° 21. Simulación de Desplazamiento 7	50
Figura N° 22. Simulación de Desplazamiento 8	51
Figura N° 23. Simulación de Desplazamiento 9	51
Figura N° 24. Simulación de Desplazamiento 10	52
Figura N° 25. Simulación de Desplazamiento 11	52
Figura N° 26. Simulación de Desplazamiento 12	53
Figura N° 27. Estructura completa y Definitiva	54

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Relación Espesor – Diámetro – Intensidad	20
Tabla 2. Análisis de la Estructura	40
Tabla 3. Resumen del Proyecto	40
Tabla 4. Propiedades Físicas	40
Tabla 5. Materiales	41
Tabla 6. Secciones Transversales	42
Tabla 7. Modelo de Viga	42
Tabla 8. Gravedad utilizada	43
Tabla 9. Fuerza y Pares de Reacción en Restricciones	43
Tabla 10. Resumen Estáticos	46

## RESUMEN

El siguiente proyecto fue realizado en las Facultades de Ciencias Zootécnicas y Ciencias Agronómicas, ubicadas en los Cantones Chone y Santa Ana respectivamente, el cual consistió en el diseño y construcción de la Estructura Metálica de las Salas de Docentes a Tiempo Completo, previo a la ejecución del proyecto se tuvo que analizar ciertos parámetros involucrados en el diseño y construcción de las estructuras metálicas, tales como: medidas, materiales, peso máximo de la estructura, tipos de cubiertas, cargas vivas, cargas verticales, perfiles en u, entre otros; todo esto con el fin de determinar el diseño de las estructuras adecuadas y apropiadas para las salas de docente a tiempo completo en ambas facultades.

Para la realización de los cálculos y selección del diseño de estructuras metálicas, primero se determinó las dimensiones de las cerchas, el peso promedio de la cubierta que resultó en 1241,07 kg; el peso promedio de las correas 1999,38 kg; el número de correas a utilizar (47 correas), las cargas vivas, entre otros aspectos, esto se logró gracias a la utilización del software INVENTOR.

A través de la aplicación del software INVENTOR se realizaron varias simulaciones de desplazamiento hasta que finalmente se logró la obtención del diseño de estructura apropiado.

## SUMMARY

The next project was conducted at the Faculty of Zootécnicas Sciences and Agricultural Sciences, located in Chone and Santa Ana cantons respectively, which consisted of the design and construction of the metallic structure of the Boards of Teachers Full Time, prior to the execution the project had to analyze certain parameters involved in the design and construction of metal structures such as: dimensions, materials, maximum weight of the structure, types of covers, live loads, vertical loads, profiles a, among others; all this in order to determine the design of appropriate structures and appropriate salts teaching full time in both faculties.

To perform the calculations and selection of design of steel structures, first the dimensions of the trusses was determined, the average weight of the cover that resulted in 1241.07 kg; the average weight of 1999.38 kg belts; number of belts used (47 belts), live load, among other things, this is achieved through use of the software INVENTOR.

Through the application of software INVENTOR several simulations were performed scroll until finally obtaining proper structure design was achieved.

## **1. DENOMINACIÓN DEL PROYECTO**

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA EXSTRUCTURA METÁLICA DE LAS SALAS DE DOCENTES A TIEMPO COMPLETO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS Y CIENCIAS AGRONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ.

## **2. LOCALIZACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO**

### **2.1. MACRO-LOCALIZACIÓN:**

Los lugares donde se ejecutará el proyecto son:

En el Cantón Chone, perteneciente a la Provincia de Manabí, cuyo Cantón limita Al norte con el cantón Pedernales; Al sur con los cantones Tosagua, Pichincha y Bolívar; Al este con Flavio Alfaro y El Carmen y, al oeste con los cantones San Vicente, Sucre y Jama, y en el Cantón Santa Ana que limita al norte con los cantones Portoviejo y Pichincha, al sur con los cantones Veinticuatro de Mayo y Olmedo; al este con el cantón Pichincha y la provincia de Guayas, al oeste con los cantones Portoviejo y Jipijapa. Ver figura 1 y 2.



Figura Nº 1. Mapa del Cantón Chone  
**Fuente:** Gobierno Provincial del Manabí



Figura Nº 2. Mapa del Cantón Santa Ana  
**Fuente:** Gobierno Provincial del Manabí

## 2.2. MICRO-LOCALIZACIÓN

El proyecto se lo ejecutará en Facultad de Ciencias Zootécnicas y en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Técnica de Manabí, sedes ubicadas en Chone y Santa Ana Respectivamente.

Las coordenadas globales específicas de los sitios del proyecto son las siguientes:

-0.6874819533533367. -80.12437999248505 (Chone)



Figura Nº 3. Facultad de Ciencias Zootécnicas  
**Fuente:** Google Maps



Figura Nº 4. Localización Especifica del Proyecto  
**Fuente:** Google Maps

-1.172137,-80.390854 (Santa Ana)

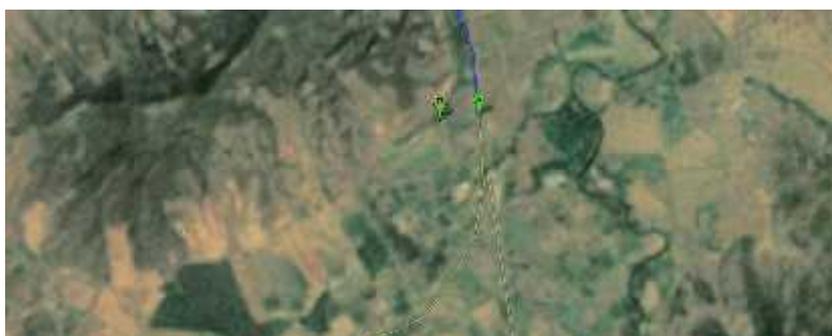


Figura Nº 5. Facultad de Ciencias Agronómicas  
**Fuente:** Google Maps

### **3. FUNDAMENTACIÓN**

La Universidad Técnica de Manabí como Institución Educacional, ha venido sosteniendo un desarrollo enorme en todo el ámbito de la educación donde el incremento de la población estudiantil ha venido de la mano con este desarrollo, lo que da lugar al surgimiento de nuevas exigencias, tanto para los estudiantes como para los docentes. La misma que se ha visto obligada a expandirse en algunos cantones de la Provincia de Manabí, brindando la facilidad y la comodidad para que así los habitantes de toda la Provincia de Manabí tengan la accesibilidad de poder seguir su vocación estudiantil en cualquiera de las carreras que ofrece el Alma Máter.

Hoy en día la Universidad Técnica de Manabí cuenta con diez facultades, entre ellas se encuentra la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, la cual ha comenzado impulsando proyectos muy importantes para el desarrollo del alma máter.

Como lo hace la escuela de Ingeniería Mecánica, aplicando los conocimientos técnicos y científicos adquiridos a lo largo de la carrera, en el proyecto Denominado “Diseño y Construcción de la Estructura Metálica de las Salas de Docentes a tiempo completo en la Facultad de Ciencias Zootécnicas y Ciencias Agronómicas de la Universidad Técnica de Manabí”, haciendo uso de los amplios espacios que nos brinda la universidad en sus diferentes extensiones, para brindar una mejor comodidad a los docentes y que éstos den atención de primera a sus estudiantes.

#### **3.1. DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD**

La Universidad Técnica de Manabí cuenta con extensiones en varios cantones de la provincia de Manabí, es así que la Facultad de Ciencias Zootécnicas y la Facultad de Ciencias Agronómicas se encuentran ubicadas en los Cantones Chone y Santa Ana, respectivamente.

Estas Facultades de Ciencias Zootécnicas y Ciencias Agronómicas están dedicadas a formar estudiantes, con habilidades y destrezas para desenvolverse en el ámbito personal y laboral tanto a nivel local, regional y nacional e instruir a los estudiantes para contribuir al desarrollo de la Universidad Técnica de Manabí para lograr la acreditación anhelada por todos quienes conforman la Comunidad Universitaria de Manabí.

En este caso somos los estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica quienes nos hemos propuesto buscar soluciones a ciertos problemas o inconvenientes que existen en las facultades ya mencionadas anteriormente, ya que, la comunidad estudiantil de dichas facultades necesitan lugares adecuados para que todas sus inquietudes y requerimientos sean atendidos a plenitud, por cuanto estos aportaran con el progreso de la provincia y el país.

En los actuales momentos la Universidad Técnica de Manabí está teniendo cambios trascendentales que implican el crecimiento acelerado del número de estudiantes y profesores, lo que nos exige a ser más competitivos en todos los aspectos, estos cambios han sido evidenciados en algunas de las Facultades de la Universidad; pero no en todas, y es por eso que, con este proyecto se plantea la implementación de Salas para Docentes a tiempo completo con estructuras metálicas para la atención personalizada de cada uno de los estudiantes.

Como se ha mencionado la Universidad Técnica de Manabí ha dado pasos gigantescos de desarrollo, como es la creación de extensiones en los cantones Chone y Santa Ana, que a la vez vienen acompañados de una serie de problemas que se van presentando con el pasar del tiempo debido al incremento de estudiantes y las nuevas exigencias y requerimientos académicos que se van haciendo más visibles, como el deterioro de las canchas de uso múltiple de las dos extensiones en mención. Otra de las falencias que resaltan es la necesidad de adecuadas instalaciones o espacios recreacionales para la autoeducación en las inmediaciones de las

extensiones. Otra de las molestias que más se destaca, es la falta de salas en donde los docentes realicen sus actividades extra-clase y a la vez puedan ofrecer la debida atención personalizada para cada estudiante.

### **3.2. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS.**

De acuerdo al diagnóstico realizado a la comunidad investigada, los problemas que más evidentes se encuentran son:

- Falta de espacios para que los docentes puedan realizar actividades académicas.
- Canchas de uso múltiple deterioradas.
- Falta de espacios recreacionales para la autoeducación.
- Poca estética en las infraestructuras actuales

### **3.3. PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS.**

Luego de enfatizar algunos de los problemas que acarrearán a el alma máter en la Facultad de Ciencias Zootécnicas y Facultad de Ciencias Agronómicas del Cantón Chone y Santa Ana respectivamente, se ha determinado que el de mayor prioridad es la falta de espacios para que los docentes puedan realizar actividades académicas, y el aporte que nuestra carrera de Ingeniería Mecánica puede brindar a este proyecto es el: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DE LAS SALAS DE DOCENTES A TIEMPO COMPLETO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS Y CIENCIAS AGRONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ”.

## **4. JUSTIFICACIÓN**

Las facultades de Ciencias Zootécnicas y Ciencias Agronómicas de la Universidad Técnica de Manabí, están pasando por un momento de cambio debido a la falta de instalaciones educativas con infraestructuras adecuadas y especiales como es la sala de docentes para tiempo completo, para dar la debida atención que merece cada uno de los estudiantes de estas facultades.

Una universidad para que esté de acuerdo con las exigencias educativas del gobierno central y el organismo que las rige debe estar a la altura de las mejores universidades con espacios educativos modernos y características propias de comodidad y ambiente agradable, esto más que justificación es una prioridad de proceder con un diseño y construcción de la estructura metálica de las salas de profesores a tiempo completo en la Facultades de Ciencias Agronómicas y Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí.

El diseño y construcción de la estructura metálica de las salas de profesores a tiempo completo en las facultades de ciencias agronómicas y ciencias zootécnicas, se justifica por la necesidad de más espacios físicos adecuados para la realización de las actividades de los docentes a tiempo completo y que puedan brindar la debida atención a los estudiantes, mediante un diálogo más directo y personal.

La educación y el aprendizaje, en la actualidad ya no son algo inalcanzable para cualquier persona con actitud, ganas y entusiasmo de querer instruirse, es por esto que, a estas personas se les debe brindar todas las comodidades necesarias en un ambiente totalmente agradable y propicio para la correcta educación.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y construir la estructura metálica de las salas de docentes a tiempo completo para el cumplimiento de sus actividades extra-clase, en la Facultad de Ciencias Zootécnicas y Ciencias Agronómicas de la Universidad Técnica de Manabí.

### **5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Diseñar una estructura metálica eficiente de acuerdo a las normas internacionales.
- Recopilar la información necesaria para el planteamiento del cálculo.
- Instalar una estructura metálica en la cubierta de la sala de docentes que pueda eficientemente proteger de los fenómenos naturales típicos a los ocupantes o equipos que estén dentro de dichas salas.
- Ofrecer mayor seguridad a los docentes, estudiantes y Equipos en el interior de las salas para docentes de las Facultades en mención.
- Seleccionar el tipo de material ideal para la estructura metálica de la cubierta de las Facultades de Ciencias zootécnicas y Ciencias Agronómicas.
- Mejorar el aspecto físico de la facultad de Ciencias zootécnicas y Ciencias Agronómicas, implementando las estructuras metálicas y cubiertas para las salas de docentes.

## **6. MARCO REFERENCIAL**

### **GENERALIDADES**

Antes de realizar el cálculo de las estructuras, es conveniente tener en cuenta algunas definiciones que van a servir de guía para el cálculo y diseño de las estructuras de las Facultades de Ciencias Zootécnicas y Ciencias Agronómicas, así como de las normas para la elaboración de las mismas.

#### **6.1. CUBIERTA.**

Las Cubiertas son estructuras de cerradura superior, que sirven como cerramientos exteriores, la función principal es ofrecer protección al recinto ante agentes climáticos, y otros factores, para darle resguardo, intimidad, aislamiento acústica y térmica a los ocupantes del recinto, al igual que todos los otros cerramientos verticales existentes en dichos lugares.

##### **6.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE UNA CUBIERTA**

###### **6.1.1.1. CHAPA TRAPEZOIDAL T-101**

Las cubiertas de este tipo, tienen como característica principal, que es brindar un excelente rendimiento y un aspecto estético muy atractivo, lo cual lo hace que estas cubiertas sean especialmente aptas para uso en cubiertas viviendas, salas de docentes, entre otras, además también es apta para cerramientos laterales y cubiertas de edificios industriales.

###### **5.1.1.2. DIPANEL DP5**

Este es un modelo de techo, catalogado como uno de los más modernos para uso comercial, educativo e industrial; construido con maquinaria de última generación lo que lo convierte en un producto que cumple con los

estándares de calidad más exigentes del mercado y muy recomendable para el uso académico y educativo.

Las principales características que deben tener las cubiertas son:

- La impermeabilidad, es decir; que no deje pasar el agua
- El aislamiento, o sea que no permita el pase del calor, frío o la nieve.

Cuando se construye en zonas en donde llueve mucho se recomienda utilizar inclinaciones grandes o pendientes, para que el agua lluvia caiga más rápido de la cubierta.

### 6.1.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

El DP5 se fabrica en aluzinc (galvalume), aleación compuesta por Aluminio (55%), Zinc (43.5%) y Silicio (1.5%), mediante un proceso continuo de inmersión en caliente. La aleación de Aluminio-Zinc que forma el cubrimiento combina las propiedades de ambos metales: el Aluminio proporciona la resistencia a la corrosión tanto atmosférica como por altas temperaturas, y una muy buena reflectividad térmica; el Zinc aporta la formalidad y la protección galvánica (catódica) que protege las áreas perforadas o cortadas de la lámina.

Según norma ASTM 792-86 Az-150 (150gr/m<sup>2</sup>) en calidad estructural Gr.37 o en pre pintado según norma ASTM-653.

