

**UNIVERSIDAD DEL BÍO – BÍO.**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Departamento de Ingeniería Mecánica**



**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
EJECUCIÓN MECÁNICA.**

**“Diseño dinámico y estructural de una medialuna cubierta para training”**

Alumnos: Diego Aravena Arratia.

Herman Vásquez Parra.

Profesor Guía: Osvaldo Amigo Riquelme

Concepción, 2015

## Resumen.

El rodeo chileno como deporte nacional tiene una gran convocatoria a lo largo del país, sin embargo al ser un deporte que se realiza en grandes escenarios ha tenido algunos problemas a lo largo de los años, siendo el más importante la condición climática y la falta de entrenamiento continuo. Por lo cual se necesita de dependencias estructuralmente de calidad para que se pueda desarrollar de forma plena y continua durante el año.

Es por esto que la solución a este problema, es realizar un pre diseño de una medialuna con la implementación de un sistema mecánico cubierta, que simule las condiciones reales del rodeo.

El objetivo principal es la implementación de un sistema mecánico, que permita la simulación de una carrera de rodeo. Para esto se utiliza un software de Control Lógico Programable (PLC), el cual permite llevarla a la práctica. También se le diseña un cuerpo dónde se analizan con las condiciones necesarias del sistema, para soportar un entrenamiento de calidad.

Analizada la implementación de un sistema mecánico para entrenamiento, se da la siguiente solución. Es necesario un pre diseño estructural de una cubierta en forma de cúpula, para las distintas condiciones climáticas durante el año.

Lo primero será realizar un pre diseño tentativo en modelación conforme a la geometría de domo. Dichas modelaciones serán optadas por características como la dimensión de medialunas estándar.

Una vez definido el pre diseño con las cargas externas e internas, se dibuja el armazón estructural. Posteriormente se diseña cada elemento, con su geometría, material, cargas aplicadas, dando paso al análisis en software. Utilizando softwares como AutoCad, Inventor y MdSolid, dónde se evalúa la resistencia de los miembros que estarán sometidos a esfuerzos y finalmente en función de lo anterior realizar modificaciones al pre diseño original.

### Glosario.

- **Acción:** Toda causa de esfuerzo (acción directa) o deformaciones (acción indirecta) en las estructuras.
- **Área Tributaria:** Superficie que le corresponde a un elemento por su posición dentro del sistema estructural, la cual se transforma en carga puntual o carga repartida, ya sea uniforme o variable.
- **Cargas:** Fuerzas y otras acciones resultantes del peso de todos los materiales de construcción, sus ocupantes y sus pertenencias, los efectos medioambientales, asentamientos diferenciales, y restricciones a las variaciones dimensionales y de operación. Las cargas permanentes son aquellas cargas para las cuales las variaciones en el tiempo son escasas y de magnitud menor. Todas las otras cargas son cargas variables.
- **Carga permanente:** Consiste en el peso de todos los materiales de construcción incorporados dentro del edificio, lo que incluye entre otros, muros, losas, cielos, techos, escaleras, tabiques, terminaciones, revestimiento y similares incorporados en ítems de arquitectura y estructura, y equipamiento fijo, incluyendo el peso de equipos de izaje.
- **Carga de techo:** Consiste en las cargas generadas sobre el techo:
  - Durante la mantención por trabajadores, equipos y materiales.
  - Durante el tiempo de vida de la estructura, por objetos móviles como plantas u otros accesorios decorativos similares de pequeño tamaño.
- **Carga mayorada:** Producto de una carga nominal por un factor de carga.

- Cargas nominales: Magnitudes de cargas permanentes, carga de uso, de suelo, viento, nieve, lluvia, inundación, sismo, cargas operacionales y cargas de montaje, definidas en las normas correspondientes.
- Diseño por resistencia última: Método mediante el cual se dimensionan los elementos estructurales de modo que las fuerzas producidas en los elementos por las cargas mayoradas no excedan su resistencia de diseño. También se llama diseño por factores de carga y resistencia.

## Contenidos

<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
1.1 Introducción .....	2
1.2. Objetivo. ....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.3 Planteamiento de la situación o problema. ....	3
1.4 Análisis de las alternativas de solución. ....	4
<b>CAPÍTULO II:Conceptos Generales</b> .....	5
2.1 Descripción general medialuna. ....	6
2.2 Mediciones Oficiales de una medialuna. ....	7
2.3 Descripción del sistema de domo geodésico.....	7
2.4 Reseña historica domo geodésico.....	8
2.5 Características de la descripción Geométrica. ....	8
2.6 Frecuencias de domos geodesicos. ....	9
2.7 Beneficios y características de la cúpula geodesica.....	10
<b>CAPÍTULO III:Pre diseño y memoria de cálculo</b> .....	12
3.1 Diseño estructural domo geodésico.....	13
3.1.1 Elección geometrica del domo geodesico .....	14
3.1.2 Contrucción de una cúpula geodesica.....	15
3.2 Análisis estructural dimensionadas estimadas en los perfiles. ....	16
3.3 Selección de perfil estructural.....	17
3.3.1 Análisis de cargas estructura.....	17
3.3.2 Selección de material perfiles.....	19
3.3.3 Re Cálculos de perfiles A .....	21
3.3.4 Re Cálculos de perfiles B. ....	23
3.3.5 Especificaciones de perfil seleccionado. ....	24
3.4.1 Diseño de unión placa-perfil estructural.....	25
3.4.2 Posicionamiento. ....	25

“Diseño dinámico y estructural de una medialuna cubierta para training”

3.4.3	Análisis de carga (Unión).....	25
3.4.4	Selección del material.....	25
3.4.5	Diseño y elección de unión de perfil. ....	26
3.5	Análisis y cálculos de soldadura. ....	27
3.5.01	Condiciones de soldadura filete.....	28
3.5.1	Análisis y cálculo de soldaduras en perfiles. ....	29
3.5.2	Análisis y cálculo de soldadura unión. ....	30
3.6	Análisis de los pernos de anclaje.....	35
3.6.1	Cálculo de pernos con las siguientes especificaciones. ....	36
 <b>CAPÍTULO IV (Parte II): Sistema Mecánico para Medialuna Training</b> .....		40
4.0	Introducción y Objetivos al Sistema Mecánico .....	41
4.1	Descripción de la propuesta del Sistema Mecánico .....	42
4.1.2	Características del Sistema Mecánico .....	43
4.1.3	Beneficios de la propuesta training.....	43
4.1.4	Función y descripción del Sistema Training .....	44
4.2	Diseño del Sistema Training.....	45
4.2.1	Componentes y especificaciones del diseño .....	46
4.2.2	Desglose y características principales del Sistema Mecánico.....	47
4.3	Propuesta del Sistema Mecánico .....	49
4.3.1	Sistema Eléctrico a utilizar.....	50
4.3.2	Implementación del Sistema.....	50
4.3.3	Descripción y funcionamiento de los componentes principales.....	52
4.3.4	Conexión de entradas y salidas.....	56
4.3.5	Operación del Sistema Mecánico con las siguientes condiciones.....	57
4.4.1	Programación con herramientas de aplicaciones de proyecto .....	58
4.5.1	Plano Cad de aplicación automata .....	60
4.6.	Análisis de programación en función .....	60

<b>CAPÍTULO V: Masa de estructura y componentes .....</b>	<b>61</b>
5.1 Listado de componentes estructurales y eléctricas .....	62
<b>CAPÍTULO VI: Procedimiento de Operación y Mantenimiento .....</b>	<b>63</b>
6.1 Recomendación para la matención del diseño medialuna.....	64
6.2 Operación para su utilización .....	64
<b>CAPÍTULO VII: Conclusiones y Referencias .....</b>	<b>65</b>
Conclusiones .....	66
Bibliografía y Referencias.....	67
<b>CAPÍTULO VIII: Anexos (Parte I) .....</b>	<b>68</b>
8.1 Material utilizado para la base de la cúpula.....	68
8.2 Características de los materiales a trabajar.....	69
8.3 Tabla: Propiedades Mecánicas .....	70
8.4 Tabla: Elección de perfiles estructurales .....	71
8.5 Tabla: Especificaciones de varillas.....	72
8.5.1 Tabla: Especificaciones del sistema de adhesivos .....	73
8.5.2 Sistema adheviso HVA.....	74
8.5.3 Selección Perno de Fijación .....	75
8.6 Tabla: Razonamiento de Amortiguación.....	76
8.7 Tabla: Cubierta de acrílico.....	77

<b>CAPÍTULO VIII:Anexos (Parte II)</b> .....	78
9.0 Cálculos de servomotor y especificaciones .....	78
9.1 Selección de correa para Sistema Mecánico.....	79
9.2 Selección de Celda de Carga .....	81
9.2.1 Catálogo: Equipo de medición Celda de Carga .....	82
9.3 Característica de Limit Switch .....	83
9.4 Selección Amortiguador.....	84
9.5 Aros de poliuretano inyectado .....	85
9.6 Características en lubricación a la mantención preventiva .....	86
9.7 Listado de materiales con especificaciones.....	87
9.8 Imágenes desarrollo práctico.....	88

# **CAPITULO I.**

## **“ORIGEN DEL TEMA, OBJETIVOS Y PLANTEAMIENTO”**

## 1.1 Introducción

La medialuna es la infraestructura deportiva que alberga el rodeo, deporte nacional de Chile. Actualmente en Chile existen más de 500 medialunas, municipales y particulares. Pero la gran mayoría son antiguas y están en muy mal estado, casi todas están construidas de madera y necesitan ser reparadas frecuentemente.

Suelen ser estructuras sin techar, en las cuales es muy difícil practicar el deporte en algunas estaciones del año. Es por esto que se debe realizar un análisis estructural de un techo que abarque la pista de entrenamiento y los establos. Además se diseñara un sistema mecánico de entrenamiento que permita su uso en cualquier estación del año, cosa que hoy en día no se realiza.

Dado que el diseño solamente está limitado por la forma del recinto, se trabajará con medidas estándar que se implementan en nuestro país.

Factor de importancia que tenemos que tomar en consideración, es la condición de anclaje que tendrá nuestro techo sobre la estructura de la medialuna, el cual estará apernado sobre la estructura. Al ser apernado el techo sobre la estructura de la medialuna generara esfuerzos de corte y momentos flectores sobre cada unión, sabiendo esto se supone que deberá sobredimensionar cada perno de anclaje.

Para el caso de las fuerzas externas e internas que estén presentes se debe considerar como la condición más desfavorable una combinación de éstas, dicha combinación la entregará el simulador y en base a esos datos se calcularán los elementos de construcción, como pernos, soldaduras, resistencia a la tracción, compresión, etc.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo.**

Diseñar un sistema mecánico de entrenamiento para rodeo que se instalara en una medialuna

### **1.2.2 Objetivos secundarios.**

- Diseñar cubierta de medialuna.
- Diseñar el sistema mecánico, con planos finales.
- Propuesta de un sistema mecánico para training.

### **1.3 Planteamiento de la situación o problema.**

Definición de las necesidades y situación actual.

La necesidad del diseño de medialuna para training cubierto, es por el motivo que en Chile es muy escaso, ya que actualmente se encuentra solo una medialuna techada, que es la de Osorno.

Las medialunas actualmente en Chile, son de medidas estándar, por lo cual nos basaremos en ellas, con el motivo que el pre-diseño demostrativo, sea de uso para finalidades de competencia y de entrenamiento aquí en el país.

Aparte, se ha procurado que la estructura sea de novedad, pero que mantenga la simetría y armonía respecto a las medialunas existentes.

Debido a esta situación, se creara un sistema mecánico, por motivo que es un gasto extra a los competidores de rodeo, ya que tienen que salir del país para el training de los caballos, ya que actualmente no se encuentran las herramientas necesarias para el desarrollo de este deporte en Chile.

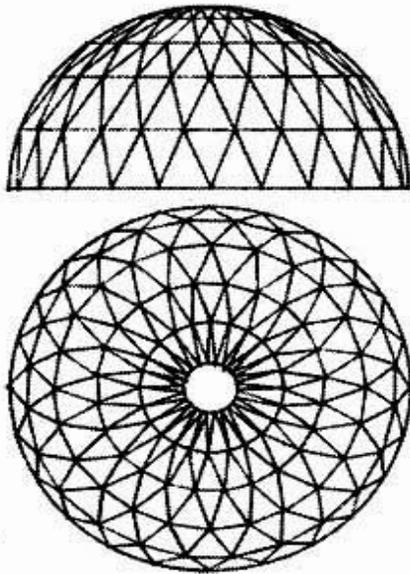
#### 1.4 Análisis de las alternativas de solución.

Para el pre diseño de la medialuna training, se dispone de dos alternativas, que son determinantes para la contextura y estética. Estas opciones consisten básicamente en decidir, si la estructura va a ser pre diseñado en forma de platillo como una ya existente o domo geodésico.

Es decir la estructura puede ser en forma de platillo, pero como el sistema de rodeo en el centro del campo, es un lugar en que se desarrolla la competencia y entrenamiento. No se elegirá la forma de platillo por su estructura, ya que es necesario un soporte central, en lo cual no ayudaría a la estética.

Por motivo estructural se eligió una forma de Domo Geodésico, conveniente para el estilo de medialuna (Circular), y además porque son estructuras que se auto-sustentan y no necesitan columnas muy resistentes a las inclemencias atmosféricas, por su fácil construcción y su gran estética armónica que ayuda a la medialuna.