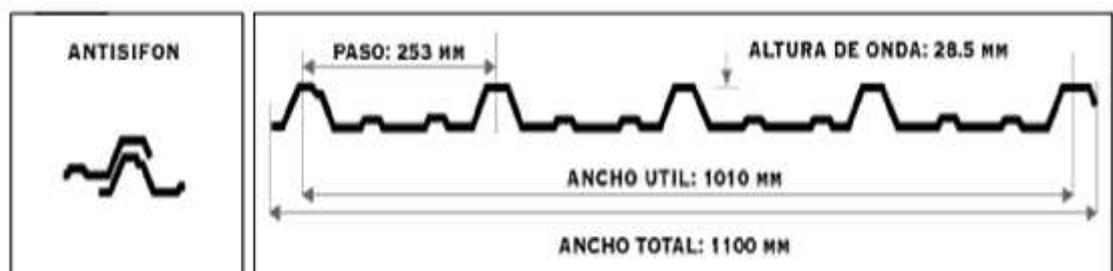


Figura Nº 6. Canales del Zinc  
**Fuente:** Hierrotodo S.A.

### **6.1.2.1. MEDIDAS:**

- Ancho 1.100 mm - Cubre 1.000 mm
- Largo 1.830mm - Hasta 9.150 mm
- En pies desde 6 hasta 30

## **6.2. PENDIENTES DE LAS CUBIERTAS**

Es la inclinación con la que se hacen los techos o vertientes para desalojar con facilidad las aguas y su magnitud depende del material que se utilice como cubierta.

Las pendientes que más se utilizan en nuestro medio son las siguientes:

- Entre 20% y 27% para cubiertas de cinc y tejas de fibro cemento.
- Entre 30% y 60% para los diferentes tipos de teja de barro.
- Entre 50% y 80% para techos en paja o palma.

Cuando se dice que un techo tiene pendiente de 20% significa que por cada metro lineal de techo subimos 20 centímetros, así, si son 2.00 metros nos elevamos 40 centímetros y si son 3.00 metros nos levantamos 60 centímetros y así sucesivamente.

## **6.3. FORMAS DE LA CUBIERTA**

La forma de la cubierta depende mucho del tipo de construcción en el cual se va a ejecutar, existen algunas formas de cubiertas, entre las más comunes están:

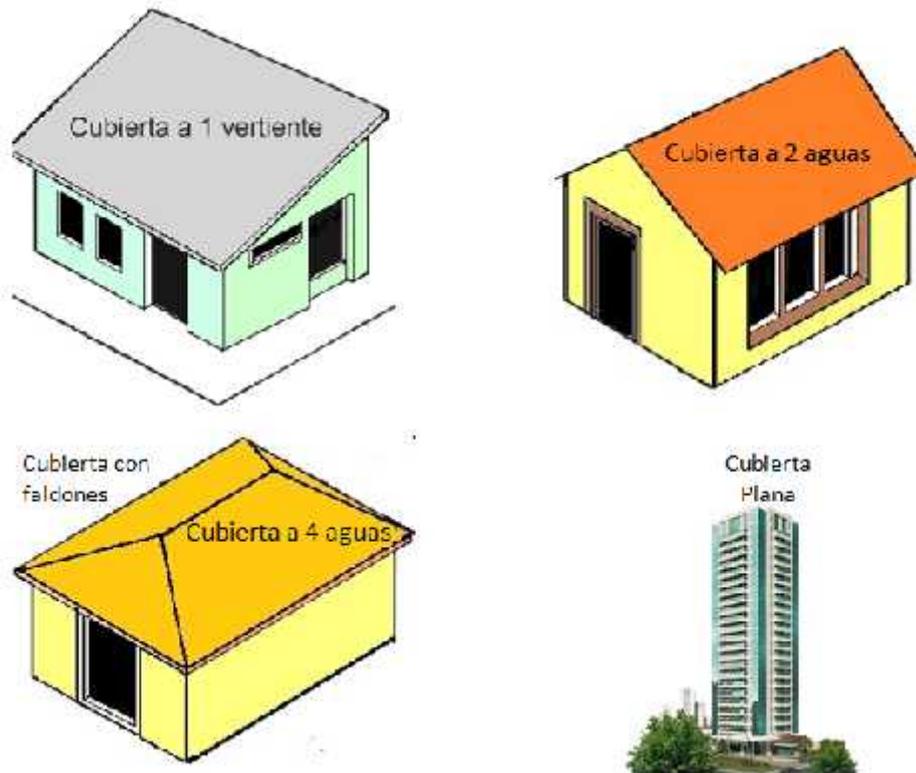


Figura N° 7. Formas de Cubiertas  
Fuente: Manual de Cubiertas

## 6.4. MATERIALES

### 6.4.1. PERFILES

Los perfiles son componentes livianos que permiten un ahorro del 40% aproximadamente en el peso de la estructura y sus secciones optimizan la relación resistencia-peso, dando como resultado un excelente acabado a las cubiertas. Son compatibles con todos los diferentes sistemas constructivos.

#### 6.4.1.1. PERFIL U

Este tipo de perfil es obtenido por laminación en caliente, con sección transversal en forma de "U". Se suministran en unidos de 1 t o 2 t, con una largura de 6 m como mínimo y a 12 m como máximo.

Estos perfiles son utilizados en la construcción mecánica en general, en estructuras metálicas, señalización vial, máquinas e implementos agrícolas, además de otras aplicaciones como canchas, salones para eventos, entre otras con fines educativos.

Las propiedades mecánicas de estos productos siguen las normas INEN 1 623:2000, ASTM A572, ASTM A36 y sus características dimensionales siguen la estipulación en la norma ASTM A6.

#### **6.4.1.2. PERFIL G**

Producto obtenido por laminación en caliente, con sección transversal en forma de "G".

#### **6.4.2. ANGULOS**

Producto de acero laminado en caliente hasta 1250 grados cuya sección transversal está formada en ángulo recto por dos alas.

Se usan en la fabricación de estructuras metálicas, Carrocerías, Rejas, Torres de Transmisión, Puertas, Techados, y Almacenes.

### **6.5. VENTAJAS DEL ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL**

El acero estructural, por las ventajas que más adelante se estudiarán, es el material preferido para elaborar estructuras, fue escogido por su duración de casi cien años, debido a su versatilidad.

#### **6.5.1. ALTA RESITENCIA**

La alta resistencia con respecto al peso del acero, nos ofrece una estructura fuerte pero liviana en comparación a otros materiales estructurales como por ejemplo el hormigón.

### **6.5.2. UNIFORMIDAD**

Debido a que el acero no cambia relativamente sus propiedades con el tiempo, como es el caso del concreto.

### **6.5.3. ELASTICIDAD**

Ya que sigue la ley de Hooke hasta grandes esfuerzos, los momentos de inercia en estructuras metálicas son calculados con mayor precisión que las estructuras de hormigón armado.

### **6.5.4. DURABILIDAD**

Con un adecuado mantenimiento, las estructuras de acero pueden llegar a durar de manera indeterminada, y según investigaciones actuales los aceros modernos bajo ciertas condiciones no necesitan ningún mantenimiento anticorrosivo.

### **6.5.5. DUCTILIDAD**

Se indica que un material es dúctil si es sometido a grandes deformaciones sin romperse bajo los efectos de la tensión, es decir sin alterar su estructura molecular. El nivel de carbono influye directamente en la ductilidad, mientras más carbono menos dúctil es el acero y entre menos carbono posea el acero más dúctil será la estructura de la cubierta metálica.

### **6.5.6. TENACIDAD**

Es la característica que poseen los materiales y su función es absorber energía en grandes cantidades; en este caso el acero estructural, es decir el acero tiene resistencia y ductilidad, propiedades que tiene y hacen que este material no sufra fracturas o daños significantes luego de ser sometido a grandes deformaciones durante su formación y montaje; esto significa que

es posible martillarlos, doblarlos, cortarlos y taladrarlos, y podrán mantener su forma original.

## **6.6. DESVENTAJAS DEL ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL**

El acero, además de ser ventajosa, también tiene algunas ventajas que serán mencionadas a continuación.

### **6.6.1. COSTO DEL MANTENIMIENTO**

Si bien es cierto se ha mencionada anteriormente que el acero en ciertas ocasiones es susceptible a la corrosión al estar en contacto con el aire y el agua, por lo que deben pintarse periódicamente y esto se denomina costo de mantenimiento para evitar la corrosión del mismo.

### **6.6.2. SUSCEPTIBILIDAD AL PANDEO**

Entre más largas y esbeltas sean las partes a comprimirse, es mayor el peligro de pandeo.

Anteriormente se indicó que el acero tiene una alta resistencia por unidad de peso, pero cuando se usa en columnas no resulta muy económico porque se utilizaría demasiado material con la finalidad de hacer más rígidas las columnas contra el posible pandeo que podrían presentarse.

### **6.6.3. FATIGA**

Otro inconveniente del acero es que su resistencia disminuye si es sometido a grandes números de cambios en el sentido del esfuerzo, o también, a un gran número de alteraciones en la extensión del esfuerzo de tensión.

#### **6.6.4. FRACTURA FRAGIL**

En algunas situaciones el acero, en lugares de mayor concentración de esfuerzos, puede perder ductilidad y la fisura frágil puede ocurrir. Esta situación se agrava cuando las cargas producen bajas temperaturas y fatiga.

#### **6.7. PROPIEDADES DEL ACERO (MATERIAL ESTRUCTURAL)**

Entre las propiedades fundamentales y principales se pueden resaltar las siguientes:

- Alta facilidad para adherir diversas secciones por medio de varios tipos de conexión como son remaches, soldadura y tornillos, entre otros.
- Es viable prefabricar por partes.
- Montaje rápido.
- Posibilidad para laminarse en grandes cantidades, tamaños y formas.
- Resistencia a la fatiga
- Posible re uso al desmontar una estructura.
- Es un material reciclable.

#### **6.8. PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA.**

##### **6.8.1. UNIONES SOLDADAS.**

El proceso de soldadura en uniones soldadas; consiste en unir dos metales de idéntica o parecida composición por la acción del calor, directamente o

mediante la aportación de otro metal también de idéntica o parecida composición. Durante este proceso es recomendable proteger al material fundido contra los gases nocivos de la atmósfera, principalmente contra el oxígeno y el nitrógeno.

La norma EA-95 autoriza para uniones de fuerza en estructuras de edificación los siguientes procedimientos:

1.-Soldeo eléctrico manual; por arco descubierto con electrodo fusible revestido.

2.-Soldeo eléctrico semiautomático o automático; por arco en atmósfera gaseosa con alambre electrodo fusible.

3.-Soldeo eléctrico automático; por arco sumergido con alambre electrodo fusible desnudo.

4.-Soldeo eléctrico por resistencia.

## **6.8.2. OTROS PROCEDIMIENTOS NO MENCIONADOS**

**6.8.2.1. SOLDADURA POR FUSIÓN:** Se logra gracias a la acción del calor que origina la fusión localizada de las piezas, las mismas que se unen sin o con la aportación de otro material.

**6.8.2.2. SOLDADURA POR PRESIÓN:** Este tipo de soldadura consiste en calentar las piezas hasta que se hagan plásticas y luego se unen mediante una presión mecánica.

**6.8.2.3. SOLDADURA POR ARCO:** Este procedimiento es el más importante y es exclusivamente usado para las estructuras metálicas. En este caso las piezas se unen al provocarse un arco eléctrico entre ellas y un

electrodo revestido que constituye el metal de aportación. El electrodo deberá estar sujeto a una pinza que sostiene el soldador, este será el polo negativo, y el positivo son las piezas que se quieren unir. Para una buena soldadura de este tipo, es recomendable tener en cuenta los siguientes factores:

- 1.-Diámetro del electrodo.
- 2.-Distancia del electrodo a las piezas para unir (tamaño del arco)
- 3.-Velocidad de avance del electrodo (habilidad del soldador)
- 4.-Temperatura en el proceso; de 3000 a 4000 °C.

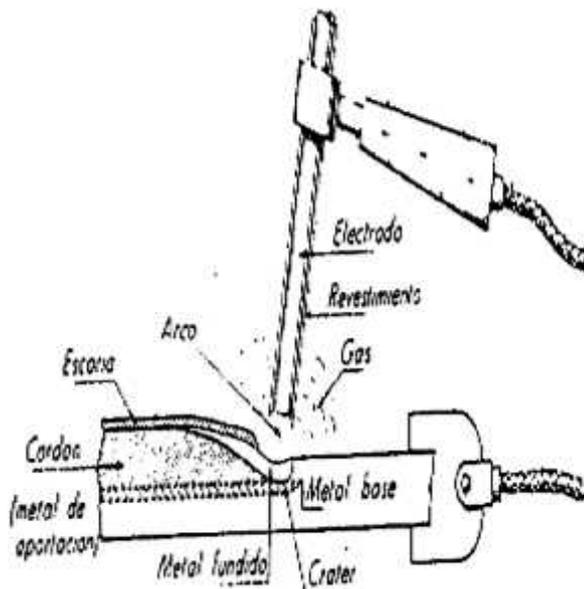


Figura N° 8. Proceso de Soldadura  
Fuente: <http://es.scribd.com>

El gas producido por el revestimiento; protege al material en la parte exterior del cordón queda una capa externa de escoria; el gas hace que la escoria se pueda retirar fácilmente.

Se crea un arco eléctrico que hace que el material vaya saltando y se crea el cordón de soldadura.

**6.8.2.4. SOLDADURA AUTOMÁTICA:** En este caso, el electrodo es continuo y desnudo, va avanzando sumergido, de manera automática, en un polvo de protección; su principal cualidad es su uniformidad para cordones largos.

## **6.9. MATERIALES DE APORTACIÓN.**

Entre los materiales de aportación están los electrodos, pero en diferentes tipos de electrodos, a continuación se presentan los utilizados con más frecuencia:

**6.9.1. ELECTRODO DESNUDO:** Está constituido por una varilla metálica. El material fundido no se encuentra defendido contra los gases nocivos de la atmósfera interrumpiendo el arco con frecuencia. Es utilizado para soldaduras de baja calidad.

**6.9.2. ELECTRODOS REVESTIDOS:** Están constituidos por una varilla metálica recubierta por un fundente adecuado. El revestimiento se funde con el arco dando origen a la aparición de gases que constituyen la protección contra los gases nocivos de la atmósfera, al metal de aportación. También permite que las escorias se puedan separar fácilmente después de la soldadura. Los principales revestimientos son de tipo básico, celulósico, oxidante y ácido, entre otros.

**6.9.3. ELECTRODOS CON ALMA:** Están constituidos por una varilla metálica de forma hueca rellena por un fundente adecuado. El revestimiento se funde con el arco dando origen a la aparición de ciertos gases que actúan como protección de los gases nocivos de la atmósfera al metal de aportación.

## 6.10. RELACIÓN ESPESOR-DIÁMETRO-INTENSIDAD.

En la Tabla 1 se muestra claramente la relación existente entre el espesor de las cubiertas, diámetro de electrodos que se deben usar y la intensidad corriente a la que soportan cada una de las opciones plasmadas en dicha tabla.

Tabla 1. Relación Espesor – Diámetro – Intensidad

<b>Espesor chapas (mm)</b>	<b>Diámetro electrodos (mm)</b>	<b>Intensidad corriente (A)</b>
2 – 4	2.5 – 3	60 – 100
4 – 6	3 – 4	100 – 150
6 -10	4 – 5	150 – 200
> 10	6 – 8	200 – 400

Fuente: <http://es.scribd.com>

## 6.11. TIPOS DE SOLDADURA.

### 6.11.1. SOLDADURA A TOPE.

Consiste en unir las chapas situadas en el mismo plano para chapas superiores a 6 mm o para soldar por ambos lados, hay que preparar los bordes. El objetivo de esta soldadura es conseguir una penetración completa y que constituya una transición lo más perfecta posible entre los elementos soldados.

### 6.11.2. SOLDADURA EN ÁNGULO.

Consiste en unir dos chapas situadas en distinto plano bien ortogonales o superpuestas; los tipos de cordones con relación a su posición respecto a la fuerza que van a soportar es la siguiente:

- 1.- Cordón de ángulo; chapas ortogonales.

2.- Cordón frontal, su dirección es normal a la fuerza.

3.- Cordón lateral; su dirección es paralela a la fuerza.

4.- Cordón oblicuo; su dirección es oblicua a la fuerza

La soldadura de ángulo nos la podemos encontrar en rincón, en solape, en esquina y por puntos.

## **6.12. CLASIFICACIÓN DEL CORDÓN DE SOLDADURA SEGÚN LA POSICIÓN.**

**6.12.1. Cordón plano:** Su superficie es horizontal y el material de aportación se vierte desde arriba.

**6.12.2. Cordón en ángulo horizontal:** Une un plano horizontal con otro vertical y su dirección es horizontal.

**6.12.3. Cordón horizontal:** Se sitúa en un plano vertical y su dirección es horizontal.

**6.12.4. Cordón vertical:** Su dirección es vertical.

**6.12.5. Cordón de techo en ángulo:** En un plano horizontal pero por su cara inferior.

**6.12.6. Cordón de techo a tope:** Se sitúa en un plano horizontal; pero por su cara inferior igualmente.

### **6.13. DEFORMACIONES Y TENSIONES INTERNAS.**

Durante los procesos de soldadura, existen grandes desprendimientos de calor, que dan lugar a dilataciones de la pieza y a las posteriores contracciones durante el período de enfriamiento, impedida por el resto del material base, lo cual origina la aparición de tensiones internas y deformaciones en las piezas, estas tensiones de tracción son proporcionales a la longitud de soldadura. El estado de tensiones es triaxial; pero lo más importante son las tensiones longitudinales.

Las tensiones triaxiales pueden originar roturas sin deformación, por ello se deben evitar los cruces de tres cordones.

### **6.14. DEFECTOS DE LA SOLDADURA.**

Debido a múltiples causas pueden aparecer defectos en la soldadura, que si son importantes pueden comprometer seriamente la estabilidad de la estructura de la que forman parte, por ello es necesario someter a las soldaduras a una inspección tanto más intensa cuanto más importante es la estructura, que garantice la bondad y correcta ejecución de las mismas. Esta inspección forma parte del control general de la obra y tanto el proyectista, como el director de obra deben prestar la máxima atención.

## **7. BENEFICIARIOS**

Los beneficiarios de este proyecto serán Directos e Indirectos.

### **7.1. BENEFICIARIOS DIRECTOS**

- Estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí.
- Docentes de la Universidad Técnica de Manabí.

- Los docentes que elaboran en las Facultades de Ciencias Zootécnicas y Ciencias Agronómicas de la Universidad Técnica de Manabí.

## **7.2. BENEFICIARIOS INDIRECTOS**

- Universidad Técnica de Manabí
- Autoridades de la Facultad de Ciencias Zootécnicas y Ciencias Agronómicas.
- La comunidad en general.

## **8. METODOLOGÍA**

La modalidad que se utilizó en la presente investigación es bibliográfica que permitió recopilar datos de libros, textos, internet, revistas, boletines, folletos entre otros. Y la modalidad de campo que se utilizó fue a través de la observación, la misma que se llevó a cabo dentro del área donde se realizó el proyecto.

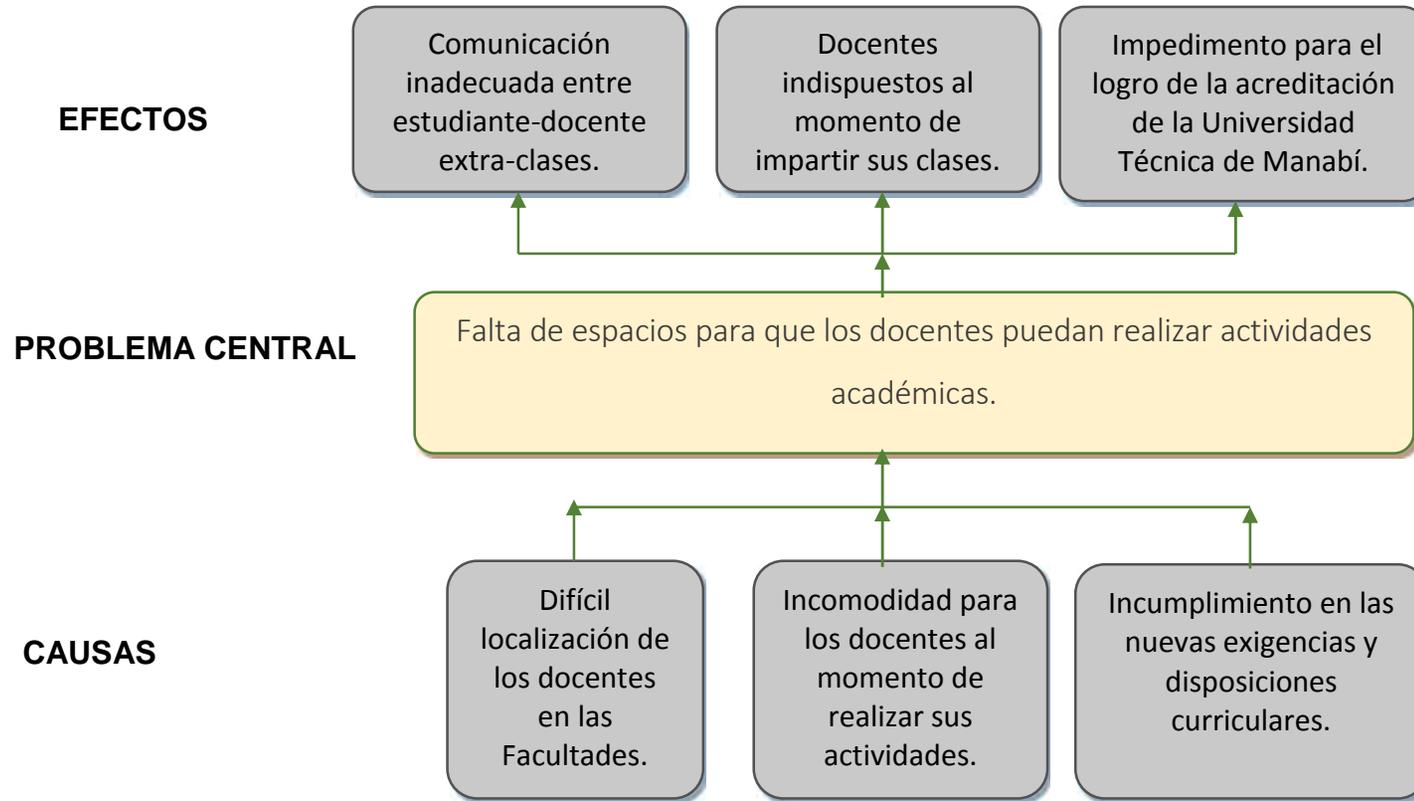
Se utilizó como metodología el enfoque lógico que está compuesto por las siguientes herramientas.

- Matriz de Involucrados
- Árbol de Problemas
- Árbol de Objetivos
- Árbol de Alternativas
- Matriz de Marco Lógico

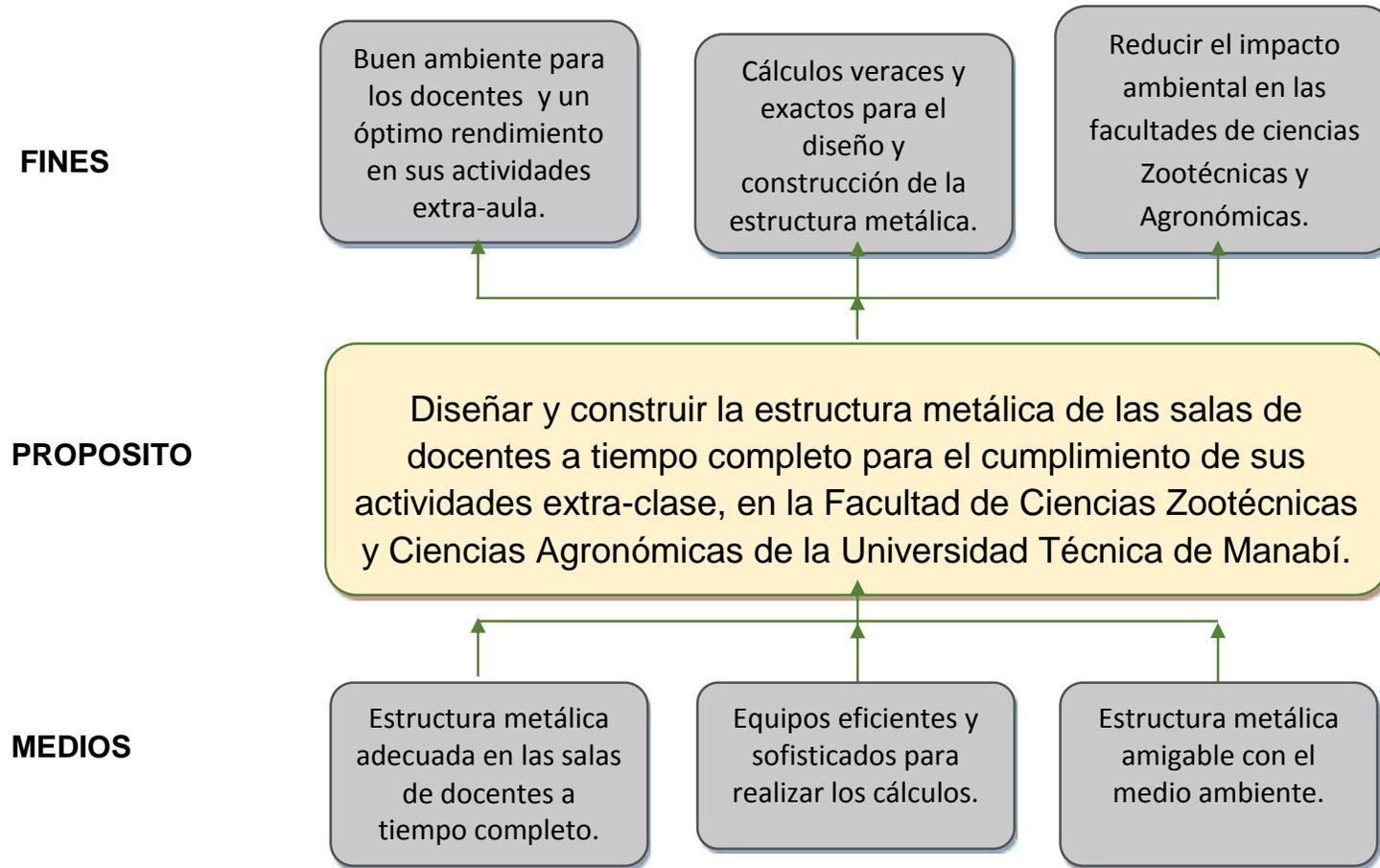
## 8.1. MATRIZ DE INVOLUCRADOS

GRUPOS	INTERESES	PROBLEMAS PERCIBIDOS	RECURSOS Y MANDATOS	INTERESES DEL PROYECTO	CONFLICTOS POTENCIALES
Estudiantes	Mejoramiento de la atención a los estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí	Déficit de espacios para brindar atención personalizada a los estudiantes.	Egresados aportan con conocimientos científicos y con una parte económica en la ejecución del proyecto.	Aportar mediante este proyecto a la obtención de una infraestructura optima que brinde la comodidad requerida.	Estudiantes con dudas e inquietudes no aclaradas.
Docentes	Mejoramiento de la enseñanza – aprendizaje en las Facultades de Ciencias Zootécnicas y Agronómicas.	Falta de Salas para Docentes con estructuras metálicas para cumplir con las actividades extra-aula.	Los Docentes tienen actividades extra-aula que cumplir, además deben brindar atención personalizada a cada estudiante.	Crear un ambiente armónico entre Docente y Estudiante a través del dialogo y atención personalizada.	Docentes sin lugares específicos y especiales para despejar dudas e inquietudes de los estudiantes.
Autoridades	Mejorar los estándares de la educación con miras hacia la acreditación.	Falta de Presupuesto.	Autoridades predispuestas a la aportación en la ejecución del proyecto en las Facultades mencionadas.	Mejorar la infraestructura de las Facultades en mención para alcanzar la acreditación.	Poco interés en la gestión e inversión de proyectos por parte de las autoridades competentes.
Comunidad	Tener lugares específicos para localizar a los docentes.	Falta de conocimiento sobre la existencia de aulas.	Mano de obra calificada y no calificada para la ejecución del proyecto.	Fomentar la interacción con docentes para despejar dudas e inquietudes.	Accesibilidad a las aulas para docentes.