A continuación se presenta las alternativas:



Forma: Domo Geodésico



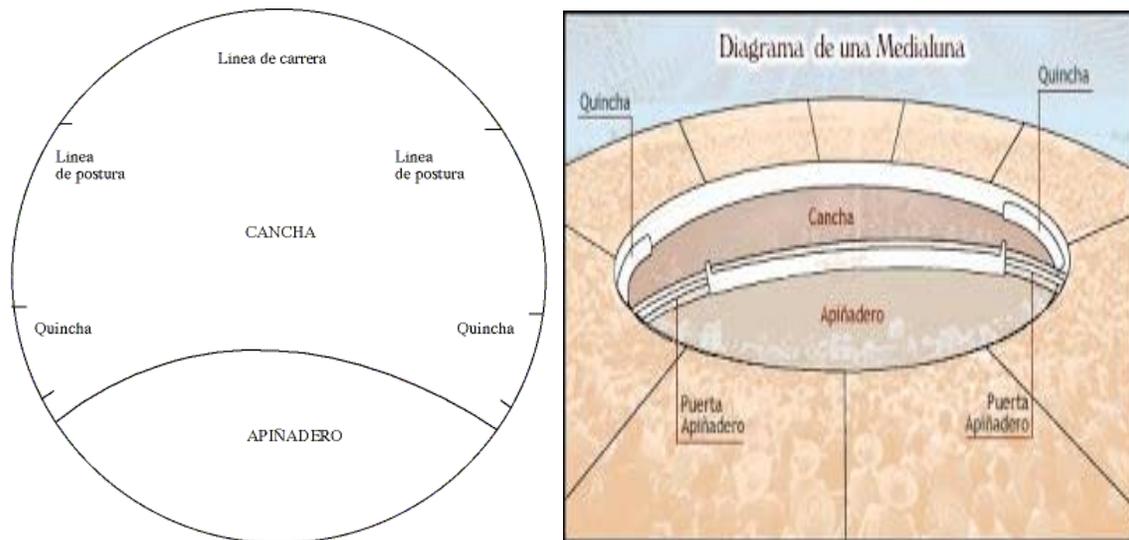
Forma: Platillo.

## **CAPITULO II.**

### **“CONCEPTOS GENERALES”**

## 2.1.- Descripción general medialunas.

Para familiarizarse con la estructura, se describirán las dimensiones estándar de medialunas, en la cual se nombrarán sus partes principales (Ver Figura):



**Figura 1.**Partes Principales.

1. Apiñadero = El apiñadero es el lugar donde comienza una carrera en el rodeo. Está ubicada en la parte oeste de la medialuna. Antes de que se inicie una carrera, los huasos esperan a que el novillo salga del toril. En esta zona los jinetes le dan 2 o 3 vueltas, según el tipo de rodeo, para regular la velocidad a la salida.
2. Puertas del apiñadero = Un apiñadero debe tener una curvatura mínima y medir máximo 13 metros y tiene 3 puertas, 2 que van a la cancha y una que va al toril
3. Quincha = Se ubican en los extremos norte y sur de la medialuna

## 2.2.- Medidas Oficiales de una medialuna por la Federación del Rodeo Chileno:

- Diámetro: 43 a 44 metros
- Altura en la carrera: 1.90 metros
- Inclinación en la carrera: 0.35 metros
- Altura en la atajada: 2.00 metros
- Inclinación en la atajada: 0.50 a 0.55 metros
- Puertas del apiñadero: 5.50 metros
- Apiñadero: Debe tener una curvatura mínima y medir máximo 13 metros

## 2.3.- Descripción del sistema de Domo Geodésico.

Una cúpula geodésica es parte de una esfera geodésica, un poliedro generado a partir de un icosaedro o un dodecaedro, aunque puede generarse de cualquiera de los sólidos platónicos.

El sistema consta con 2 tipos de barras independientes(A, B), las cuales se sitúan en uniones conformando el conjunto completo, lo que además permite una mayor versatilidad y compactación de la estructura.

Cada barra tendrá sus medidas exactas para la estructura en sí, con las cuales será necesaria la unión de ella, mediante uniones de placas soldadas como apernadas.

La estructura tiene como finalidad, dar una forma compacta a la medialuna, en ayuda en si a la ingeniera de la estructura y factores de ella.

El proyecto en general es completamente estructural.

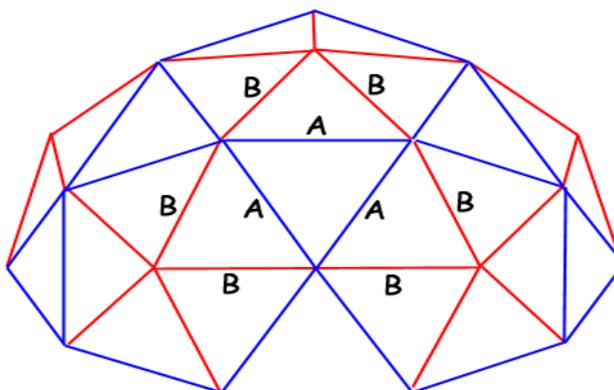


Fig. 2.

## 2.4.- Reseña Histórica Domo Geodésico.

Richard Buckminster Fuller es considerado el inventor de las cúpulas geodésicas, ya que es quien ostenta su patente en 1954. Fuller las desarrolló en la década de los 40, creando una de las cúpulas geodésicas más conocidas en 1967 en la Exposición Internacional de Montreal, de 76 m de diámetro y 41'5 m de altura.

A pesar de esto, existen ejemplos anteriores de cúpulas geodésicas, como en el Palacio Imperial de China (1885) o en el planetario de los talleres Carl Zeiss (1922).

En el Palacio Imperial de China (Ciudad Prohibida, Beijing), perteneciente a las dinastías Ming y Qing, se puede observar una esfera con una subdivisión geodésica de un icosaedro. Se trata de una esfera bajo la garra de un león guardián en la Nurturing HeartGate, similar a otro del Palacio de Verano de China (próximo a Pekín), que data aproximadamente de 1885.

En cuanto al planetario de los talleres Carl Zeiss, se trata de una cúpula geodésica de frecuencia 16 creada por Walter Bauerfeld, que pasó a ser denominada “la maravilla de Jena”. A partir de esta, muchas otras fueron creadas, hasta que la idea fue desarrollada por Fuller.

## 2.5.- Características de la Descripción geométrica.

Las caras de una cúpula geodésica pueden ser triángulos, hexágonos o cualquier otro polígono. Los vértices deben coincidir todos con la superficie de una esfera o un elipsoide (si los vértices no quedan en la superficie, la cúpula ya no es geodésica). El número de veces que las aristas del icosaedro o dodecaedro son subdivididas dando lugar a triángulos más pequeños se llama la frecuencia de la esfera o cúpula geodésica. Para la esfera geodésica se cumple el teorema de poliedros de Euler, que indica que:

$$C + V - A = 2$$

Donde C es el número de caras (o número de triángulos), V el número de vértices (o uniones múltiples) y A el número de aristas (o barras usadas). Para una cúpula parcial que no sea una esfera completa se cumple:

$$C + V - A = 1$$

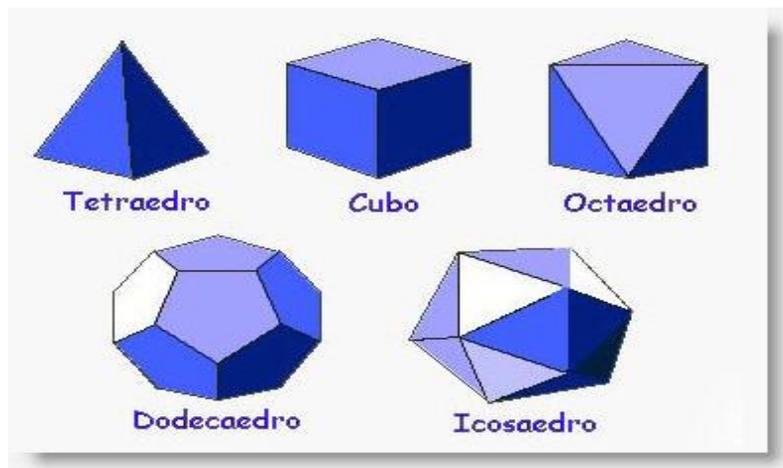


**Fig. 3. Domo de Maloka en Colombia**

### 2.6.- Frecuencias de los domos:

Denominamos frecuencia a una medida que se utiliza para indicar el número de subdivisiones que se realizan en el triángulo del icosaedro que forman la cúpula. Cuanto mayor es la frecuencia mayor serán las divisiones, por lo tanto triángulos y será mayor su resistencia, la perfección de la curvatura pero también su complejidad de realizar.

Los Domos Geodésicos se generan utilizando uno de los 5 Sólidos de caras planas con formas Geométricas:

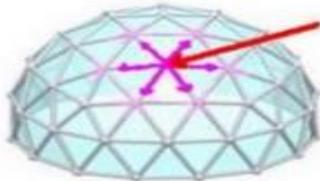


Todos los sólidos surgen de la esfera, tocando sus vértices la superficie de ésta, si proyectamos sus aristas hacia la superficie de la esfera, lograremos poliedros esféricos, base para la construcción geométrica de las geodésicas.

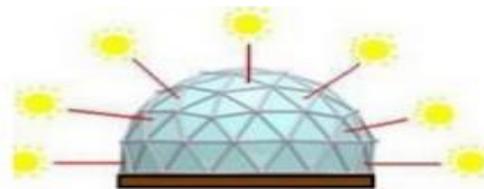
Por lo tanto, la organización de los Domos se establece por Frecuencias: La gran mayoría están generados desde el Icosaedro.

## 2.7.- Beneficios y características de la Cúpula Geodésica.

- **Menores costes iniciales:** Reducción en costos de materiales, gracias a la forma esférica que aprovecha el espacio en un 30%. Reducción en costos de energía (Hasta el 50%). Reducción en costos de mano de obra (Más rápido, más fácil, más simple).
- **Seguridad, resistencia a vientos, tormentas, sismos y nieve:** La forma geodésica del domo, es el diseño más fuerte y robusto para soportar los vientos o las acumulaciones de nieve (son comunes en la antártica, como observatorios y laboratorios). Cuanto más sopla el viento, al no tener superficies de succión este lo rodea y lo tienden a afirmar más al suelo. Ninguna estructura cubierta es tan estable y fuerte.
- **Resistencia estructural:** Las juntas de las estructuras rectangulares de las construcciones tradicionales ceden a veces bajo condiciones de estrés, resultando en una inestabilidad estructural a no ser que utilizamos elementos de sujeción adicionales. La forma geodésica optimiza la carga, por sus propiedades de tenseguridad, desplazando las fuerzas a lo largo de toda la estructura.



- **Concentrador de la luz y el calor:** Orientando bien las aberturas (ventanas, ventanales y ventiluces), el domo geodésico es un colector de energía solar pasivo ideal. Actúa como un reflector gigante de luz hacia dentro del domo, también concentrando y reflejando el calor interior, esto ayuda a prevenir la pérdida de calor por irradiación hacia afuera.



- **Menor superficie de pared expuesta al exterior en relación a la superficie cubierta:** Beneficio propio de la esfera, que reduce la superficie expuesta al exterior (mejorando la temperatura interior), en relación a la superficie cubierta interior.

- **Mejor ventilación y flujo de aire:** La ventilación del domo, con adecuadas aberturas en la base, medio y cenit (cúpula), proporcionan una excelente mezcla de movimiento del aire y la temperatura, funcionando como una chimenea, de abajo hacia arriba y al centro.



- **Distribución excelente del aire:** La buena circulación del aire gracias a que no hay bordes o rincones, no permiten el estancamiento de aire que puedan crear proliferación de hongos, bacterias o humedad.
- **Temperatura más uniforme:** Gracias al flujo mejorando del aire, la temperatura es más uniforme que en un cuarto convencional. No hay puntos fríos o calientes.
- **Calefacción barata:** El volumen de aire dentro del domo es menor que en un cuarto tradicional, por lo que es más barato mantenerlo tibio en invierno, ahorrando cerca de 50% en energía.

## **CAPITULO III.**

### **“Pre-Diseño y Memoria de cálculos”**

### 3.1.- Diseño estructural Domo Geodésico.

El Domo Geodésico es una estructura de techumbre para diseños tanto circulares como ovalados, se diseña bajo las condiciones ya expuestas en el capítulo anterior, por lo que se concluye el sistema estructural ilustrado en la Figura 4. Diseño estructural final, con su totalidad de sus componentes, para el sistema propuesto.

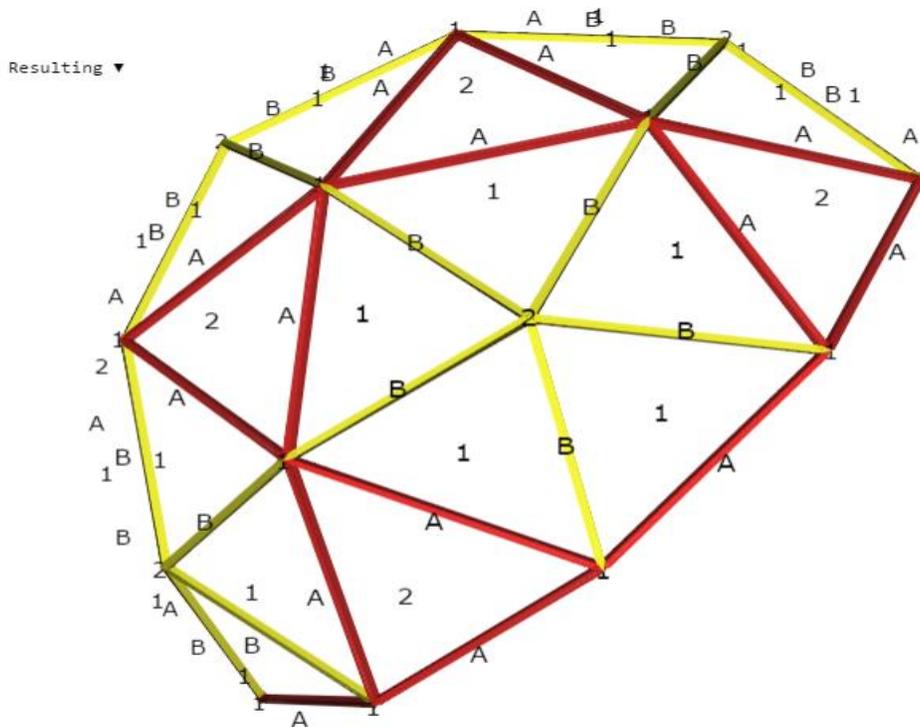


Fig. 4.