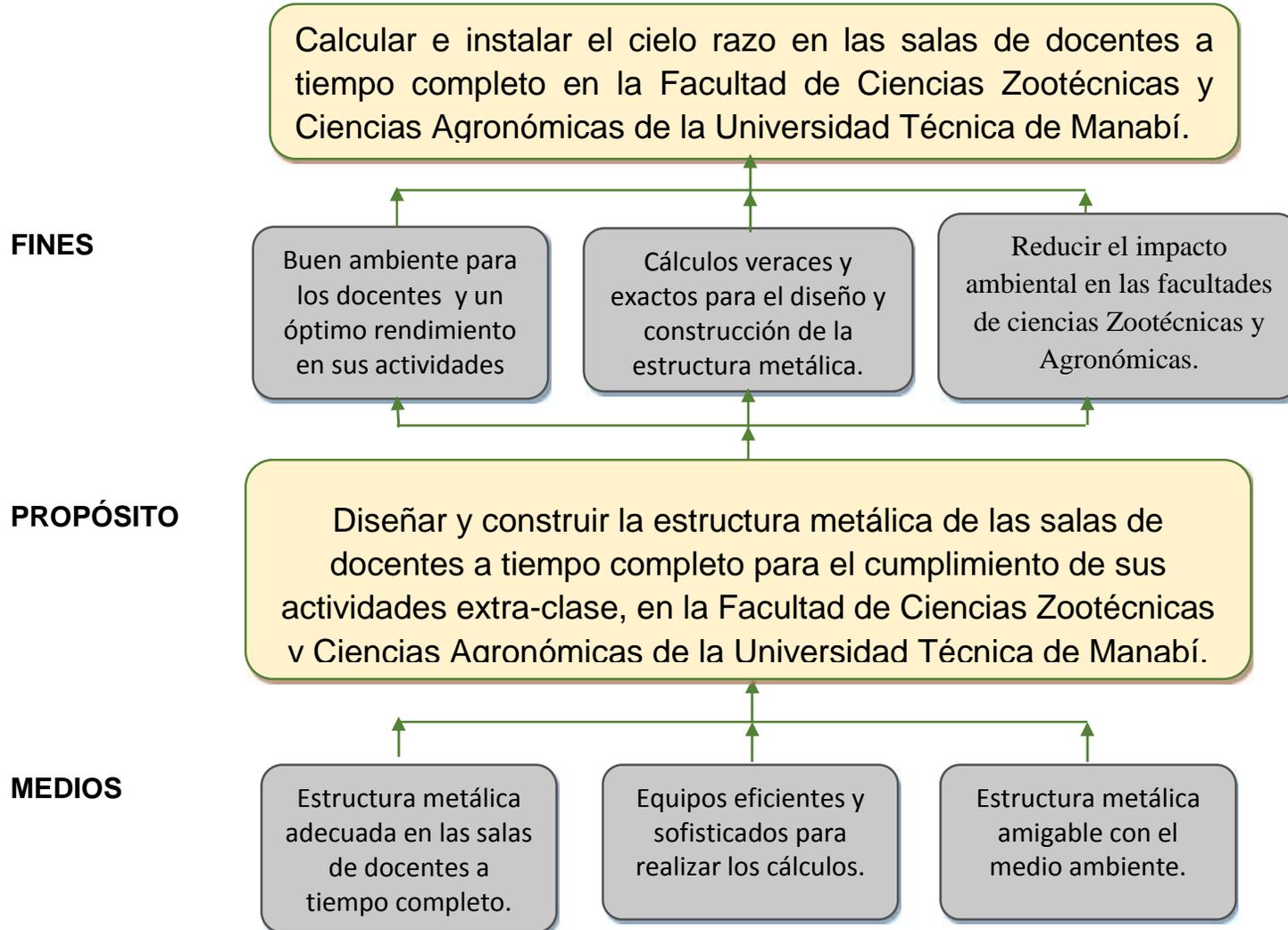
## 8.2. ÁRBOL DE PROBLEMAS



### 8.3. ÁRBOL DE OBJETIVOS



#### 8. 4. ÁRBOL DE ALTERNATIVAS



## 8.5. MATRIZ DE MARCO LÓGICO

	OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
<b>FIN</b>	Mejorar el ambiente para los docentes y un óptimo rendimiento en sus actividades extra-aula.	En julio del 2013 fue construida la estructura metálica para dichas facultades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fichas de Observación</li> <li>Especificaciones técnicas</li> </ul>	Colocación de la base de la estructura metálica.
<b>PROPÓSITO</b>	Diseño y construcción de la estructura metálica de las salas de docentes a tiempo completo en las Facultades de Ciencias Zootécnicas y Ciencias Agronómicas para una atención personalizada de los estudiantes.	A finales de abril del 2013 estuvo listo el cálculo y diseño de las estructuras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fichas de Observación</li> <li>Diseño Arquitectónico de la estructura metálica.</li> </ul>	Colocación de toda la estructura metálica en las salas para docentes de dichas facultades.
<b>RESULTADOS</b>	<p>Diseño de una estructura metálica amigable con el medio ambiente.</p> <p>Disminuir el impacto ambiental generado.</p> <p>Emplear equipos eficientes y sofisticados para el respectivo cálculo y construcción de la estructura metálica.</p>	<p>Para marzo fue calculado y diseñado las estructuras metálicas</p> <p>En junio se realizó la selección de materiales que minimicen el costo de inversión.</p> <p>En junio se empezaron las construcciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observación</li> <li>Análisis</li> <li>Verificación</li> <li>Comparación</li> </ul>	Cumpliendo en el tiempo establecido el cálculo y la ejecución del proyecto.
<b>ACTIVIDADES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño y Calculo de la estructura metálica en las salas para docentes.</li> <li>Compra y traslado de los equipos y materiales empleados.</li> <li>Construcción de la estructura metálica.</li> <li>Colocación de la estructura metálica en las salas para docentes en las facultades en mención.</li> </ul>	<p>\$1000.00</p> <p>\$ 9162.38</p> <p>\$ 3000.00</p> <p>\$ 3000.00</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Facturas</li> <li>Documentos</li> <li>Fotos</li> <li>Informes</li> <li>Planos</li> <li>Diseños arquitectónicos</li> </ul>	Ayuda de Autoridades competentes y Docentes para ejecutar el proyecto

## **9. RECURSOS UTILIZADOS**

### **9.1. HUMANOS**

- Docentes de la facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas.
- Director de Trabajo de Titulación
- Miembros del Tribunal de Revisión y Evaluación de Proyectos
- Egresados de la carrera de Ingeniería Mecánica.
- Compañía proveedora.
- Docentes y autoridades de las Facultades de Ciencias Zootécnicas y Ciencias Agronómicas.

### **9.2. TECNOLÓGICOS**

Entre los recursos tecnológicos usados en la realización y ejecución del proyecto están los siguientes:

- Computadoras
- Internet
- Programa INVENTOR
- Celulares
- Cámara Fotográfica
- Impresora

- Flash Memory
- Calculadora

### **9.3. MATERIALES**

- Hoja A 4
- CDs
- Perfil U
- Perfil G
- Sierra
- Martillos

### **9.4. FINANCIEROS**

Las obras ejecutadas fueron financiadas por la, Universidad Técnica de Manabí (Facultad de Ciencias Agronómicas) y por medio de autogestión (Facultad de Ciencias Zootécnicas y egresados de la carrera de Ingeniería Mecánica).

La financiación del proyecto está garantizada por la, Universidad Técnica de Manabí, mientras que, los estudios del proyecto por la escuela de ingeniería mecánica de la misma Institución, el monto que debe cubrir la estructura metálica asciende a la cantidad de \$ 16162.38 USD, ( dieciséis mil ciento sesenta y dos con 38/100 dólares americanos).

## **10. EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

### **10.1. EVALUACIÓN DE DISEÑO DE ESTRUCTURA**

A continuación se presenta el cálculo de las estructuras, los cuales serán sometidos o monitoreados por el software INVENTOR, el mismo que nos ayudó en cuanto a la comprobación y verificación de dichas estructuras.

#### **10.1.1. DIMENSIONES**

Cerchas a dos aguas tipo personalizado

Luz de 10 m

Separación entre cerchas 4 m

Material de la cercha: perfiles laminados de acero estructural

Tipo de cubierta Dipanel.

Peralte 1200 mm

Longitud de cuerda superior 5142 mm

### **10.2. DISTRIBUCIÓN DEL TECHO**

Según las especificaciones del catálogo de Dipac de techos se escoge el techo Dipanel de la página 35 del catálogo de Dipac de espesor 0,45 cm y separación entre correas de 1,60 m.

### **10.3. SEPARACIÓN DE ARMADURAS EN FUNCIÓN DE LA LUZ**

Basándose en la medida de la luz 10 m la separación entre armaduras oscila entre 3 y 4,50 m; se usará 4 m.

#### **10.3.1. EVALUACIÓN DE LA SEPARACIÓN DE ARMADURAS**

Al conformar la estructura con el diseño otorgado se procedió a realizar los cálculos y respectivamente una simulación de carga por gravedad para analizar la flexión máxima y desplazamiento máximo de los elementos conformantes.

Al constituir el diseño una estructura de diseño sencillo se puede señalar que se concentran los esfuerzos con mayor intensidad en los elementos principales del diseño ya sea la longitud de la cuerda superior o en la viga que entrelaza estas dos cuerdas.

Incluso en el diseño proyectado se reforzó las columnas, las cuerdas superiores y la columna del peralte con un conjunto de dos perfiles soldados.

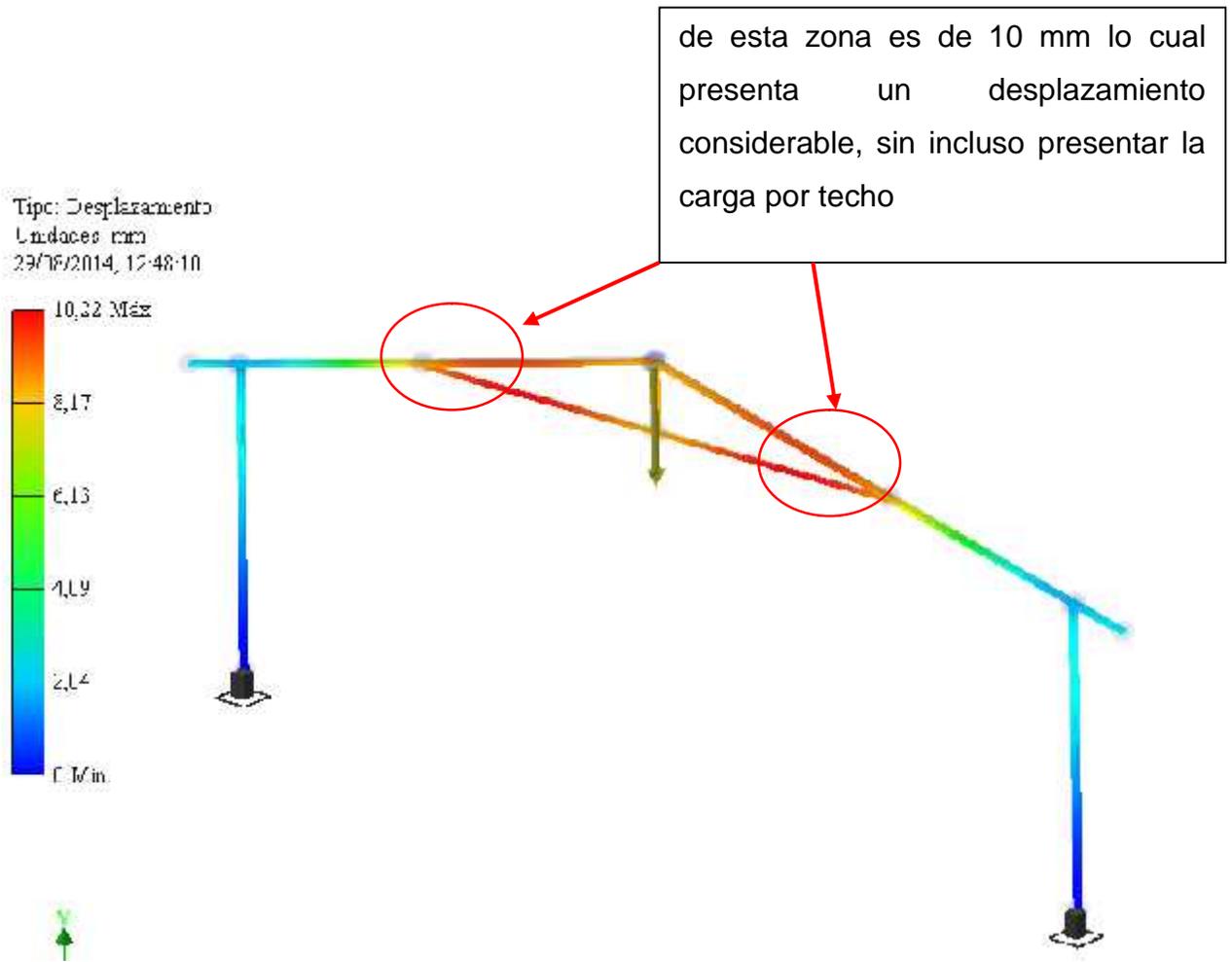


Figura N° 9. Puntos de Fatiga  
**Fuente:** Software Inventor

Los dos modelos de elaboraron utilizando perfiles UPN 60 los cual puede ser sustituido por correas en G de características similares.

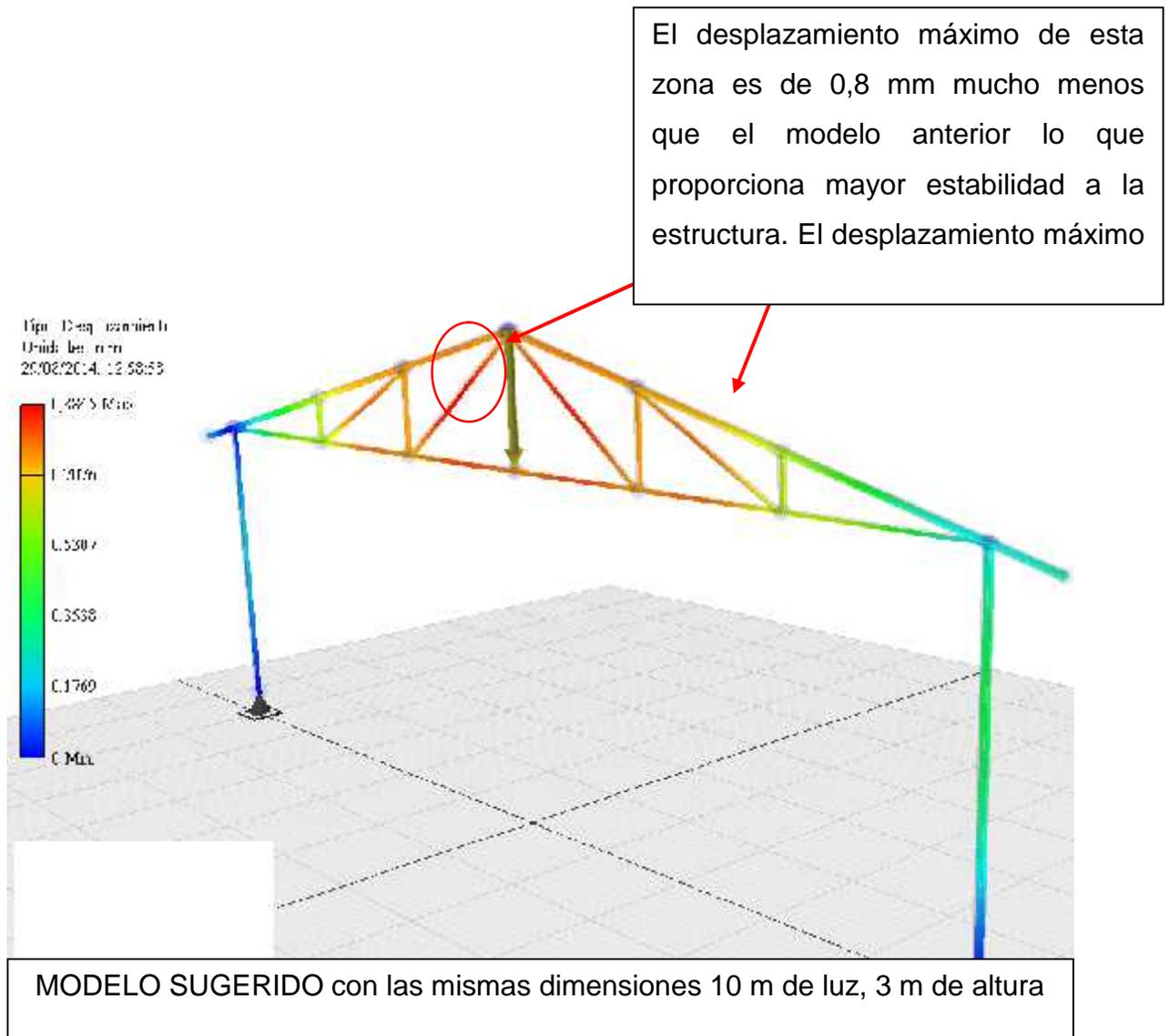


Figura N° 10. Desplazamientos Máximos

**Fuente:** Software Inventor

Si posteriormente se decide construir una de los dos modelos se procederá al diseño completo de la estructura.

## PLANO DE DISEÑO DE LA CERCHA

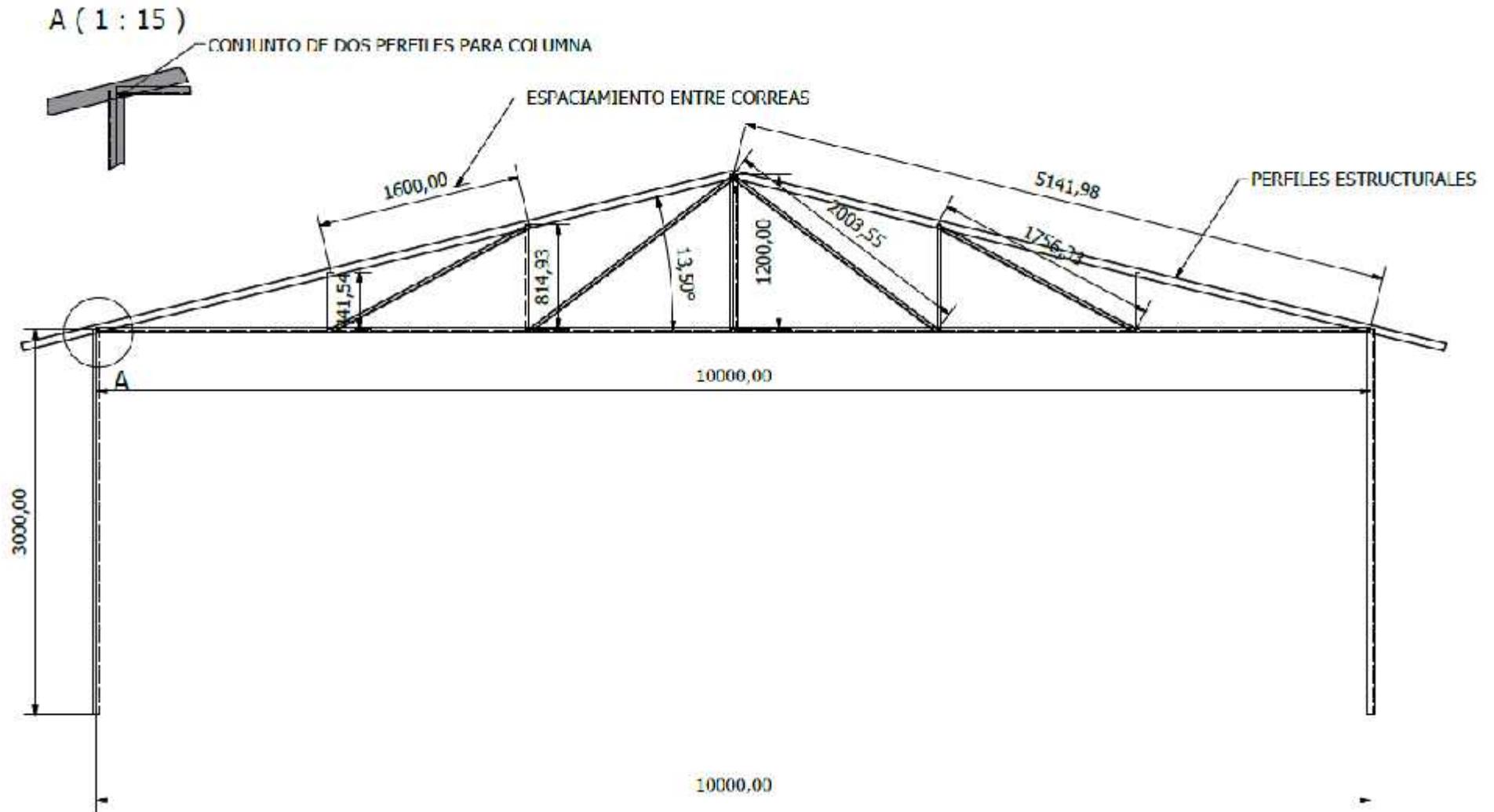


Figura N° 11. Plano del diseño de la Cercha  
Fuente: Software Inventor

## PLANO DE DISEÑO DE LA CERCHA

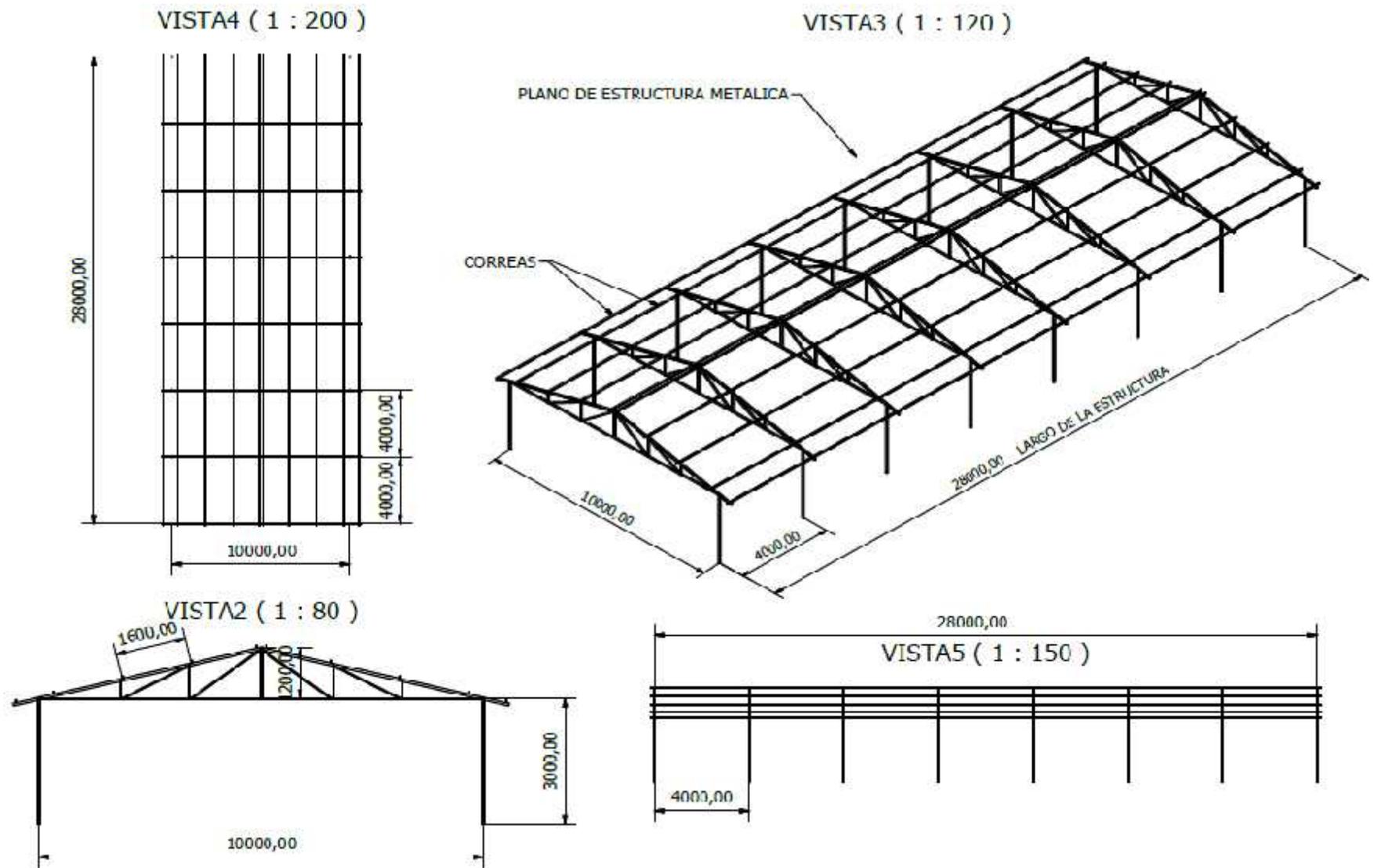


Figura N° 12. Plano del diseño de la Cercha

Fuente: Software Inventor

#### **10.4. PESO PROMEDIO DE LA CUBIERTA DE DIPANEL:**

Dipanel de la página 35 del catálogo de Dipac de espesor 0,45 cm y separación entre correas de 1,60 m.

Área a cubrir x peso del Dipanel por metro cuadrado = peso de la cubierta de Dipanel

$$287,95 \text{ m}^2 \times 4,31 \text{ kg/m}^2 = 1241,07 \text{ kg}$$

#### **10.5. PESO PROMEDIO DE LAS CORREAS:**

Peso por correa si la correa seleccionada es un perfil UPN (65) de 6 m del catálogo de dipac, con un peso de 42,54 kg por perfil.

Número promedio de correas = 47 correas.

Peso promedio de correas = número de correas a utilizar x peso por correa

$$47 \text{ correas} \times 42,54 \text{ kg por correa} = 1999,38 \text{ kg}$$

#### **10.6. CARGA VIVA**

Según la tabla la carga viva en función del ángulo de inclinación (13,50°) es de 35 kg/m<sup>2</sup>.

$$287,95 \text{ m}^2 \times 35 \text{ kg/m}^2 = 10078,25 \text{ kg}$$

## 10.7. PESO PROPIO DE LA ESTRUCTURA

Peso propio de la estructura: (Suponiendo un 10 % de carga muerta más viva)

$$P_p = 0,1 (1241,07 \text{ kg} + 1999,38 \text{ kg} + 10078,25 \text{ kg}) = 1331,87 \text{ kg} \text{ o } 4,62 \text{ kg/m}^2$$

Por lo tanto la carga muerta total de diseño será:

$$CM = (1241,07 \text{ kg} + 1999,38 \text{ kg} + 1331,87 \text{ kg}) = 4572,32 \text{ kg} \text{ o } 15,88 \text{ kg/m}^2$$

## 10.8. CARGA VERTICAL

La carga P correspondiente en los nudos cargados será:

$$P = (q \times A_t) / (n-1); \text{ Donde:}$$

$$1,2 D + 1,6L = 1,2 (15,88 \text{ kg/m}^2) + 1,6 (35 \text{ kg/m}^2) = 75,05 \text{ kg/m}^2$$

$$q = \text{Carga Distribuida} = 75,05 \text{ kg/m}^2$$

$$A_t = \text{Área Distribuida sobre la armadura} = (10 \times 4) \text{ m}^2 = 40 \text{ m}^2$$

**n** = Número de nudos sobre la cuerda superior (donde llegan las correas) la carga P vertical será:

$$P = (75,05 \text{ kg/m}^2 \times 40 \text{ m}^2) / (8 - 1) = 428,85 \text{ kg}$$

$$P = 428,85 \text{ kg.}$$

En los nudos de los extremos la carga vertical será igual a  $P/2 = 214,42 \text{ kg}$

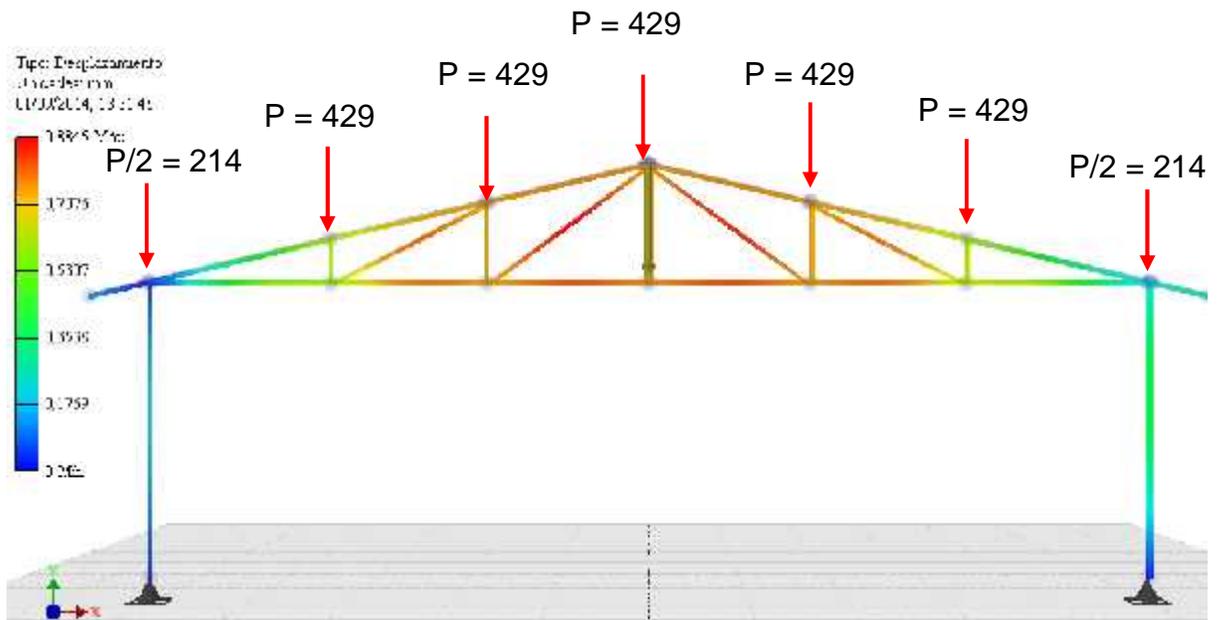


Figura N° 13. Nudos de los extremos en la carga vertical  
**Fuente:** Software Inventor

El análisis ejecutado en el software expresa un equilibrio de fuerza y momentos dentro de la estructura considerándola a partir de resultados como un conjunto estable.

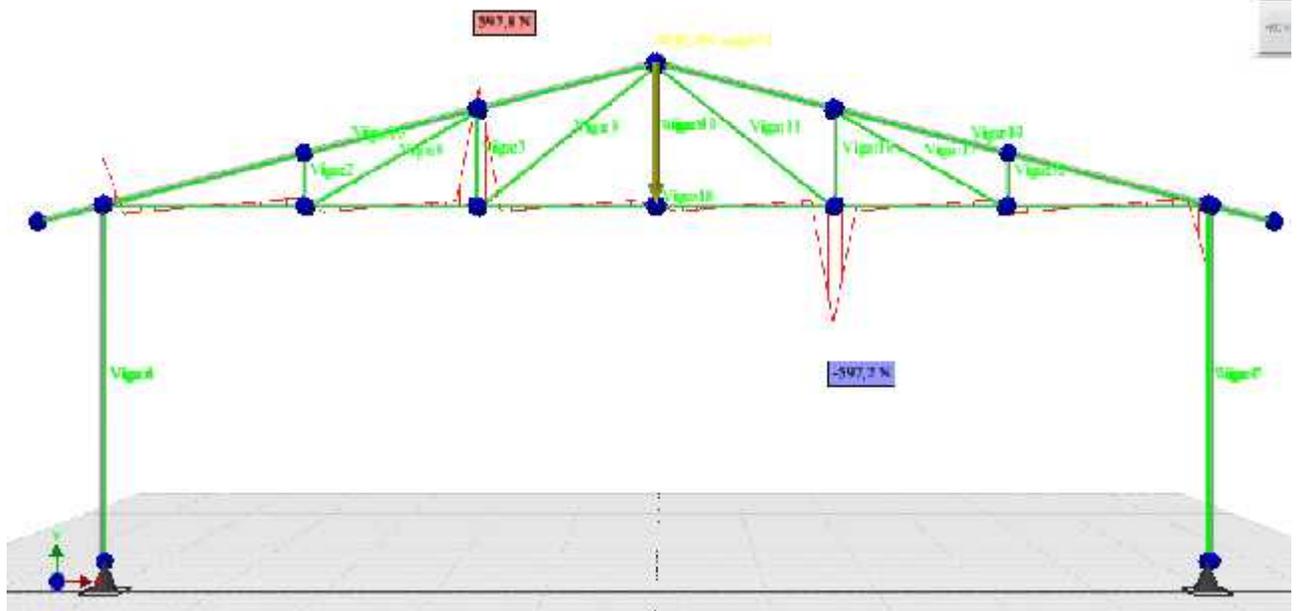


Figura N° 14. Equilibrio de Fuerza  
**Fuente:** Software Inventor

## 10.9. INFORME DE ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

Tabla 2. Análisis de la Estructura

<b>Archivo analizado:</b>	<b>Estructura Principal. iam</b>
<b>Versión:</b>	2013 (Build 170138000, 138)
<b>Fecha de creación:</b>	02/09/2014, 5:05
<b>Autor de la simulación:</b>	TESIS
<b>Resumen:</b>	