Este diseño se efectúa para las siguientes características de estructuración.

- Diámetro: 44 metros
- Altura: 22 metros.
- Superficie: 2823.16 m<sup>2</sup>
- Suelo Área: 1422.44 m<sup>2</sup>
- Barras 2v: 65 barras.

Nota: Valores determinados por investigaciones previas.

### 3.1.1.- Elección Geométrica Cúpula Geodésica.

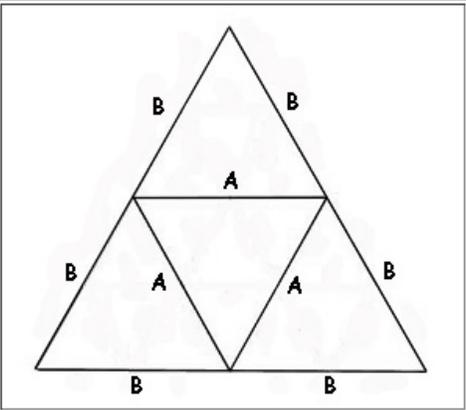
Mediante un programa de construcción de domos geodésico, se estima la estructura bajo condiciones estándar dadas en el capítulo anterior.

En este caso, la frecuencia seleccionada fue de 2v, ya que a medida que la frecuencia se eleva, cada vez son necesarios más extremos y más conectores pero cada vez vamos logrando más punto de contacto con la Esfera, es por eso que a mayor frecuencia la geodésica se vuelve más redonda.

Por ejemplo un Domo 2 V lleva 65 barras, uno 3 V lleva 120 o 165 barras y uno 4 V 250 barras.

En conclusión con un radio de 22 metros:

Puntal	Longitud	Domo	Esfera
La	13.59	35	60
B	12.02	30	60
Conectores de 4 vías		10	0
Conectores de 5 vías		6	12
Conectores de 6 vías		10	30



El diagrama muestra una estructura triangular compuesta por varios triángulos más pequeños. Las líneas que forman los bordes exteriores están etiquetadas con la letra 'B', mientras que las líneas que forman los bordes interiores están etiquetadas con la letra 'A'. Esto representa la configuración de barras y conectores para un domo geodésico.

Resultando ▼

Altura de la base, m 22  
 Radio de la base, m 22  
 Área Base m<sup>2</sup> 1.422,44  
 El área de cobertura, 2.823,16 m<sup>2</sup>

**Tamaños (unidades)**

Caras 2 (40)  
 Bordes 2 (65)  
 Vértices 2 (26)

**300x300mm Vigas**

Longitud total de vigas, m 836,60  
 Volumen total de vigas, 74,76 m<sup>3</sup>  
 Max. longitud de la viga, mm 13597  
 Ángulo entre caras, ° 18,03-22,46

**Triángulos**

Min. altura, mm 9.917-11775  
 Max. lado, mm 13597

### 3.1.2.- Construcción de una cúpula geodésica 2v:

Para construir una cúpula geodésica 2v mediante paneles que va a necesitar: **paneles de 30 'x' - vea el diagrama a continuación. 10 paneles de 'Y'**

Ver diagrama siguiente.

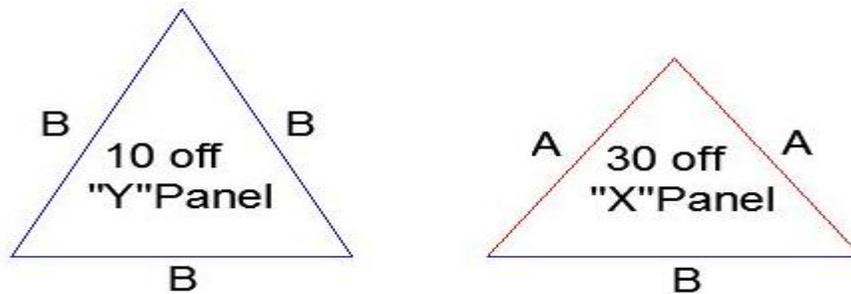


Fig.4´.

Para construir un marco cúpula geodésica 2v usted necesitará:

- 30 longitudes de tamaño "A" puntales.
- 35 longitudes de tamaño "B" puntales
- 6 Conectores de cinco vías hubs
- 10 Conectores de seis vías hubs
- 10 Conectores de cuatro vías hubs
- Alrededor de la base de la cúpula.

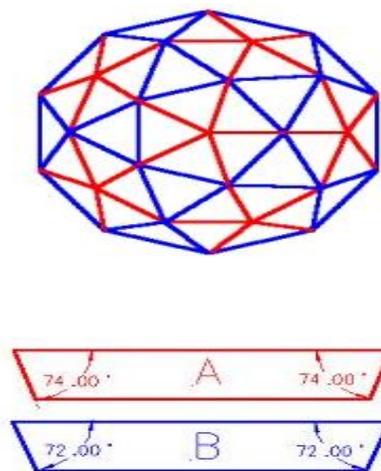


Fig.5.

- Se utiliza el siguiente diagrama para ayudar con el montaje planeado de construcción.

Strut 'A' – Red lines  
Strut 'B' – Blue lines

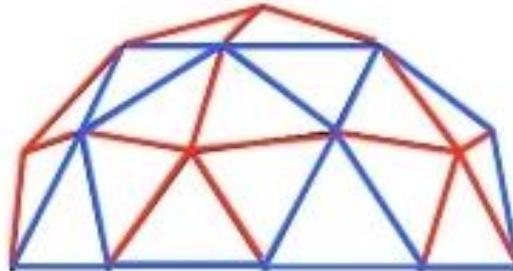


Fig.6.

### 3.2.- Análisis estructural de dimensiones estimadas en los perfiles.

Para el análisis de carga sobre los perfiles, se hace referente al peso de la estructura, que se estima el peso de los perfiles y el cubierto de ella. Por lo cual resulta una carga aplicada de 20.000 kg, que se distribuye equitativamente en toda la estructura, en lo cual es la ventaja de la geométrica de domo geodésico.

Utilizando conceptos de estática por método de acción y reacción, se obtienen las cargas aplicadas de las demás vigas y los momentos flectores máximos generados en ellas, contemplando 91 puntos de apoyos posicionados en los vértices donde se encuentran las uniones de los perfiles.

Por otra parte se selecciona la viga que arroja mayor momento flector, pues será la que se encuentra sometida a mayor esfuerzo, con el cual se obtendrá el modulo resistente, para la designación del perfil por catálogo.

#### Glosario:

R : Reacción de apoyo (N)	
$L_c$ : Largo en detalle de corte de viga (m)	
$M_{f_{max}}$ : Momento flector máximo (N mm)	
$m_v$ : Masa de viga comercial (Kg/m)	$m_v = 117,00 \text{ kg/m}$
$m_c$ : Masa de viga en detalle de corte (kg)	$m_c = m_v \cdot L_c$
$P_c$ : Peso de viga en detalle de corte (N)	$P_c = 9,8 \cdot m_c$
$w_c$ : Distribución de carga en viga (N/mm)	$w_c = P_c/L_c \cdot 10^3$
$P_a$ : Peso adicional (N)	
$w_a$ : Distribución de carga adicional (N/mm)	$w_a = P_a/L$

### 3.3.- Selección de perfil estructural.

Para la selección del perfil de las vigas que conforman la estructura, se designa referente a la carga y momento flector, incluyendo el peso de las vigas y los componentes adicionales que se posicionan sobre estas.

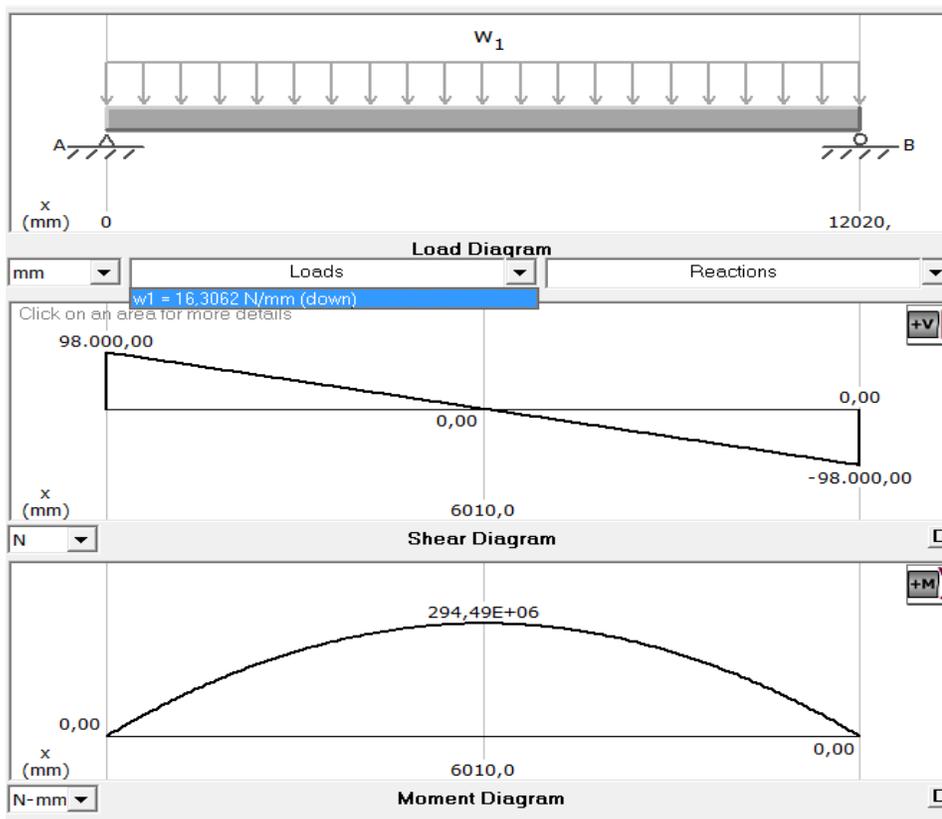
#### 3.3.1.-Análisis de cargas (Mdsolid).

##### a) Viga de base del domo geodésico denominada “B”.

Para obtener el momento flector de estas vigas, se estima la distribución de la carga total aplicada para cada viga (posicionada en la base de la estructura) tomando en cuenta como reacciones de apoyos,

Carga aplicada por viga = 20.000kg  $\longrightarrow$  196.000 N.

\*La carga que se aplica se distribuye en toda el perfil.



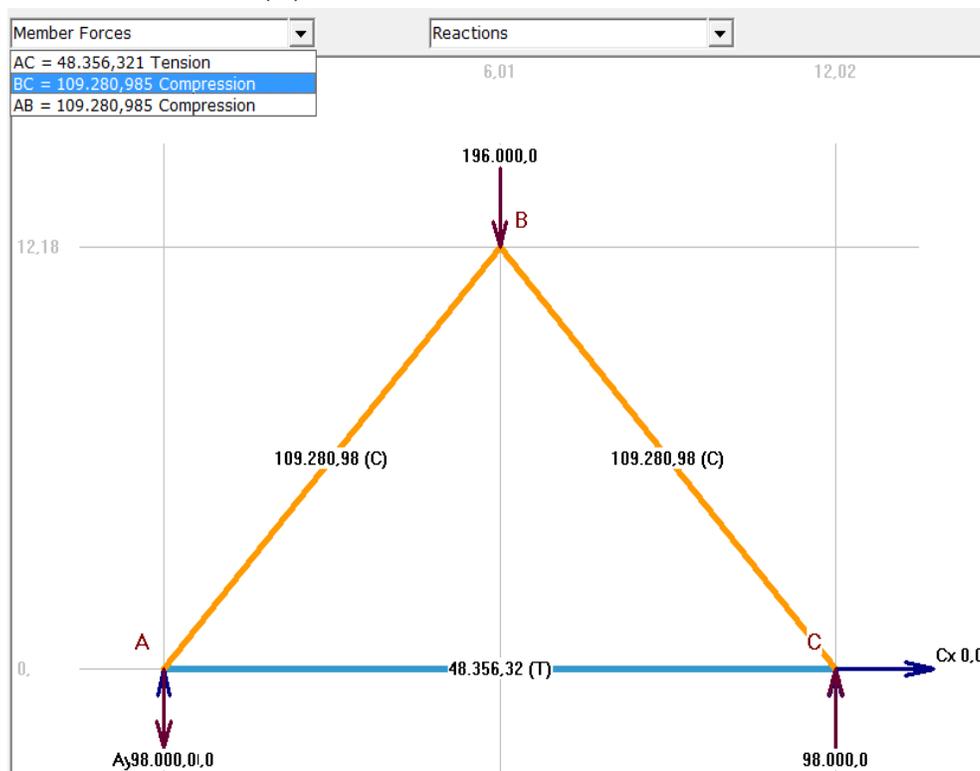
Esquema MdSolid- Cargas Aplicadas

b) Para la viga denominada A.

c)

Para obtener el momento flector de estas vigas, se estima como carga a aplicar las reacciones  $R_b$  correspondiente a la viga base “A” y como reacciones de apoyo, sus extremos.

Carga aplicada =  $R_b = 98.000$  (N).



Esquema MdSolid- Cargas Aplicadas

Por lo tanto, la viga que genera mayor Momento flector, es la viga de base B. Por lo que a partir de esta se obtiene el perfil requerido a designar por catálogo, según el modulo resistente ( $w$ ).