Fuente: Software Inventor

### 10.9.1. INFORMACIÓN DE PROYECTO

#### Resumen

Tabla 3. Resumen del Proyecto

<b>Nº de pieza</b>	<b>Estructura Principal</b>
<b>Diseñador</b>	TESIS
<b>Fecha de creación</b>	28/08/2014

Fuente: Software Inventor

#### Propiedades físicas

Tabla 4. Propiedades Físicas

<b>Masa</b>	<b>3769,205 kg</b>
<b>Área</b>	1620059,255 mm <sup>2</sup>
<b>Volumen</b>	479689,142 mm <sup>3</sup>
<b>Centro de gravedad</b>	x=1,353 mm y=3207,542 mm z=14000,000 mm

Fuente: Software Inventor

## 10.10. SIMULACIÓN

### 10.10.1. Objetivo general y configuración:

Tipo de simulación	Análisis estático
Fecha de la última modificación	02/09/2014, 4:39

### 10.10.2. MATERIAL(ES)

Tabla 5. Materiales

Nombre	Acero, suave	
General	Densidad de masa	7,860 g/cm <sup>3</sup>
	Límite de elasticidad	207,000 MPa
	Resistencia máxima a tracción	345,000 MPa
Tensión	Módulo de Young	220,000 GPa
	Coefficiente de Poisson	0,275 su
Tensión térmica	Coefficiente de expansión	0,0000120 su/c
	Conductividad térmica	56,000 W/( m K )
	Calor específico	0,460 J/( kg K )
Nombre(s) de pieza	DIN U 60 00000001.ipt	

Fuente: Software Inventor

### 10.10.3. SECCIÓN O SECCIONES TRANSVERSALES

Tabla 6. Secciones Transversales

<b>Propiedades de geometría</b>	<b>Área de sección (a)</b>	<b>646,076 mm<sup>2</sup></b>
	Anchura de sección	30,000 mm
	Altura de sección	60,000 mm
	Centroide de sección (x)	9,087 mm
	Centroide de sección (y)	30,000 mm
<b>Propiedades mecánicas</b>	Momento de inercia (Ix)	315927,475 mm <sup>4</sup>
	Momento de inercia (Iy)	45106,630 mm <sup>4</sup>
	Módulo de rigidez de torsión (J)	8723,707 mm <sup>4</sup>
	Módulo de sección (Wx)	10530,916 mm <sup>3</sup>
	Módulo de sección (Wy)	2156,836 mm <sup>3</sup>
	Módulo de sección de torsión (Wz)	952,411 mm <sup>3</sup>
	Área de esfuerzo cortante reducida (Ax)	253,006 mm <sup>2</sup>
	Área de esfuerzo cortante reducida (Ay)	289,580 mm <sup>2</sup>

Fuente: Software Inventor

### 10.11. MODELO DE VIGA

Tabla 7. Modelo de Viga

Nodos	916
Vigas	162
- Canales	162

Fuente: Software Inventor

## 10.12. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

### 10.12.1. GRAVEDAD

Tabla 8. Gravedad utilizada

Tipo de carga	Gravedad
Magnitud	9810,000 mm/s <sup>2</sup>
Dirección	Y-

Fuente: Software Inventor

Restricción fija: 1

## 10.13. RESULTADOS

### 10.13.1. FUERZA Y PARES DE REACCIÓN EN RESTRICCIONES

Tabla 9. Fuerza y pares de reacción en restricciones

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componentes (Fx,Fy,Fz)	Magnitud	Componentes (Mx,My,Mz)
Restricción fija:16	1730,053 N	3,876 N	13981,645 N mm	13083,272 N mm
		1730,004 N		-18,458 N mm
		12,421 N		-4930,926 N mm
Restricción fija:15	2387,628 N	3,529 N	5531,691 N mm	-3074,437 N mm
		2387,624 N		4,486 N mm
		-2,864 N		-4598,633 N mm
Restricción fija:7	2529,720 N	-3,282 N	42259,192 N mm	-3432,357 N mm
		2529,715 N		60,239 N mm
		-3,237 N		42119,527 N mm

<b>Restricción fija:14</b>	2255,111 N	3,531 N	4595,375 N mm	620,676 N mm
		2255,108 N		-1,311 N mm
		0,639 N		-4553,266 N mm
<b>Restricción fija:6</b>	2398,889 N	-3,376 N	39352,788 N mm	1000,726 N mm
		2398,886 N		-17,093 N mm
		0,852 N		39340,058 N mm
<b>Restricción fija:13</b>	2283,702 N	3,483 N	4504,758 N mm	-321,488 N mm
		2283,700 N		0,038 N mm
		-0,252 N		-4493,271 N mm
<b>Restricción fija:5</b>	2427,181 N	-3,432 N	40101,339 N mm	-119,234 N mm
		2427,178 N		2,636 N mm
		-0,175 N		40101,162 N mm
<b>Restricción fija:12</b>	2283,685 N	3,467 N	4469,803 N mm	96,625 N mm
		2283,683 N		-0,647 N mm
		0,145 N		-4468,758 N mm
<b>Restricción fija:4</b>	2427,183 N	-3,463 N	40157,404 N mm	379,657 N mm
		2427,181 N		-6,103 N mm
		0,286 N		40155,609 N mm
<b>Restricción fija:11</b>	2255,079 N	3,471 N	4541,528 N mm	-842,992 N mm
		2255,077 N		0,686 N mm
		-0,743 N		-4462,604 N mm
<b>Restricción fija:3</b>	2398,974 N	-3,494 N	39547,264 N mm	-741,381 N mm
		2398,972 N		13,638 N mm
		-0,742 N		39540,312 N mm
<b>Restricción fija:9</b>	2387,531 N	3,379 N	5225,385 N mm	2861,768 N mm
		2387,527 N		-5,153 N mm
		2,769 N		-4372,059 N mm

<b>Restricción fija:2</b>	2529,716 N	-3,572 N	42779,428 N mm	3669,872 N mm
		2529,711 N		-63,415 N mm
		3,327 N		42621,678 N mm
<b>Restricción fija:10</b>	1729,370 N	3,541 N	14000,365 N mm	-13282,442 N mm
		1729,321 N		17,782 N mm
		-12,504 N		-4425,681 N mm
<b>Restricción fija:1</b>	1875,925 N	-3,324 N	32257,594 N mm	-15648,357 N mm
		1875,867 N		276,106 N mm
		-14,431 N		28206,472 N mm
<b>Restricción fija:8</b>	1875,183 N	-4,333 N	43064,300 N mm	15177,026 N mm
		1875,122 N		311,950 N mm
		14,508 N		-40300,056 N mm

Fuente: Software Inventor

## 10.14. RESUMEN DE RESULTADOS ESTÁTICOS

Tabla 10. Resultados Estáticos

<b>Nombre</b>		<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Desplazamiento</b>		<b>0,000 mm</b>	<b>2,530 mm</b>
<b>Fuerzas</b>	Fx	-6775,233 N	6148,771 N
	Fy	-2106,926 N	2108,423 N
	Fz	-6250,132 N	3339,913 N
<b>Momentos</b>	Mx	-87527,997 N mm	87366,203 N mm
	My	-13026,218 N mm	45867,203 N mm
	Mz	-1658,548 N mm	1652,922 N mm
<b>Tensiones normales</b>	Smax	-4,882 MPa	26,177 MPa
	Smin	-13,934 MPa	9,153 MPa
	Smax(Mx)	0,000 MPa	8,312 MPa
	Smin(Mx)	-8,312 MPa	-0,000 MPa
	Smax(My)	0,000 MPa	21,266 MPa
	Smin(My)	-9,240 MPa	-0,000 MPa
	Saxial	-5,170 MPa	9,674 MPa
<b>Tensión de corte</b>	Tx	-24,303 MPa	26,779 MPa
	Ty	-7,281 MPa	7,276 MPa
<b>Tensiones de torsión</b>	T	-1,736 MPa	1,741 MPa

Fuente: Software Inventor

## 10.15. RESULTADOS DE SIMULACIÓN

### 10.15.1. DESPLAZAMIENTO

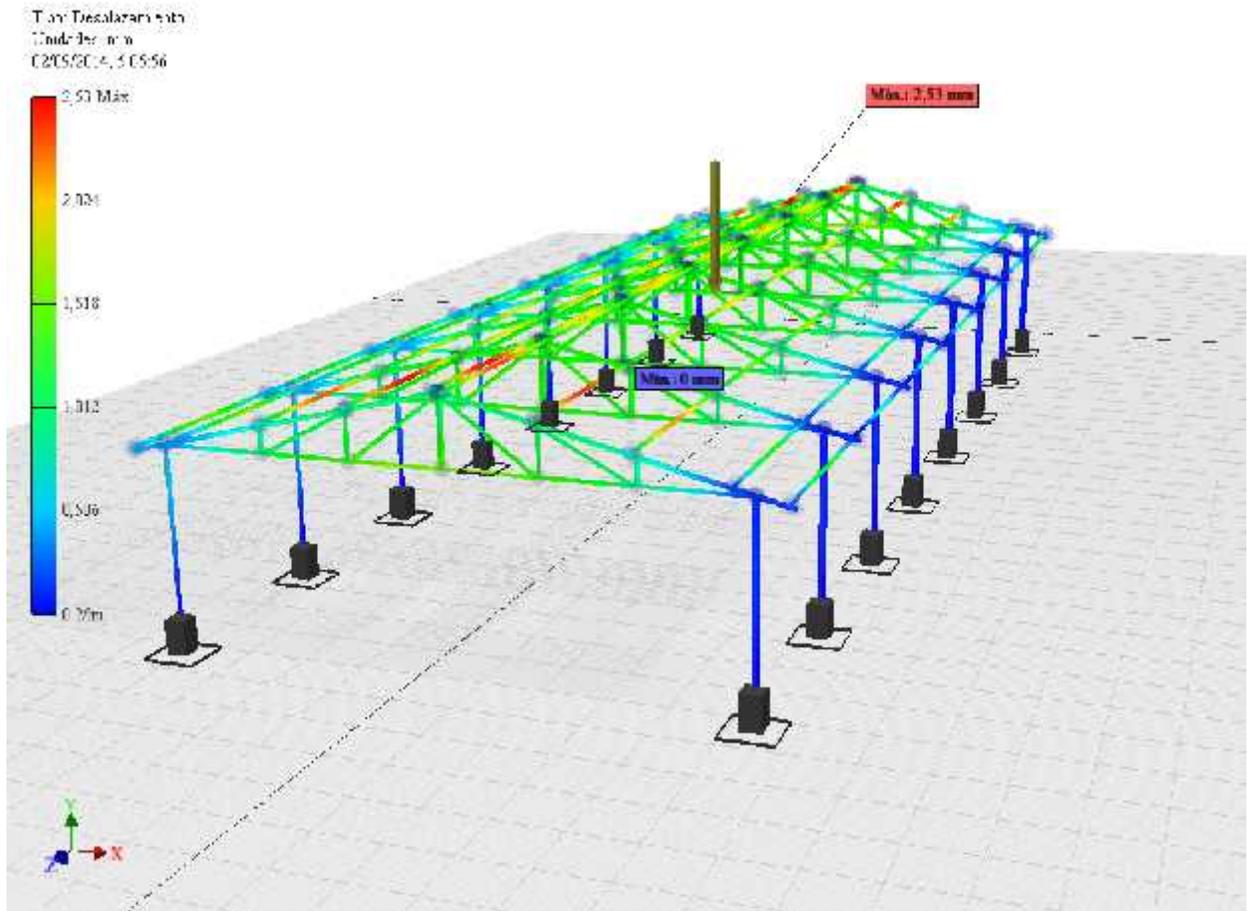


Figura N° 15. Simulación de Desplazamiento 1

**Fuente:** Software Inventor

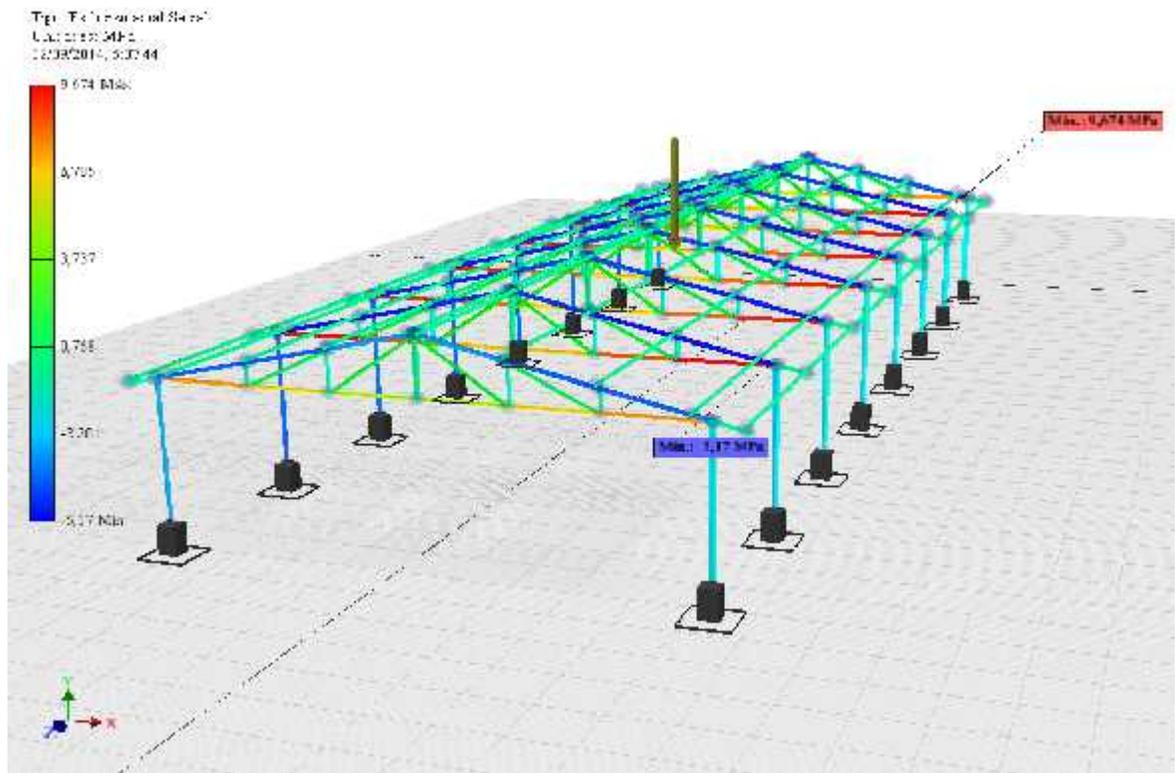


Figura N° 16. Simulación de Desplazamiento 2  
Fuente: Software Inventor

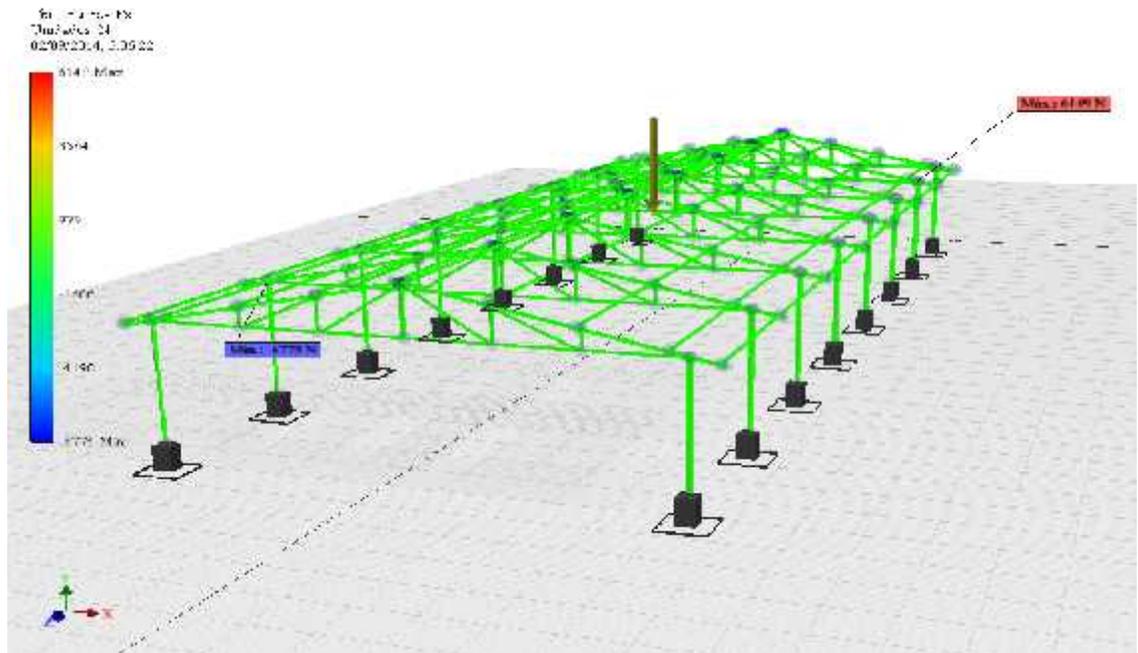


Figura N° 17. Simulación de Desplazamiento 3  
Fuente: Software Inventor

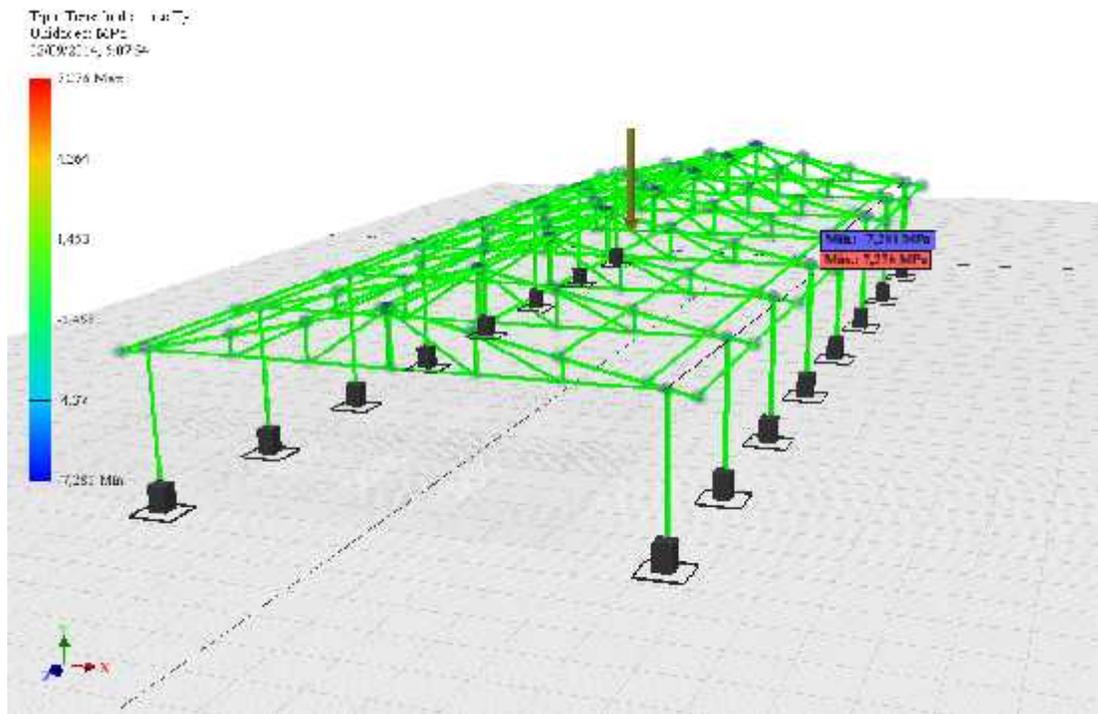


Figura N° 18. Simulación de Desplazamiento 4  
**Fuente:** Software Inventor

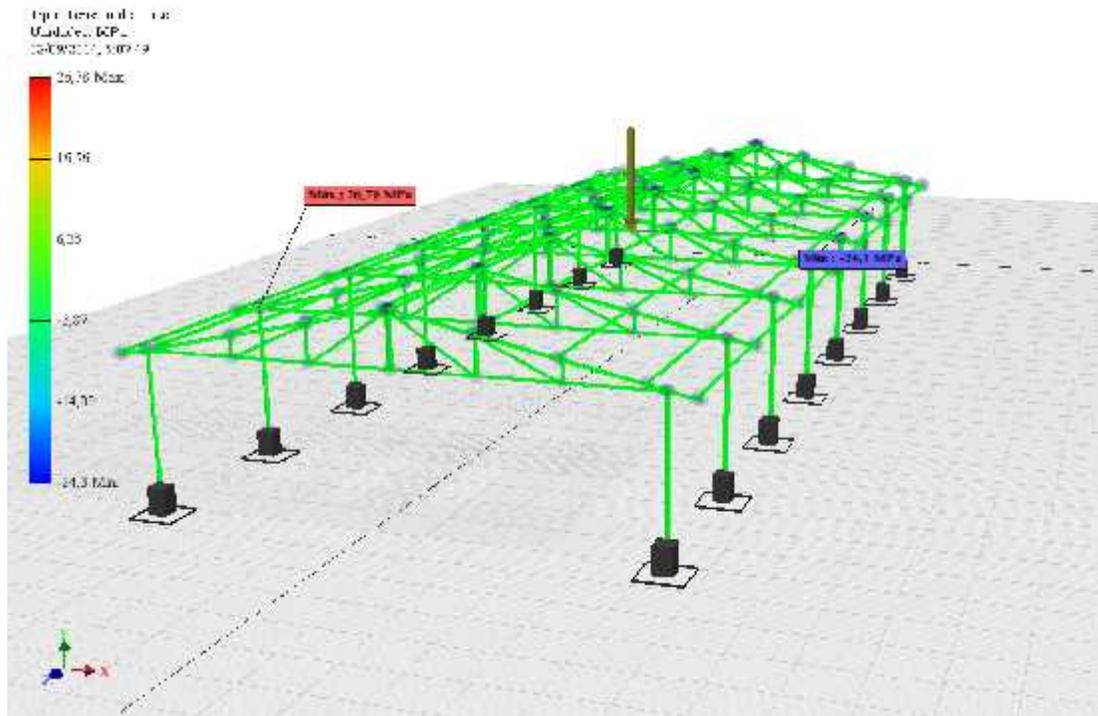


Figura N° 19. Simulación de Desplazamiento 5  
**Fuente:** Software Inventor

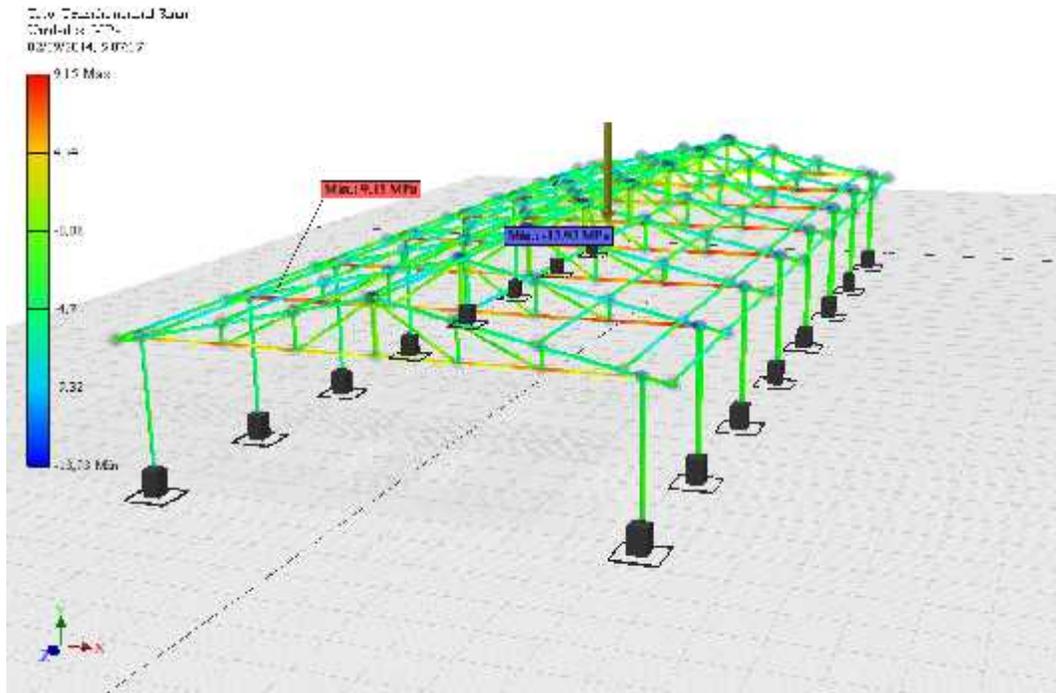


Figura N° 20. Simulación de Desplazamiento 6  
Fuente: Software Inventor

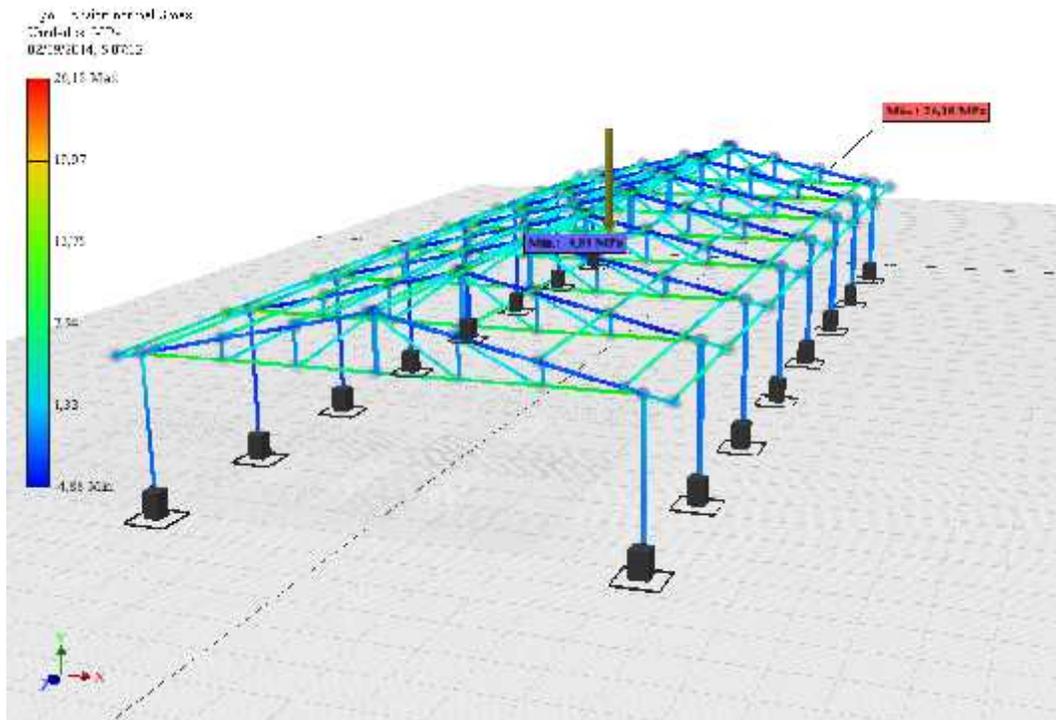


Figura N° 21. Simulación de Desplazamiento 7  
Fuente: Software Inventor

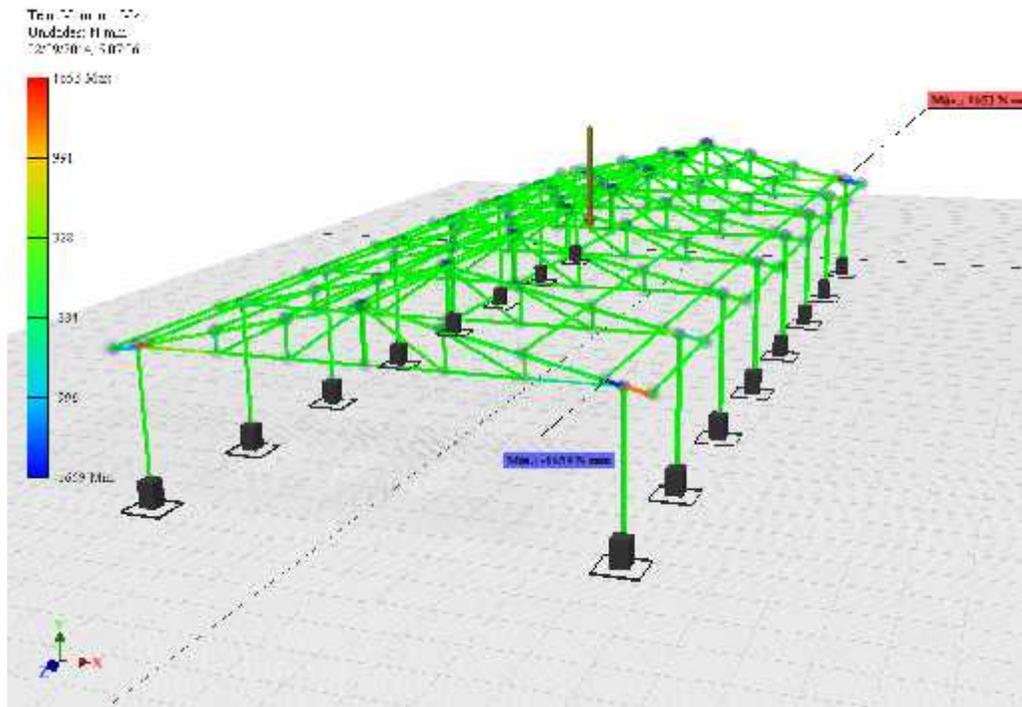


Figura N° 22. Simulación de Desplazamiento 8  
Fuente: Software Inventor

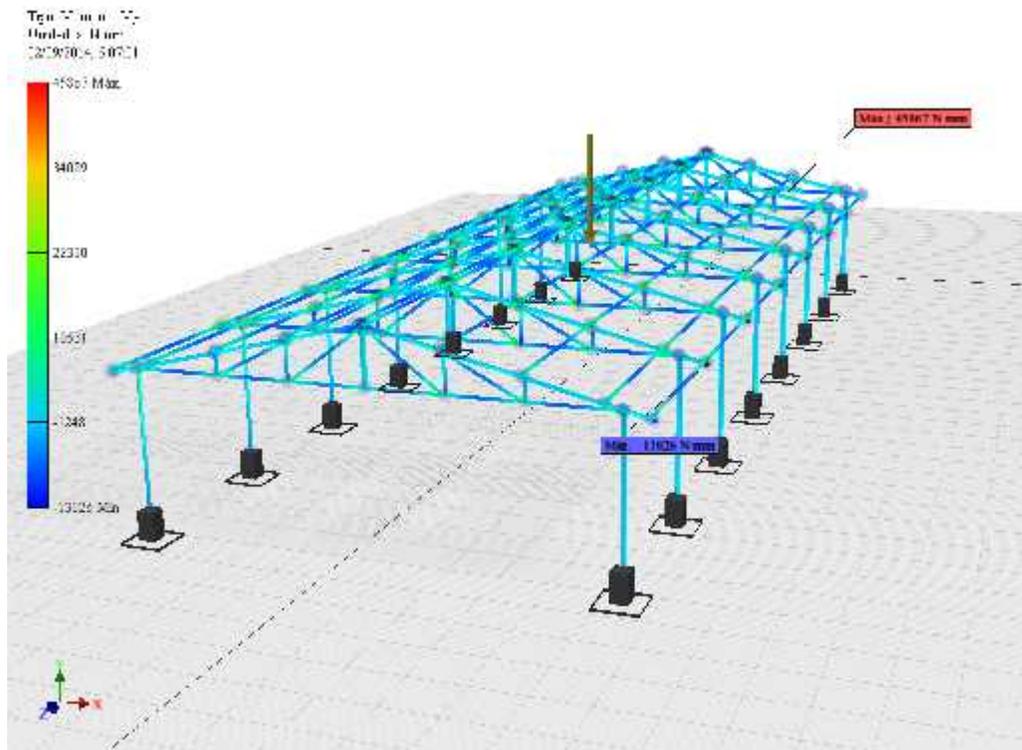


Figura N° 23. Simulación de Desplazamiento 9  
Fuente: Software Inventor

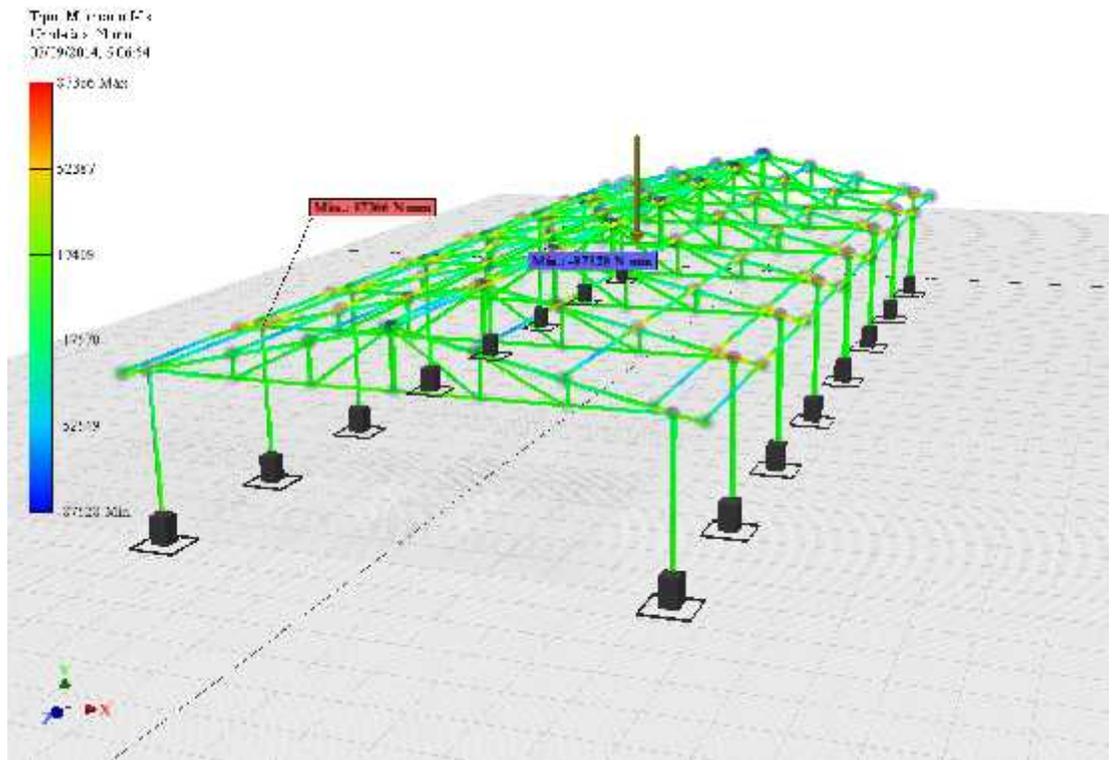


Figura N° 24. Simulación de Desplazamiento 10  
**Fuente:** Software Inventor

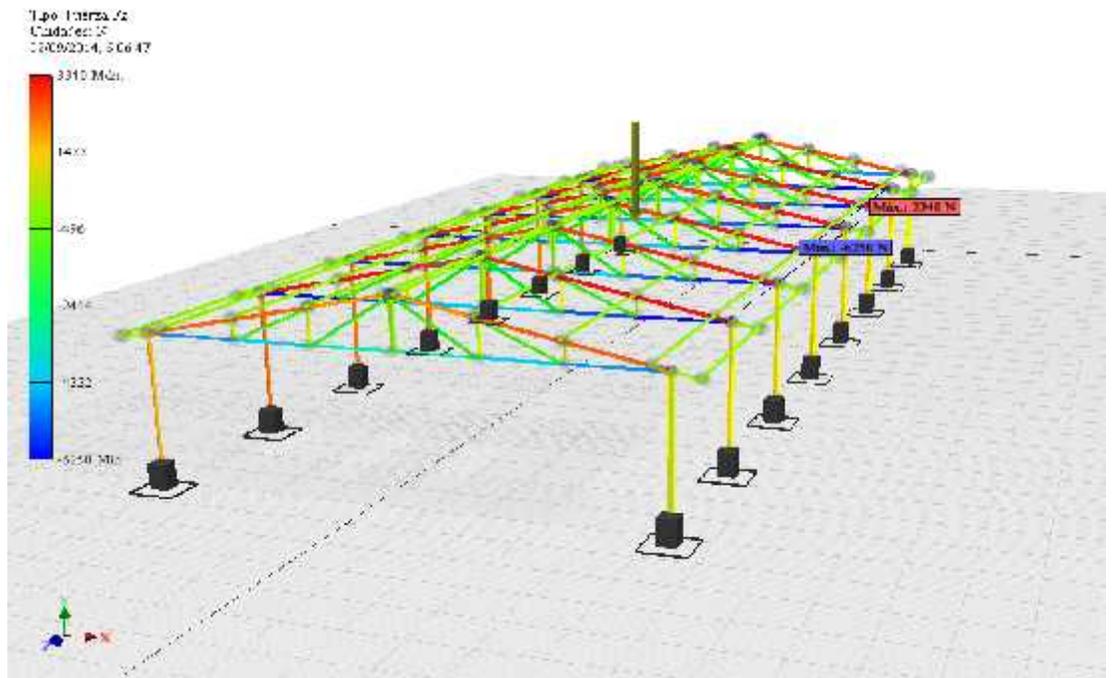


Figura N° 25. Simulación de Desplazamiento 11  
**Fuente:** Software Inventor

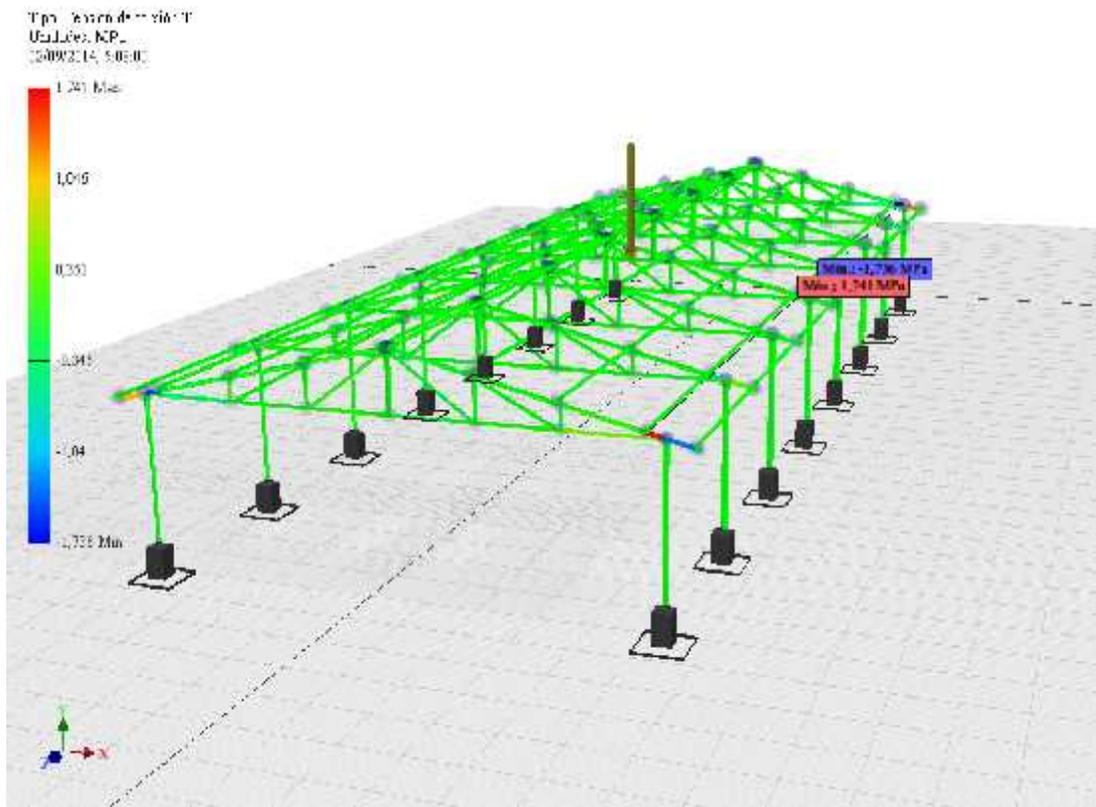


Figura N° 26. Simulación de Desplazamiento 12  
**Fuente:** Software Inventor

## ESTRUCTURA COMPLETA Y DEFINITIVA

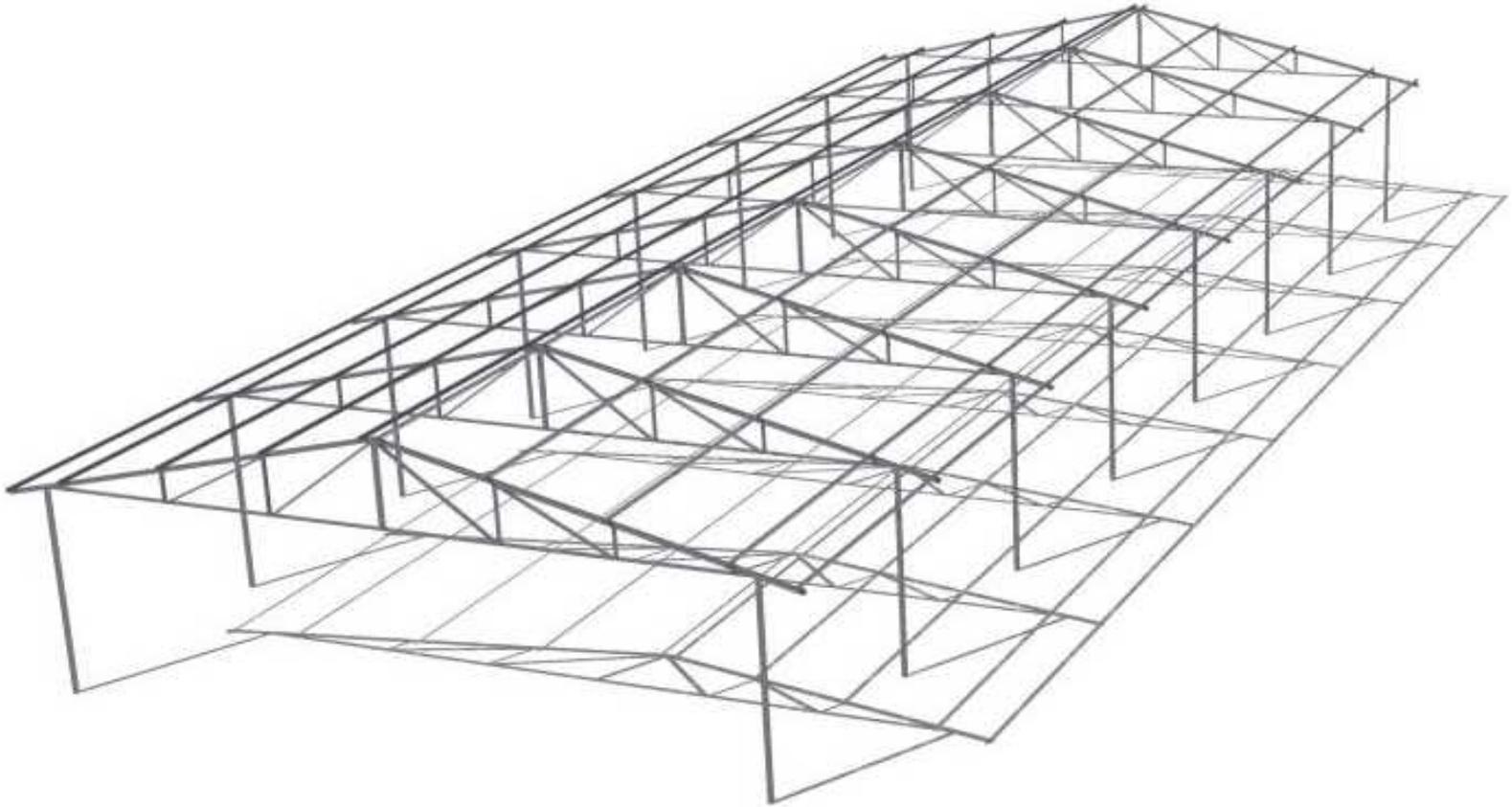


Figura N° 27. Estructura Completa y Definitiva  
**Fuente:** Software Inventor

## **11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **11.1. CONCLUSIONES**

Se calculó la estructura para determinar el tipo de material y el tipo de estructura a utilizar, y a través del software INVENTOR se pudo comprobar los puntos de fatiga y desplazamientos máximos, logrando minimizar los puntos mencionados, para así obtener una mayor eficiencia en las estructuras.