**3.3.2.- Selección de material del perfil.**

Designación: Acero al carbono A52-34 ES.

Grado de acero: ASTM A572 Gr50.

Especificaciones según norma:

Normas	Límite de fluencia (Sy)		Límite de ruptura
	Kg/mm <sup>2</sup>	MPa	Kg/mm <sup>2</sup>
NCH203 of 77 ASTM A52-34 ES A572 650	36	355	52/70

**Tabla 1.** Especificación de esfuerzos, ASTM A572 Gr50.

Adjuntando el momento flector de la viga transversal central, con el límite de fluencia del acero y designando un factor de seguridad, se tiene:

Mf <sub>max</sub>	Momento flector máximo	294,49x10 <sup>6</sup> N-mm
S <sub>y</sub>	Límite de fluencia	355MPa
fs	Factor de seguridad	2

**Tabla 2.** Datos materiales.

Ya teniendo estos datos se calculan el esfuerzo admisible y el modulo resistente.

Dónde:

$$\sigma_{adm} = \frac{sy}{fs} \text{ (MPa)} \quad (3.1) \qquad w = \frac{Mf_{max}}{\sigma_{adm}} \text{ (cm}^3\text{)} \quad (3.2)$$

Reemplazando se obtiene lo siguiente:

$$\sigma_{adm} = \frac{Sy}{fs} = \frac{355}{2} \rightarrow \sigma_{adm} = 177,5 \text{ MPa}$$

$$W = \frac{Mf_{m\acute{a}x.}}{\sigma_{adm}} = \frac{294,49 \times 10^6}{177,5} \implies W = 1659,09 \text{ (Cm}^3\text{)}.$$

Obteniendo por resultado, el módulo resistente de prueba ( $w$ ) y sabiendo que este se utiliza en el eje x-x, se designa por catálogo un módulo resistente ( $w_x$ ) igual o mayor.

Un perfil H americano WF de alas paralelas, cuya designación es W316 x 117,0 y el valor del módulo resistente ( $w_x$ ) es de 1755,6 cm<sup>3</sup>.

$$w_x \geq w$$

$$1755,6 > 1659,09$$

Por lo tanto ya designado un módulo resistente mayor al de prueba, se re calcula el momento flector por viga incluyendo la masa de esta.

WF		DIMENSIONES				Sección	Masa	Momento de Inercia		Módulo Resistente		Radio de Giro	
		h	b	t	e			cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm		
mm x kg/mts.	Pulg x Lbs/Pie	mm				cm <sup>2</sup>	Kg/m	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>	i <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>
W 310 x 59,5	W 12 x 40	303	203	7,1	13,1	75,10	59,50	12.900,0	1.840,0	850,0	180,00	13,00	4,90
W 310 x 74,0	W 12 x 50	310	205	9,4	16,3	94,8	74,40	16.400,0	2.340,0	1.060,0	228,00	13,20	4,98
W 310 x 86,0	W 12 x 58	310	254	9,1	16,3	110,00	86,00	19.850,0	4.455,0	1.280,0	350,80	13,43	6,36
W 310 x 97,0	W 12 x 65	308	305	9,9	15,4	123,60	97,00	22.284,0	7.286,0	1.447,0	477,80	13,43	7,68
W 310 x 107,0	W 12 x 72	311	306	10,9	17,0	136,40	107,00	24.839,0	8.123,0	1.597,3	530,90	13,49	7,72
W 310 x 117,0	W 12 x 79	314	307	11,9	18,7	149,90	117,00	27.563,0	9.024,0	1.755,6	587,90	13,56	7,76
W 310 x 129,0	W 12 x 87	318	308	13,1	20,5	165,20	129,00	30.800,0	10.000,0	1.930,0	651,00	13,70	7,80
W 360 x 32,9	W 14 x 22	349	127	5,8	8,5	42,10	32,90	8.358,0	291,0	479,0	45,90	14,09	2,63
W 360 x 39,0	W 14 x 26	353	128	6,5	10,7	50,20	39,00	10.331,0	375,0	585,3	58,60	14,35	2,73
W 360 x 44,6	W 14 x 30	352	171	6,9	9,8	57,70	44,00	12.258,0	818,0	696,5	95,70	14,58	3,77
W 360 x 51,0	W 14 x 34	355	171	7,2	11,6	64,80	51,00	14.222,0	968,0	801,2	113,30	14,81	3,87
W 360 x 57,8	W 14 x 38	358	172	7,9	13,1	72,50	57,80	16.143,0	1.113,0	901,8	129,40	14,92	3,92

Fig.7. Selección de Perfil.

### 3.3.3.- Re-cálculos de perfiles.

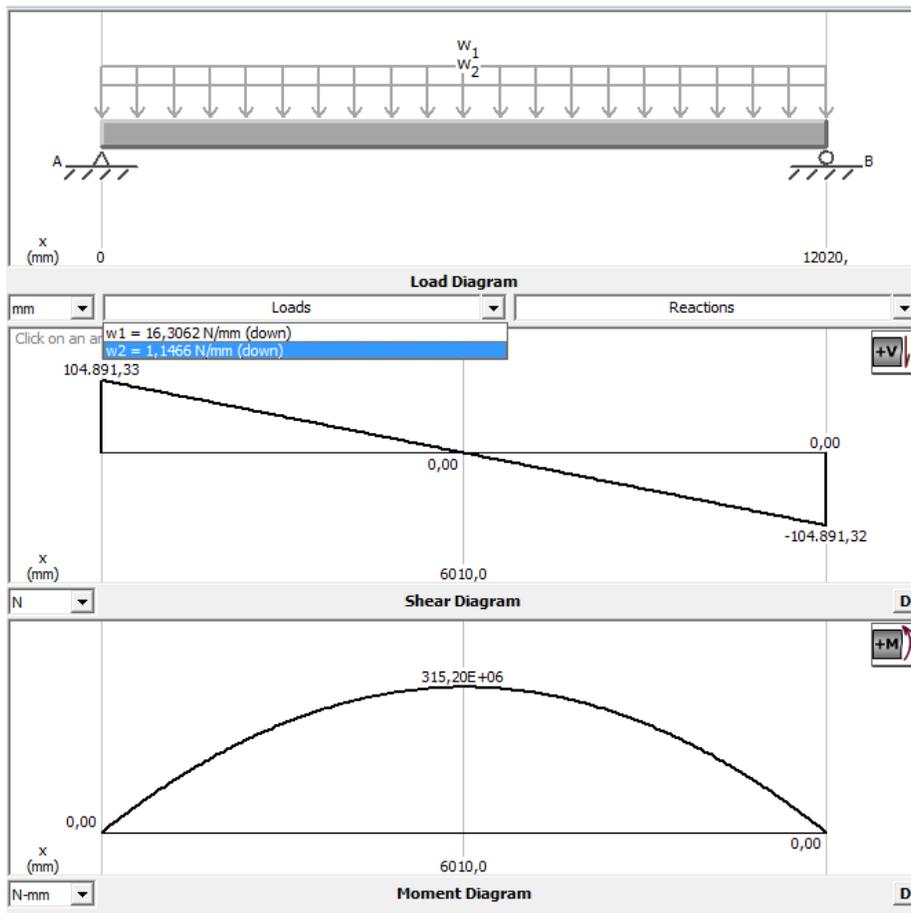
Para el re cálculo se considera la masa de las vigas.

**a) Viga “B”**

$$m_{vb} = 117 \text{ Kg/m}$$

$$P_{vb} = 1146,6 \text{ N}$$

$$W_{vb} = 1,1466 \text{ N/mm}$$



**Esquema MdSolid- Cargas Aplicadas**

$$R_b = 104.891,33 \text{ N}$$

$$M_{f_{max}} = 315,20 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

La barra B, al ser la base de la estructura está expuesta a mayores esfuerzos, es por esto que se presentara un momento flector más elevado y por lo tanto permite tomarla como referencia de resistencia para la estructura.

Ahora con el nuevo momento flector máximo obtenido se re calcula el módulo resistente, sustituyendo en la ecuación (3.1)

$$w = \frac{315 \cdot 10^6}{177,5} = 1775774,68 \text{ mm}^3 \rightarrow w = 1775,77 \text{ cm}^3$$

Como se aprecia el módulo resultante no nos permite trabajar con este perfil, por lo tanto se vuelve a re calcular otro perfil, pero que posea las mismas especificaciones mecánicas que el anterior.

WF		DIMENSIONES				Sección	Masa	Momento de Inercia		Módulo Resistente		Radio de Giro	
		h	b	t	e			cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>	i <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>
mm x kg/mts.	Pulg x Lbs/Pie	mm				cm <sup>2</sup>	Kg/m	i <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>	W <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>	i <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>
W 310 x 59,5	W 12 x 40	303	203	7,1	13,1	75,10	59,50	12.900,0	1.840,0	850,0	180,00	13,00	4,90
W 310 x 74,0	W 12 x 50	310	205	9,4	16,3	94,8	74,40	16.400,0	2.340,0	1.060,0	228,00	13,20	4,98
W 310 x 86,0	W 12 x 58	310	254	9,1	16,3	110,00	86,00	19.850,0	4.455,0	1.280,0	350,80	13,43	6,36
W 310 x 97,0	W 12 x 65	308	305	9,9	15,4	123,60	97,00	22.284,0	7.286,0	1.447,0	477,80	13,43	7,68
W 310 x 107,0	W 12 x 72	311	306	10,9	17,0	136,40	107,00	24.839,0	8.123,0	1.597,3	530,90	13,49	7,72
W 310 x 117,0	W 12 x 79	314	307	11,9	18,7	149,90	117,00	27.563,0	9.024,0	1.755,6	587,90	13,56	7,76
W 310 x 129,0	W 12 x 87	318	308	13,1	20,5	165,20	129,00	30.800,0	10.000,0	1.930,0	651,00	13,70	7,80
W 360 x 32,9	W 14 x 22	349	127	5,8	8,5	42,10	32,90	8.358,0	291,0	479,0	45,90	14,09	2,63
W 360 x 39,0	W 14 x 26	353	128	6,5	10,7	50,20	39,00	10.331,0	375,0	585,3	58,60	14,35	2,73
W 360 x 44,6	W 14 x 30	352	171	6,9	9,8	57,70	44,00	12.258,0	818,0	696,5	95,70	14,58	3,77
W 360 x 51,0	W 14 x 34	355	171	7,2	11,6	64,80	51,00	14.222,0	968,0	801,2	113,30	14,81	3,87
W 360 x 57,8	W 14 X 38	358	172	7,9	13,1	72,50	57,80	16.143,0	1.113,0	901,8	129,40	14,92	3,92

Fig.8. Elección de Perfil.

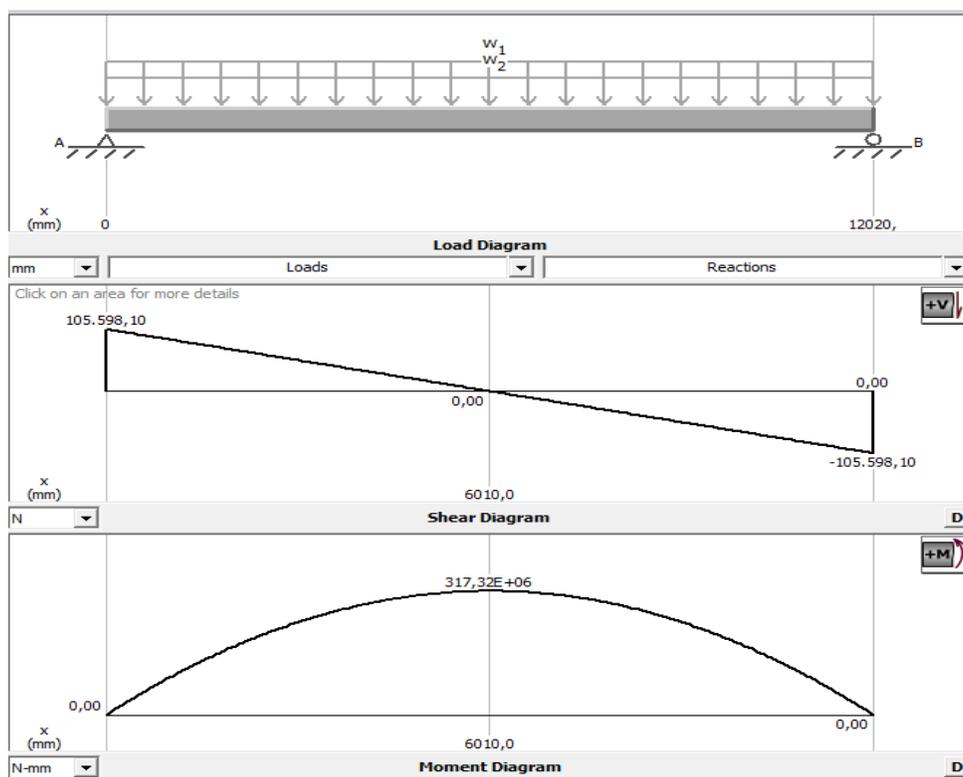
### 3.3.4.- Re-calculamos el perfil B.

Para el re cálculo se considera la masa de las vigas.

$$M_{vb} = 129 \text{ Kg/m}$$

$$P_{vb} = 1264,2 \text{ N}$$

$$W_{vb} = 1,2642 \text{ N/mm}$$



#### Esquema MdSolid- Cargas Aplicadas

$$W = \frac{Mf_{\text{máx.}}}{\sigma_{\text{adm}}} = \frac{317,32 \times 10^6}{177,5} \Rightarrow W = 1787,71 \text{ (Cm}^3\text{)}.$$

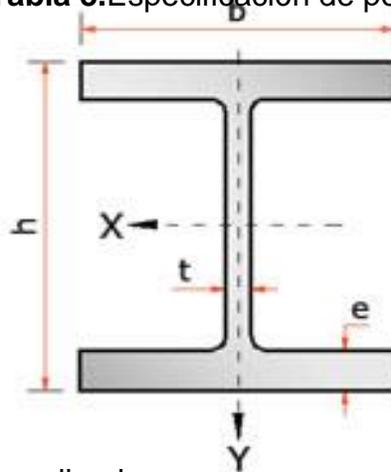
$$w_x \geq w \quad 1930 \geq 1787,71$$

- Por lo tanto, como el módulo resistente real ahora es menor que el designado por catálogo, se mantiene el perfil seleccionado

**3.3.5.- Especificación de perfil seleccionado:**

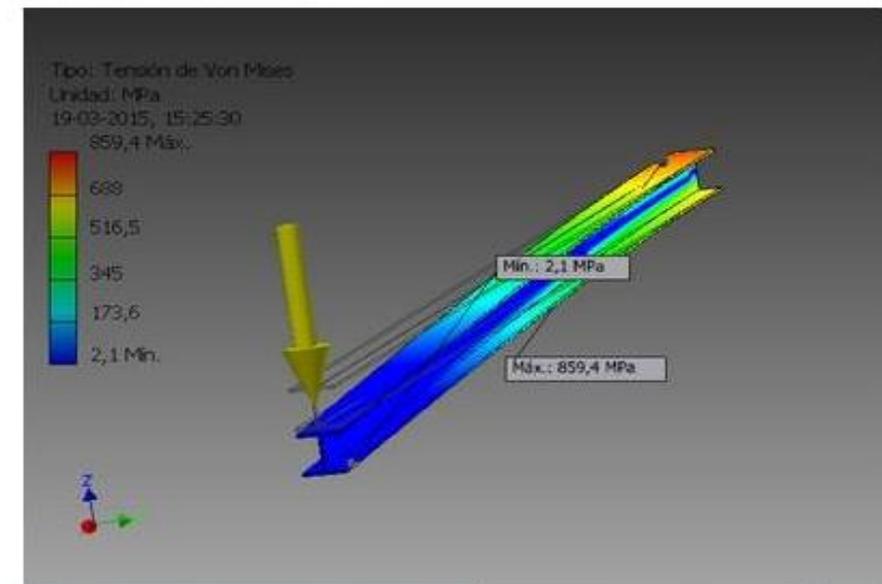
Perfil de viga	Dimensión en (mm)				
	h	b	T	E	R
W 310X 129,0	318	308	13.1	20,5	13,7

**Tabla 3.** Especificación de perfil



Mediante software inventor se analiza la carga en sus respectivos puntos de apoyo, con el cual se obtuvo una tensión siendo menor al esfuerzo admisible utilizado

☐ **Tensión de Von Mises**



**Fig. 9.** Tensión Von mises.

### 3.4.1.- Diseño de unión-placa perfil estructurales.

El diseño de estas piezas, se designan para acoplar ambos perfiles por intermedio de una placa con cierto ángulo, para el acople en la parte inferior como superior del perfil en los extremos de ellos, que serían los puntos de operaciones.

### 3.4.2.- Posicionamiento.

La posición de la placa será en la unión de los perfiles, lo cual su función será la unión de los perfiles que están en forma de triángulos en si, por lo tanto tendrá un ángulo de inclinación que hará la forma del domo geodésico diseñado.

### 3.4.3.- Análisis de carga.

La fuerza aplicada a las paredes soldadas unidas a los perfiles, que se debe al enganche entre placa-perfil. En donde se considera como método de seguridad, una fuerza de 10775 kg aplicada a cada placa como máximo.

### 3.4.4.- Selección del material.

En cuanto a su fabricación se selecciona un acero estructural ASTM A572 Gr 50 (Ver tabla 1.).

Considerando un factor de seguridad ( $f_s$ ) = 3.

Ya designados estos datos se calcula el esfuerzo, sustituyendo en la ecuación (3.1)

$$\sigma_{adm} = \frac{355}{3} \quad \rightarrow \quad \sigma_{adm} = 118.33 \text{ MPa}$$

En lo que respecta a la geometría de las paredes de la placa, se calcula el área que soporta al esfuerzo que está sometida, la cual es la región más crítica de trabajo que por diseño se ocupa.

Consideración:

$$T = 20.000 \text{ (kg)} \times 9,8 \text{ (N/Kg)} = 196.000 \text{ N}$$

### 3.4.5.- Diseño y elección de unión de perfil.

Por diseño se designa un espesor de paredes de 10 mm, el cual se encuentra en el rango de los espesores de aceros ASTM A572 ( $e \leq 4''$ ).

En cuanto a la perforación de la pared de la placa se designa para pasador de diámetro máximo de 20mm.

Ahora con respecto al esfuerzo de aplastamiento del perno, entre paredes y perfil, se cumple:

$$\sigma_{\text{aplast}} = \frac{F}{A_{\text{aplast}}}$$

Considerando el área en el cual está la placa de unión al perfil.

$$A_{\text{aplast}} = e \times L \times h$$

$$A_{\text{aplast}} = 10 \times 250 \times 200 = 500.000 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_{\text{aplast}} = \frac{F}{A_{\text{aplast}}} = \frac{196.000}{500.000} = 0.392 \text{ MPa}$$

$$A_{\text{plst}} < a_{\text{adm}}$$

$$0.392 < 118.33$$

Por lo tanto, las paredes soportan plenamente la fuerza aplicada.

Mediante software inventor se analizan la carga en su respectivo punto de apoyo, con el cual se obtuvo una tensión siendo menor a la sigma admisible utilizada.

#### ☐ Tensión de Von Mises

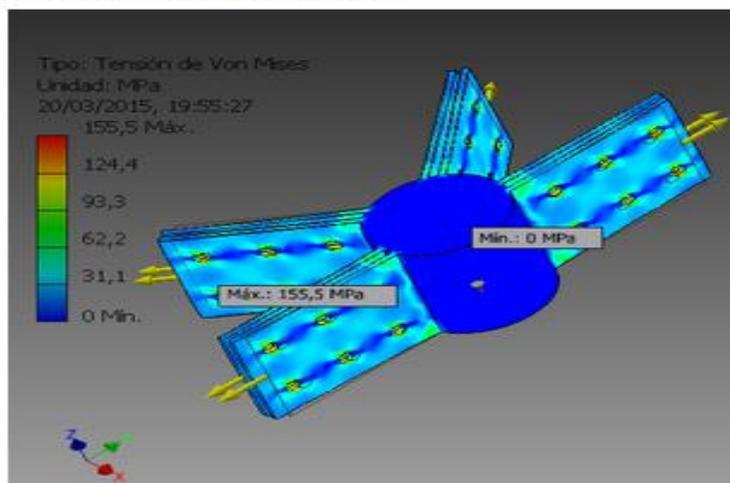


Figura 10. Tensión de Unión-Placa.

### 3.5.- Análisis y cálculos de soldaduras.

#### Condiciones:

Las uniones soldadas que conforman una estructura, se encuentran bajo compresión, tracción y flexión, por lo que se debe cumplir según la norma NBE EA-95, que define como condición de seguridad de una soldadura en ángulo, que el esfuerzo de comparación obtenido de las acciones ponderadas sea inferior al esfuerzo del cálculo del acero.

$$\sigma_c \leq \sigma_u$$

Dónde:

$\sigma_c$  : Esfuerzo aplicado.

$\sigma_u$  : Esfuerzo del acero.

$$\sigma_u = \frac{s_y}{\gamma} \sigma_{adm} = \frac{355 \text{ MPa}}{1} \sigma_{adm} = 355 \text{ MPa}$$

$\gamma = 1$  Para aceros garantizados.

$\gamma = 1,1$  Para aceros no garantizados.

Designación de electrodos:

Método	Electrodo	Clasificación	Diámetro (pulg.)	Sy (MPa)
SMAW	7814-RH	AWS: E-7018	1/8	437

**Tabla 4.**Soldadura 7018.

Coeficiente de seguridad designado por diseño= 1  $f_s=1$ .

$$\sigma_{adm} = \frac{s_y}{f_s} \sigma_{adm} = \frac{437 \text{ MPa}}{1} \sigma_{adm} = 437 \text{ MPa}$$

**3.5.01.- Condiciones de soldadura de filete:**

El tamaño máximo de soldadura de filete para partes conectadas debe ser:

- (a) A lo largo de los bordes del material con espesor menor a 6 mm, no mayor que el espesor del material.
- (b) A lo largo de los bordes del material con espesor igual o mayor a 6 mm, no mayor que el espesor del material menos 2 mm, a no ser que la soldadura sea designada especialmente en los planos para ser ejecutada de manera de obtener el espesor de la garganta completa.

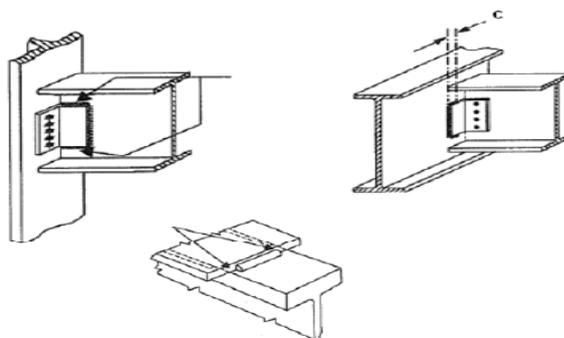
En la condición de soldado, se permite que la distancia entre el borde del metal base y el talón de la soldadura sea menor que 2 mm siempre que sea posible verificar el tamaño de la soldadura.

Se permite utilizar las soldaduras de filete intermitentes para transmitir las tensiones calculadas a través de la junta o superficies de contacto cuando la resistencia requerida es menor que la desarrollada por una soldadura de filete continúa con el menor tamaño permitido, para unir componentes de miembros armados. La longitud efectiva de cualquier segmento de soldadura de filete intermitente no debe ser menor que cuatro veces el tamaño de la soldadura, con un mínimo de 38 mm.

**Tamaño mínimo de soldadura de filete.**

Espesor de la parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete <sup>[a]</sup> , mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

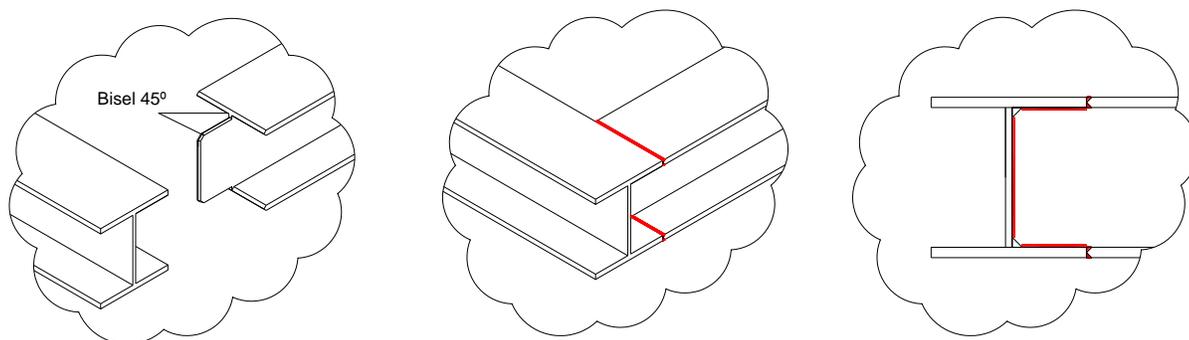
[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple



**Fig. 11.** Ejemplo de soldadura Filete.

### 3.5.1.- Análisis y cálculo de soldadura en vigas.

Las uniones soldadas entre vigas se une a tope, debido a que al corte de pestañas para el entrelace de vigas se le proporciona biselado, por lo que al realizar el aporte de soldadura, esta permite que la unión se homogenice, quedando incluso mejor que las propiedades del acero.



**Figura 12.** Entrelace de vigas

En cuanto al cálculo de la unión a tope, según norma NBE EA-95 especifica que las soldaduras a tope realizadas correctamente no requieren de cálculo alguno.

Por lo tanto la unión a tope solidificada de soldadura, ya sea en distintas posiciones de trabajo contra las cargas presentadas, no presentan problemas, por lo que permite distribuir de manera equilibrada cualquier peso menor que el aplicado, sin deformarse o tender a recargar algún punto de apoyo.

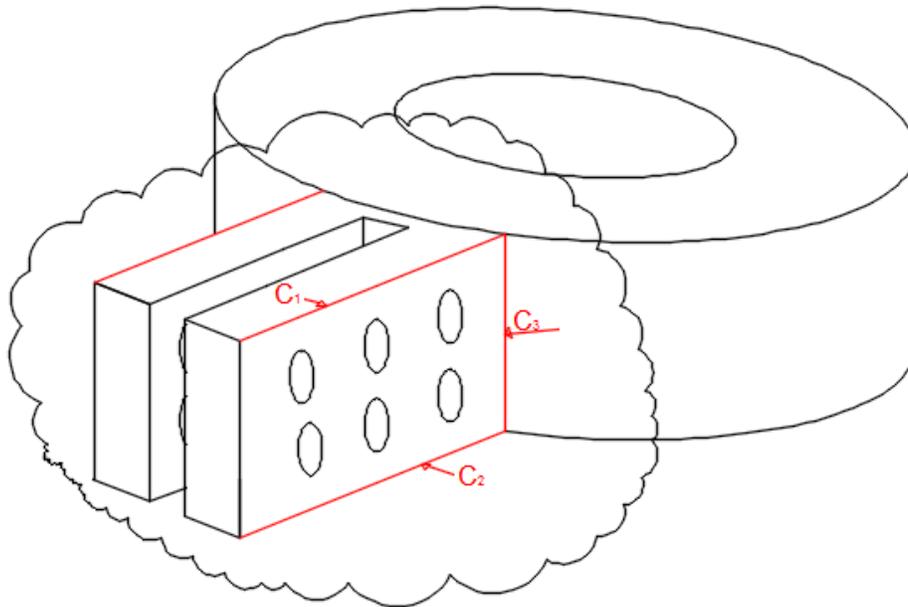
#### Tamaño mínimo de soldadura de filete.