### **11.2. RECOMENDACIONES**

La estructura debe ser pintada con pintura anticorrosiva una vez cada dos años para maximizar la vida útil de las estructuras.

## **12. SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD**

### **12.1. SUSTENTABILIDAD**

El presente proyecto denominado “Diseñar y construir la estructura metálica de las salas de docentes a tiempo completo para el cumplimiento de sus actividades extra-clase, en la Facultad de Ciencias Zootécnicas y Ciencias Agronómicas de la Universidad Técnica de Manabí.”, es sustentable primordialmente porque el hecho de ser estructuras metálicas, da al proyecto una larga vida útil.

## 12.2. SOSTENIBILIDAD

Es sostenible porque minimiza los costos de inversión en el mantenimiento de las estructuras ya que será una sola vez cada dos años.

## 13. PRESUPUESTO

El presupuesto de este proyecto se destinó a las siguientes actividades:

<b>RUBRO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTOS UNITARIO \$</b>	<b>COSTOS TOTAL \$</b>
Diseño y Calculo de las estructuras metálicas	1	1000.00	1000.00
Compra y traslado de equipos y materiales	2	4581.19	9162.38
Construcción de las estructuras metálicas	2	1500.00	3000.00
Colocación de las estructuras metálicas	2	1500.00	3000.00
		<b>TOTAL</b>	<b>16162.38</b>



## 15. BIBLIOGRAFÍA

1. Catálogo de Dipac de Techos.
2. Catálogo de Dipac de Espesor
3. <http://www.construmatica.com/construpedia/Cubiertas>
4. <http://www.distritec.es/cubiertas.html>
5. <http://www.hierrotodo.com/p07.php>
6. Adesco (2012). Manual de Cubiertas: Mejores Materiales, Mejores Obras.
7. <http://www.ferrosvel.com/#!perfiles/c1701>

# ANEXOS

# FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS



# FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