Espesor de la parte unida más delgada, mm	Tamaño mínimo de soldadura de filete <sup>[a]</sup> , mm
Hasta 6 inclusive	3
Entre 6 y 13	5
Entre 13 y 19	6
Mayor que 19	8

[a] Dimensión del pie de la soldadura de filete. Se deben utilizar soldaduras de paso simple

**Tabla:** Soldaduras de Filete.

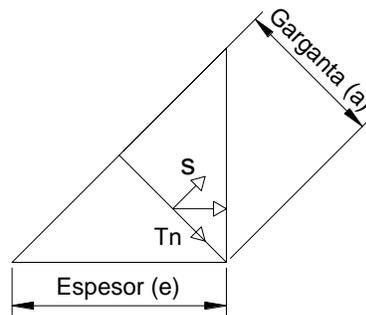
**3.5.2.- Análisis y cálculo de soldadura Unión. (Ver figura).**



**Figura 13.** Unión soldada.

**Dimensión del cordón 1 (C1).**

Soldadura en ángulo.



**Figura 14.** Esquema de soldadura

Espesor (e) = 5 mm	Garganta (a) = $0,707 \cdot e$	Largo (L) = 200 mm
	$a = 0,707 \cdot 5 \text{ mm}$	
	$a = 3.5 \text{ mm}$	T = 196.000 N

La sección de placa se considera abatida sobre el plano de cualquiera de los lados del cordón.

Donde este plano abatido es:

$$n = \frac{T}{2 \cdot L \cdot a}$$

Ahora en cuanto a la relación entre los esfuerzos del plano abatido y las paredes-perfil.

$$\begin{aligned} t_n &= 0 & t_a &= 0 \\ \sigma &= \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot n = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{T}{2 \cdot L \cdot a} \\ \tau_n &= \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot n = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{T}{2 \cdot L \cdot a} \end{aligned}$$

Remplazando:

$$\sigma = \frac{1 \times 196.000}{\sqrt{2} \cdot 2 \times 200 \times 3.5} = 98.99 \text{ MPa}$$

$$\tau_n = \frac{1 \times 196.600}{\sqrt{2} \cdot 2 \times 200 \times 3.5} = 98.99 \text{ MPa}$$

Una vez obtenidas estas relaciones entre esfuerzos y placa-perfil, se prosigue a la obtención del esfuerzo aplicado a la unión soldada, donde:

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma^2 + 1,8 \cdot \tau_n^2}$$

Remplazando:

$$\sigma_c = \sqrt{(98.99)^2 + 1,8 \cdot (98.99)^2} = 165.64 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_c \leq \sigma_u$$

Por lo tanto, La unión soldada tanto para el acero como para el aporte de soldadura cumple en gran medida con las solicitudes.

Los cordones C2, al igual que C3 y C4, no se analizan debido a que, se mostró que el cordón C1 soporta plenamente la carga.

### 3.5.3 Análisis y cálculo de soldadura unión perfil.

#### Dimensiones Cordón 1” (C1”).

MDNCA 2017

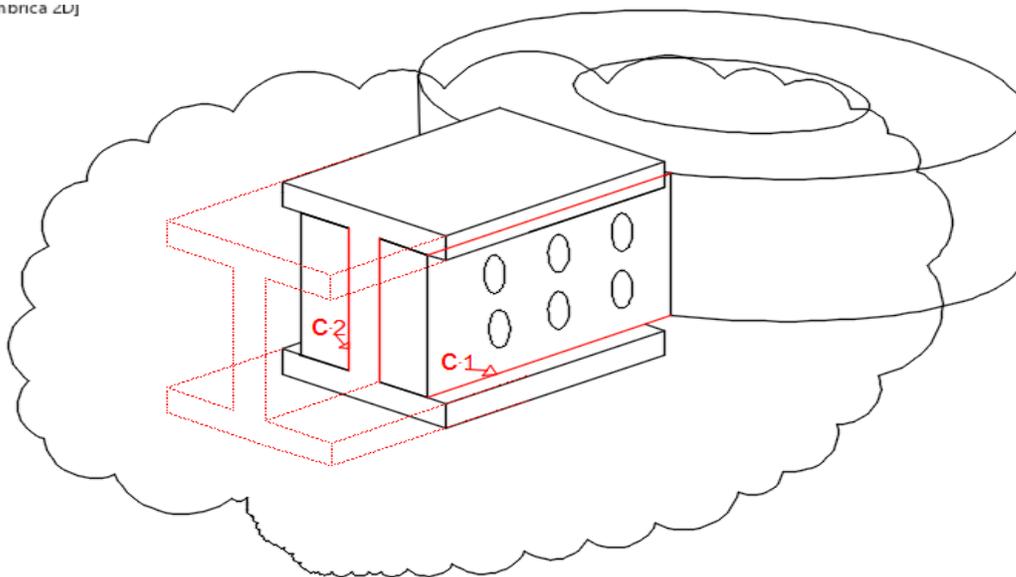
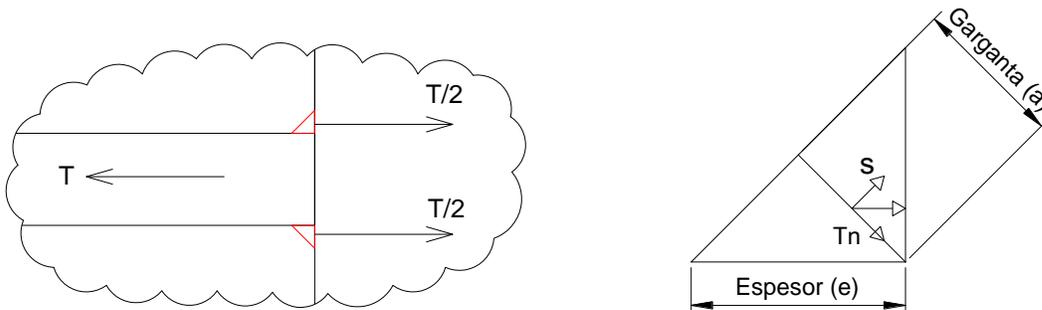


Figura 15. Esquema de soldadura

Espesor (e) = 5 mm	Garganta (a) = 0,707 · e	Largo (L) = 250 mm
	a = 0,707 · 5 mm	
	a = 3.5 mm	F= 196.000 N

La sección de placa se considera abatida sobre el plano de cualquiera de los lados del cordón.

Por lo tanto, se calcula el esfuerzo de corte con la fuerza de 196.000 N, por lo cual se demuestra que el cordón dará abasto a ciertas exigencias que se presentan.



El plano está conformado por el centroide demostrado, en lo cual se calcula con las siguientes dimensiones:

	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	Li	$\bar{X} \cdot Li$	$\bar{Y} \cdot Li$
1	125	250	200	31.250	62.500
2	125	0	250	31.250	0
3	0	100	200	0	20.000
$\bar{X}$	250	350	650	62.500	82.500

**Tabla 5.** Datos del centroide.

Ahora en cuanto la posición del Centroide:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i \cdot l_i}{\sum l_i} = \frac{62.500}{650} = 96.15 \text{ mm}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i \cdot l_i}{\sum l_i} = \frac{82.500}{650} = 126.92 \text{ mm}$$

De acuerdo a la dimensión obtenida, se calcula la distancia entre el Punto elegido a el centroide.

$$R_{1,2} = 159.21 \text{ mm}; R_3 = 126.9 \text{ mm}.$$

Una vez obtenidas dichas dimensiones, se prosigue al cálculo de Momento Resistente.

$$I = A_{sol} (l^2/12 + r^2).$$

Remplazando:

$$I_{1,2} = 875(250^2/12 + 159.21^2) \Rightarrow 26.736.637,7 \text{ mm}^2$$

$$I_2 = 700(200^2/12 + 126.9^2) \Rightarrow 13.605.860,33 \text{ mm}^2$$

$$I_T = 40.342.498,03 \text{ mm}^4$$

Una vez obtenidas la relación del Centroide y el Momento de Inercia, donde:

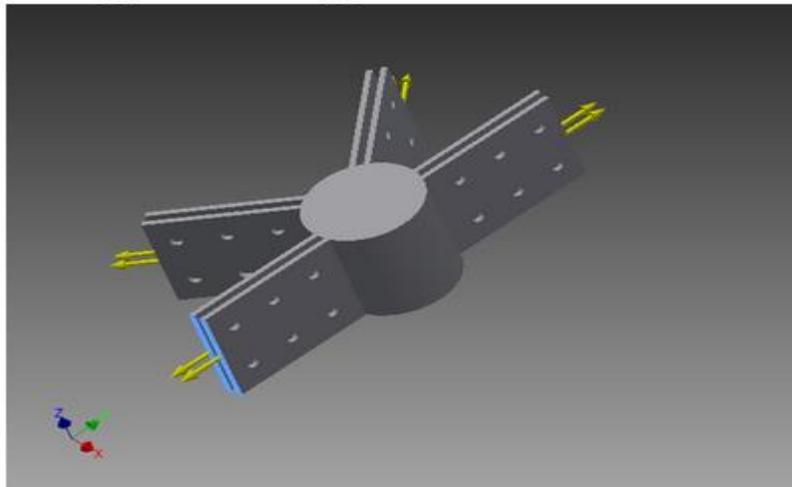
$$\tau_1 = P/A_{sol} \begin{cases} \tau_{x1} \\ \tau_y = 196.000 \text{ (N)} = 80 \text{ MPa.} \\ 2.450 \text{ mm}^2 \end{cases}$$

$$\tau_2 \begin{cases} \tau_{2x} = P \times e \times r_y = 196.000 \times 90 \times 123.1 = 53.82 \text{ MPa.} \\ I_t \quad 40.342.498,03 \text{ mm}^4 \\ \tau_{2y} = P \times e \times r_x = 196.000 \times 90 \times 103.85 = 45.40 \text{ MPa.} \\ I_t \quad 40.342.498,03 \text{ mm}^4 \end{cases}$$

$$\tau_{\text{Corte}} = \sqrt{(\tau_1)^2 + (\tau_2)^2} = \sqrt{(80)^2 + (52.82 + 45.40)^2} = 127.45 \text{ MPa.}$$

Por lo tanto, la unión soldada entre la pared al perfil, soporta los esfuerzos en tanto al material como la soldadura.

Los cordones C2 al igual que C3, no se analizan debido a que, se mostró que el cordón C1 soporta plenamente la carga.



**Fig.16.** Cargas en Placa Unión Soldada.

### 3.6.- Análisis de los pernos de anclaje, unión viga.

Por diseño se designa pernos de anclaje Hilti HAS ( $\frac{3}{4}$ )”=19,1mm, el cual se encuentra en el rango industrial y unión de espesores aceros ASTM A572 (e≤4”).

En cuanto a la perforación de la unión se designa para pasador de diámetro máximo de 20mm.

Ahora con respecto al esfuerzo de aplastamiento del perno, entre paredes y perfil, se cumple con las siguientes condiciones.

HVA Anclaje Químico HAS-E Varilla Roscada



Anclaje Hilti.

- Grado del perno 5.8

$$5.8 \Rightarrow F_y = 40 \left( \frac{kg}{mm^2} \right) ; \text{ Resistencia a la fluencia.}$$

$$5.10 \Rightarrow F_r = 50 \left( \frac{kg}{mm^2} \right) ; \text{ Resistencia a la ruptura.}$$

Pernos a utilizar clase 5.8.  $\rightarrow \sigma_f = 4000 \left( \frac{kg}{cm^2} \right)$



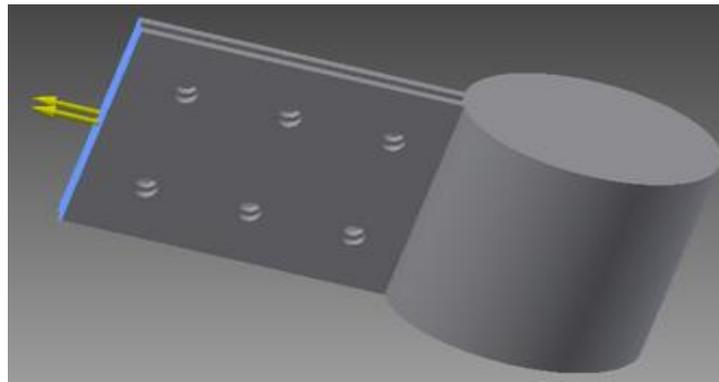
Tipo de Unión	Aplastamiento
Diámetro de perno (dp)	$\frac{3}{4}$ ”
Fuerza de tracción	10,775.51 Kg 23,755.933 Lb
Diámetro agujero (dh)	dp + 1/16”

**3.6.1.- Cálculos de pernos con las siguientes especificaciones.**

La sección de la placa se considera abatida sobre la viga con unión de soldadura y perno.

Por lo tanto, se calcula el esfuerzo de corte con dicha fuerza 196.000 N de tracción, por lo cual se demuestra en la sección anterior que el cordón dará abasto a ciertas exigencias que se presentan

El plano está conformado por el centroide demostrado, en lo cual se calcula con las siguientes dimensiones:



**Fig. 17.** Cálculo de pernos.

Nº	X <sub>i</sub>	Y <sub>i</sub>	A <sub>i</sub>	X <sub>i</sub> A <sub>i</sub>	Y <sub>i</sub> A <sub>i</sub>
1	0	0	284,84	0	0
2	80	0	284,84	22.787,2	0
3	160	0	284,84	45.574,4	0
4	0	100	284,84	0	28.484
5	80	100	284,84	22.787,2	28.484
6	160	100	284,84	45.574,4	28.484
Σ			1.709,04	136.723,2	85.452

**Tabla de Datos:** Posición Pernos de anclaje.

Obteniendo la ubicación del centroide, se calcula los siguientes datos específicos.

$$\bar{X} = \frac{\sum A_i X_i}{\sum A_i} = \frac{136.723,2}{1.709,04} = 80$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum A_i Y_i}{\sum A_i} = 50$$

**-Distancia de los pernos al centroide.**

Nº	X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	-80	50	6.400	2.500
2	0	50	0	2.500
3	80	50	6.400	2.500
4	-80	-50	6.400	2.500
5	0	-50	0	2.500
6	80	-50	6.400	2.500
Σ			25.600	15.000

**Tabla de datos.-** Distancia de los pernos al centroide.

Datos:

Área del perno:  $\frac{\pi * r^2}{4} = 0.4415 \text{ pulg}^2 \Rightarrow 284.84 \text{ mm}^2$ .

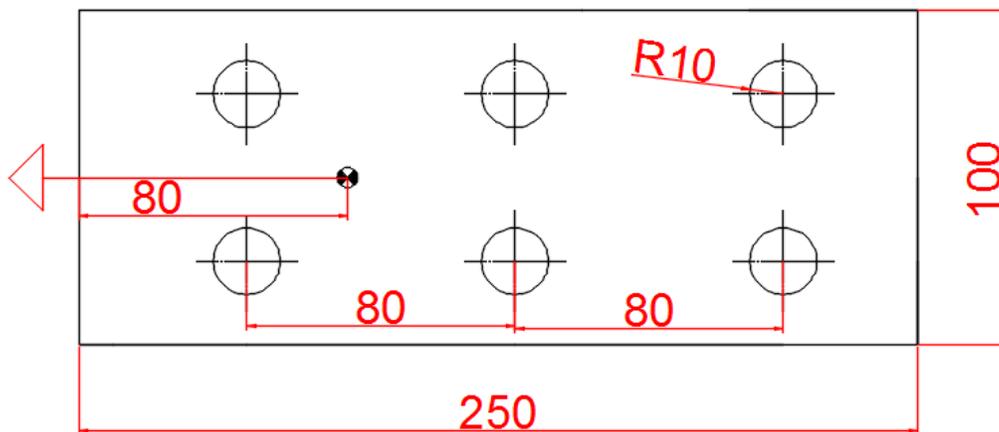


Fig. 15. Cálculo de pernos.

Una vez obtenido los datos bases, se prosigue al cálculo de Fuerza de corte Directo:

$$F_1: \frac{P}{n} = \begin{cases} F_{1x} = \frac{Px}{n} = \frac{196.000(N)}{6} = 32.666,6(N) \\ F_{1y} = 0 \end{cases}$$

De acuerdo, a la ubicación del centroide y la fuerza de corte directa, se calcula la Fuerza debido al Momento.

$$F_2: \frac{P * e * ry}{\Sigma x^2 + y^2} = \begin{cases} F_{2x} = -\frac{P * e * ry}{\Sigma x^2 + y^2} = \frac{-196.000 * 125 * ry}{40.600} = -603,4492759 \times Ry(N) \\ F_{2y} = -\frac{P * e * rx}{\Sigma x^2 + y^2} = \frac{-196.00 * 125 * Rx}{40.600} = 603.4492759 \times Rx(N) \end{cases}$$

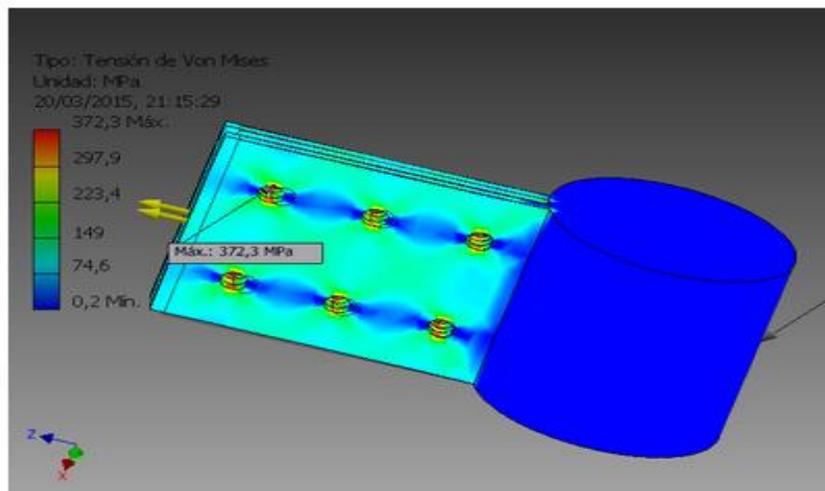
Obteniendo la relación entre la fuerza de corte directo y fuerza debido al momento, se determina el esfuerzo de corte, en lo cual el perno deberá resistir.

**Tabla de Datos:** Cálculo de pernos.

Nº	Fx1 (N)	Fy1	Fx2 (N)	Fy2 (N)	Fx (N)	Fy (N)	F(N)	$\tau$
1	32.660,6	0	-30.172,4	-48.275,8	2.488,2	-48.275,8	48.339,8	169.7
2	32.660,6	0	-30.172,4	0	2.488,2	0	2.488,2	8.735
3	32.660,6	0	-30.172,4	48.275,8	2.488,2	748.257,8	48.339,8	169.7
4	32.660,6	0	30.172,4	-48.275,8	62.833	-48.275,8	79.237,2	278.1
5	32.660,6	0	30.172,4	0	62.833	0	62.833	220.5
6	32.660,6	0	30.172,4	48.275,8	62.833	48.275,8	79.237,2	278.1
					$F_{x1}+F_{x2}$	$F_{y1}+F_{y2}$	$\sqrt{F_{x2} + F_{y2}}$	$\tau = \frac{F}{A}$

Por lo tanto, la unión apernada entre la pared al perfil, cumple en gran medida con las solicitaciones de esfuerzos de corte en tanto al material como los pernos. Por seguridad se selecciona perno Hilti HAS (3/4)"=19,1mm, con las especificaciones que se indican en la tabla de anexos.

☐ **Tensión de Von Mises**



**Fig. 20.** Tensión Von Mises.

## **CAPÍTULO IV. Parte II°**

**“SISTEMA MECÁNICO PARA MEDIALUNA TRAINING”.**

#### **4.0.- Introducción al sistema mecánico.**

Las necesidades de automatización industrial tienen por respuesta equipos cada vez más versátiles. Estos equipos, en algunos casos, al mismo tiempo que dan la solución buscada, traen consigo problemas que también hay que solucionar.

El presente proyecto plasmará la información relevante que permitirá poner en funcionamiento automatizado un sistema mecánico de entrenamiento, en donde con la utilización de un controlador lógico programable el proceso se realizará continuamente las veces necesarias, para el entrenamiento del jinete en forma práctica del rodeo chileno.

Para realizar dicha actividad se presentarán los respectivos diagramas de conexionado del dispositivo que actuarán en el proceso, como la correa para el movimiento del equipo, con sus respectivos sensores de carga al igual que límites de movimientos.

Junto con ello se incluirá la programación del PLC en lenguaje Ladder, lo que representa las sentencias necesarias para llevar a cabo la operación comandada por el PLC.

### **OBJETIVO**

Diseño del sistema de training, además:

- Propuesta y evaluación del sistema mecánico.
- Diseñar el circuito de control en funcionamiento del sistema mecánico.
- Diagramas de conexionado de plc, reles y contactores.
- Diagrama de conexionado de sensores.

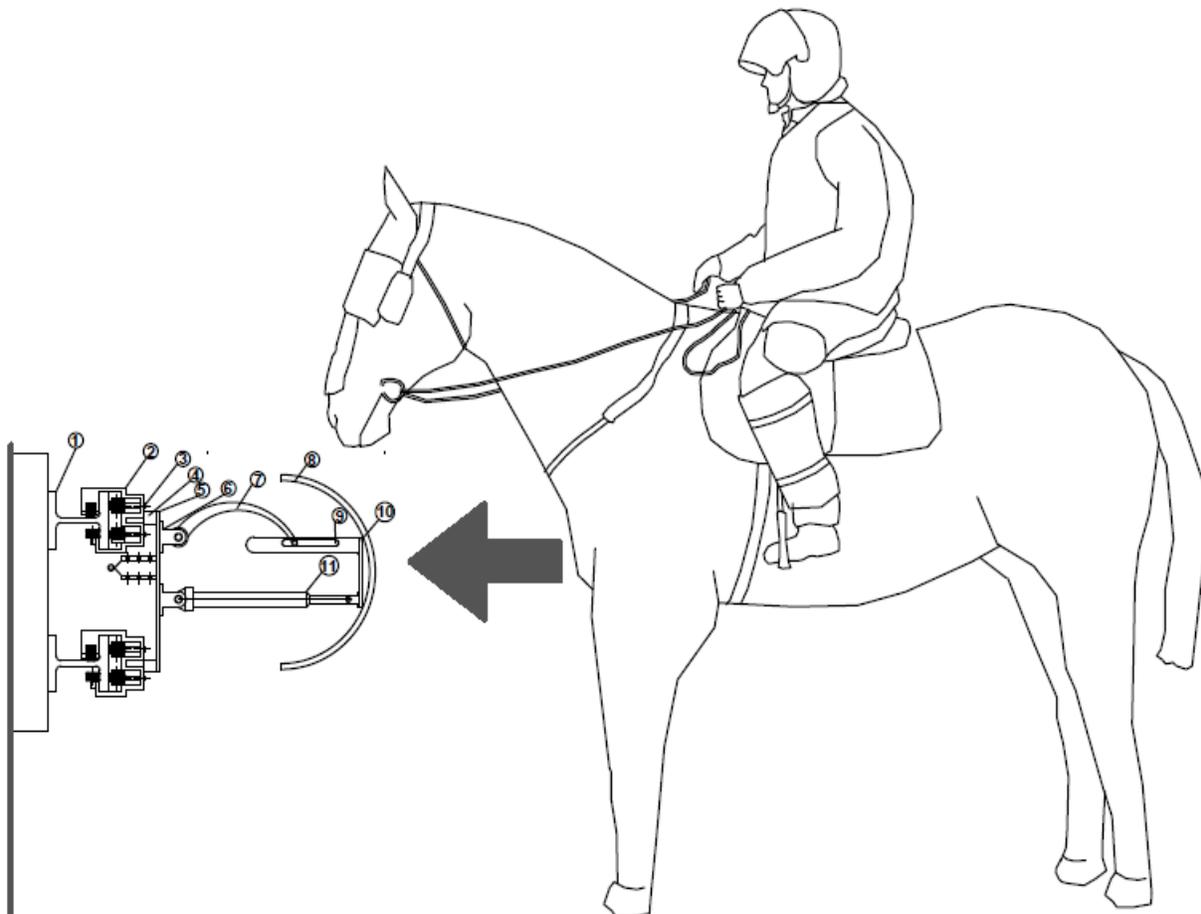
#### 4.1.- Descripción de la propuesta del sistema mecánico.

La necesidad del sistema mecánico para entrenamiento, se justifica actualmente en Chile porque no se encuentran las herramientas de trabajo para entrenar, lograr así eficiencia y eficacia, como todo tipo de deporte que se encuentran en el mundo.

Por no contar con elementos adecuados, se implementa un sistema que en Chile no existe, ya que todo competidor o club manda a entrenar a sus caballos fuera del país, por no haber establos o medialunas de entrenamientos, y así abaratan costos en la construcción de este diseño como el día a día de prácticas.

Para ello el sistema que es desarmable, se instalara en el interior de una medialuna, para la práctica durante el periodo de lluvias.

El sistema de entrenamiento será automatizado lo que permite una mayor eficacia en las prácticas del rodeo chileno, al igual a la protección del novillo como del caballo por el revestimiento del sistema, lo que permite disminuir el maltrato animal.



**Fig. 21.** Sistema mecánico.

#### **4.1.2.- Características del sistema mecánico.**

Esta construido en su totalidad por piezas sólidas, lo que da rigidez estructural, para disminuir esta rigidez y no tenga un impacto muy duro se posicionan distintos elementos amortiguantes para una mayor durabilidad del conjunto, con el objeto de realizar movimientos por acción o efecto de una fuerza, accionada por un conjunto de corredera.

También se asocia un sistema electrónico que reproduzca los movimientos naturales de un novillo a partir de un servomotor accionado por la energía eléctrica.

Como el movimiento simulado tiene una intensidad y una dirección, en ocasiones es necesario cambiar esa dirección y/o aumentar la intensidad, y para ello se utilizan componentes externos (sensores) al servomotor para darle distintas condiciones de funcionamiento.

En general el sentido de movimiento puede ser circular (movimiento de rotación) o lineal (movimiento de translación) los motores tienen un eje que genera un movimiento circular.

La principal característica será, que todo el sistema estará controlado por un programador, PLC en lo cual, dará la acción ON/OFF del sistema mecánico, incluyendo sensores de puntuación a nivel práctico del Rodeo Nacional.

#### **4.1.3.- Beneficios de la propuesta training:**

La propuesta del sistema para entrenamiento del rodeo nacional, tiene los siguientes beneficios en lo cual es la importancia de dicho proyecto:

#### **Funcionalidades automatizadas por programación PLC.**

- Sensores de carga, en lo cual da la puntuación enfocado a la norma del rodeo chileno.
- Motor eléctrico con su respectivo variador de frecuencia, donde dará la potencia útil para el movimiento lineal como variable a diferentes velocidades necesarias en el sistema.
- Utilización del sistema durante todo el año, tanto en el verano como en el invierno que es lo más necesario.
- Operación como mantención a bajo costo a la razón del entrenamiento.

#### 4.1.4.- Función y descripción del sistema mecánico training.

Para comenzar la construcción del sistema training para el rodeo, es necesario seleccionar los materiales. La primera selección corresponde a elegir perfiles estructurales para crear una corredera que está fijada a la pared de la medialuna. La corredera permite que el desplazamiento línea sea paralelo a dicha pared, en lo cual tiene una longitud de 12 (metros), en donde el jinete debe impactar.

El comienzo y fin de la carrera está condicionada por sensores de posición, en este caso se utilizan sensores Limit Swich al principio del perfil para iniciar la carrera, y otro al fondo para finalizar.

La estructura que simula el novillo, está conformada por piezas rígidas de acero, construidas en su mayoría por placas estructurales, soldadas y en curvadas como lo dicta el diseño presentado.

La disminución del impacto generado por el caballo, es asumido por tres amortiguadores fijos, entre la placa base y la placa curva. A su vez la línea de amortiguación se logra con un arco y corredera, que posicionan y además sostienen la placa curva donde estarán instalados los sensores de presión (Celda de Carga).

La elección de las celdas de carga se tomaron dos factores, el primero corresponde al diseño, que debe ser estéticamente favorable y la celda plana que permita dar la comodidad y protección al caballo, cuando sea impactado. El segundo factor es la capacidad de la celda, para el diseño asumimos una amplitud de carga entre los 11 kg y los 23.000 kg que en efecto es un rango amplio para el entrenamiento.

Otro punto a considerar dentro del conjunto es la forma en que se dará el movimiento a todo el sistema, pero aun más importante es como se transmitirá este movimiento al conjunto de entrenamiento. Una carrera múltiple fija en la parte posterior de la placa base se encarga de este movimiento, ya que solamente es sujeta de un extremo superior o inferior, trabajando en conjunto al motor y poleas.

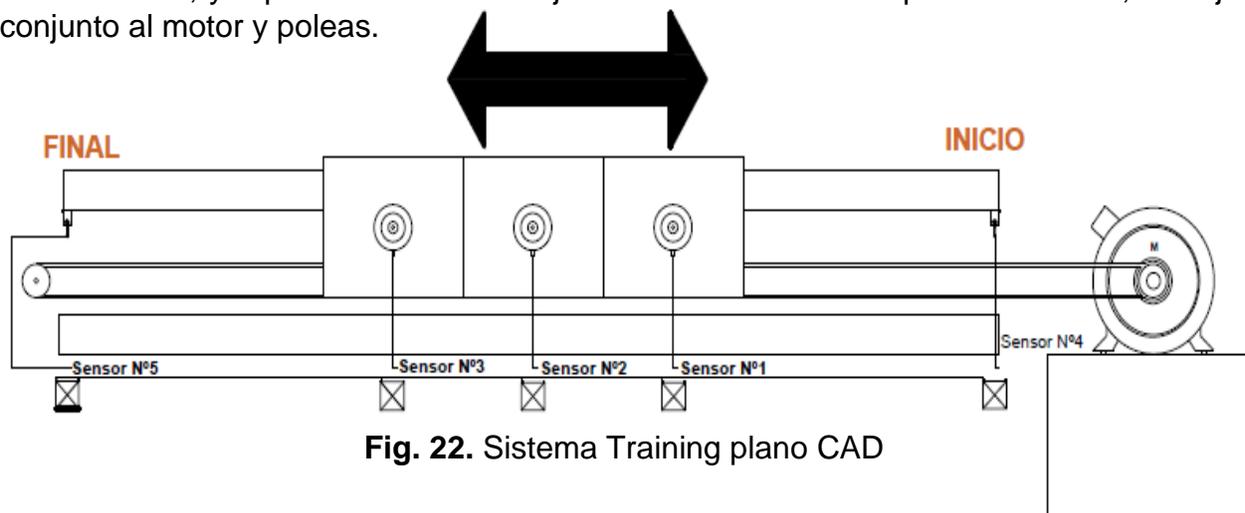
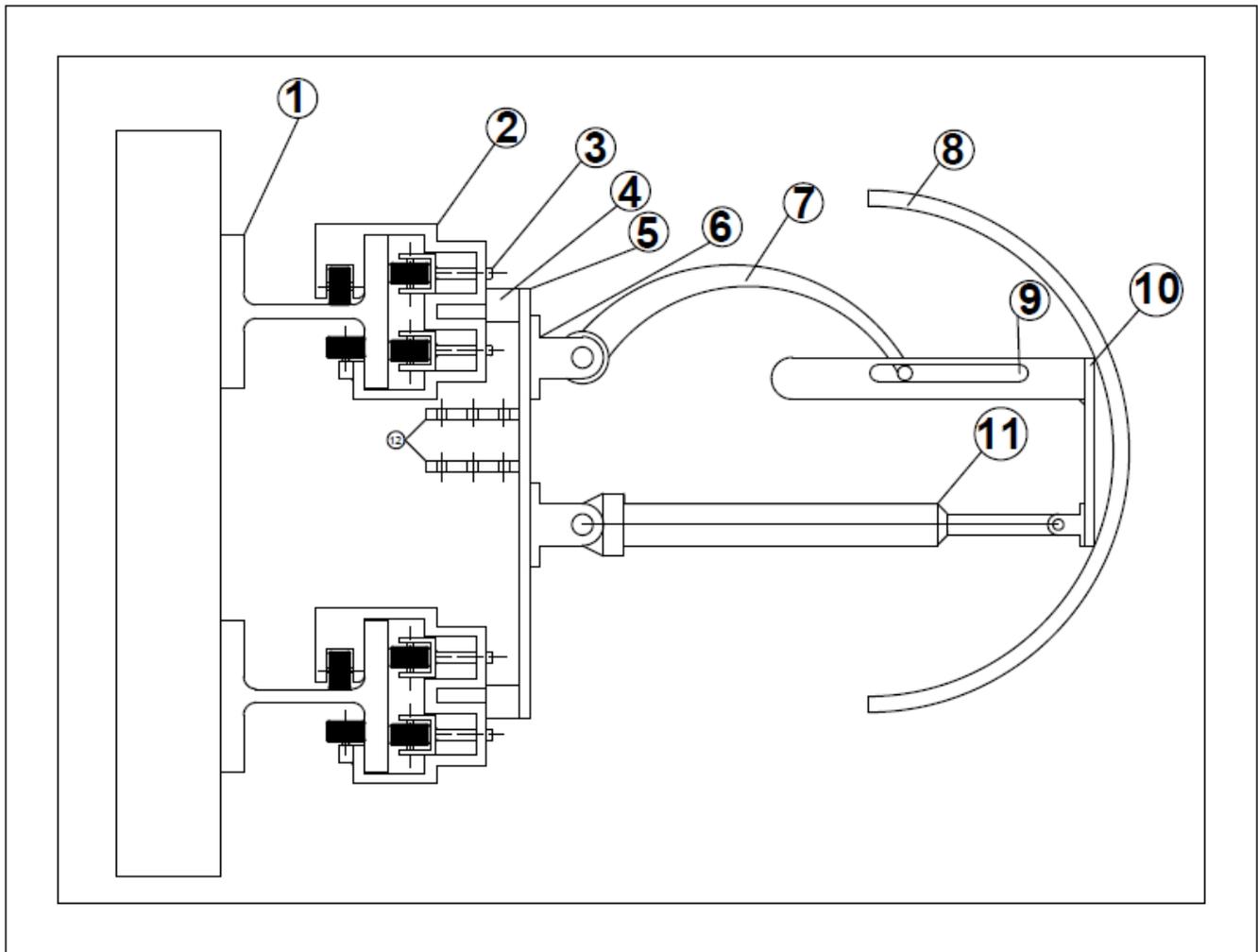


Fig. 22. Sistema Training plano CAD

#### 4.2.- Diseño del sistema training.

El conjunto hecho principalmente de acero tiene mediciones reales de un novillo para asemejar lo real con lo práctico, se diseña un sistema que se encuentra revestido para que no dañe físicamente al caballo, es por esto que la cubierta donde van montados los sensores será de forma semi-cilíndrica que reproduce la estructura corporal del animal.

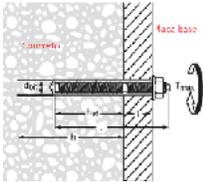
- **Distribución de Componentes del Sistema:**



**Fig. 23.** Diseño training del Sistema Mecánico.

**4.2.1.- Componentes y especificaciones del diseño.**

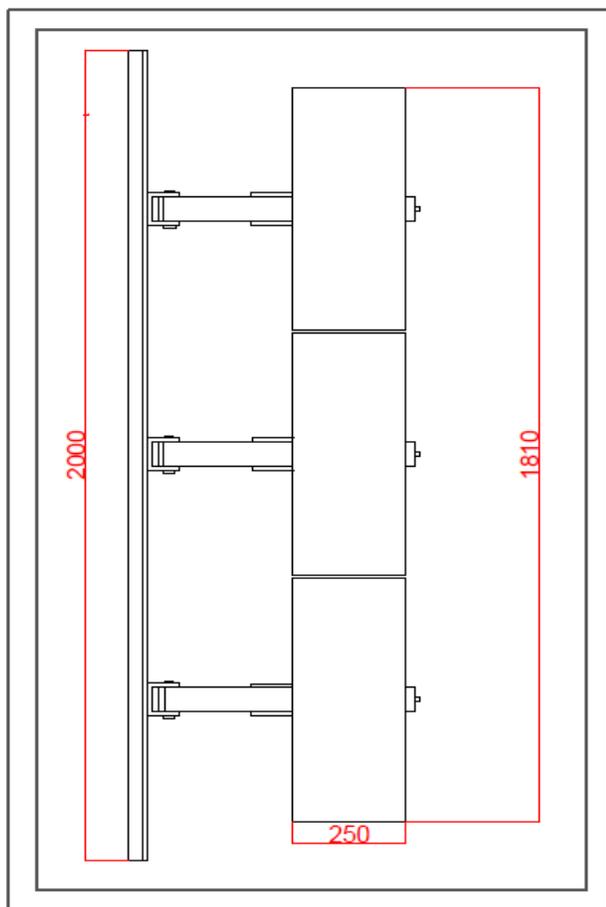
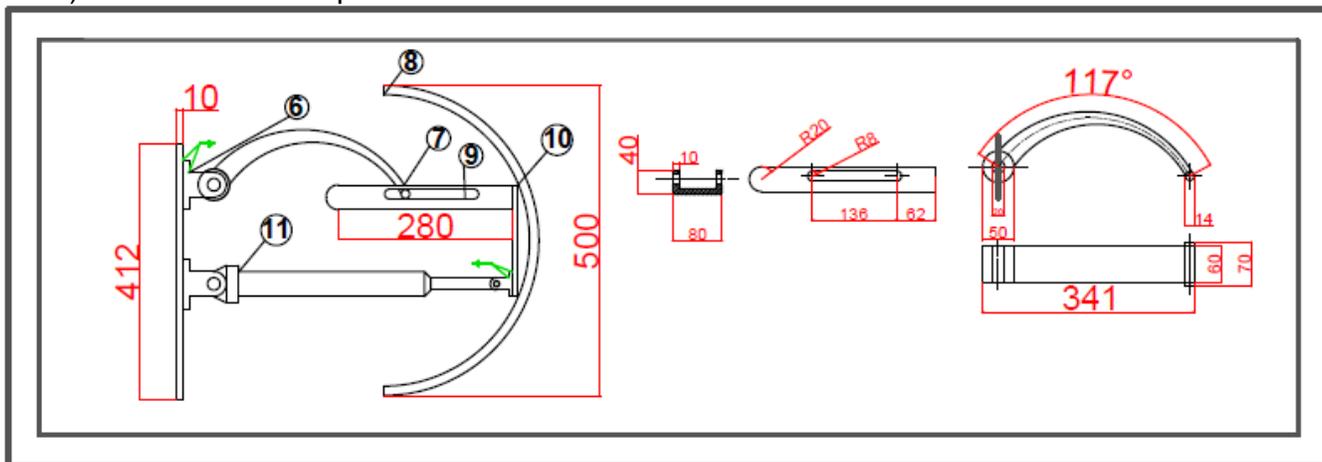
En la construcción del diseño propuesto se conforma por dichos accesorios.

<p>Perfil H</p>		<p>Pernos de anclaje</p>	
<p>Correa</p>		<p>Placas de acero</p>	
<p>Ruedas HTC</p>		<p>Amortiguador</p>	

**Tabla:** Componentes de diseño.

4.2.2.- Desglose y características principales del sistema mecánico.

a) Estructura del soporte secundario del novillo.



11	3		AMORTIGUADOR	ESTANDAR	1:1	
10	1		PLACA UNIÓN 3	A 37-24 ES	1:1	Placa 180x1800 mm
9	3		CORREDIZO	A 37-24 ES	1:1	
8	1		NOVILLO PRACTICO	A 37-24 ES	1:1	Placa 500x1800 mm
7	3		SOPORTE DE APOYO	A 37-24 ES	1:1	
6	3		PERNO ANCLAJE	ACERO TEMPLADO	1:1	Comercial
Nº	CANT	PL. Nº	DESIGNACIÓN	MATERIAL	ESCALA	OBSERVACIÓN

LISTADO DE MATERIALES

CALCULO: DIEGO ARAVENA. HERMAN VASQUEZ.	FECHA: 20/04/2015	<b>SISTEMA MECÁNICO</b>	<b>UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO</b>
DIBUJO: DIEGO ARAVENA. HERMAN VASQUEZ.	FECHA: 20/04/2015		
REVISO:	FECHA:		
MODIFICO:	FECHA:		
REVISO:	FECHA:		
ESCALA: 1:1		☰ ⊕	FECHA ENTREGA: 20/04/2015

Fig. 24. Desglose Soporte Secundario.

Tabla. Características del Plano a.

b) Estructura soporte principal del sistema.

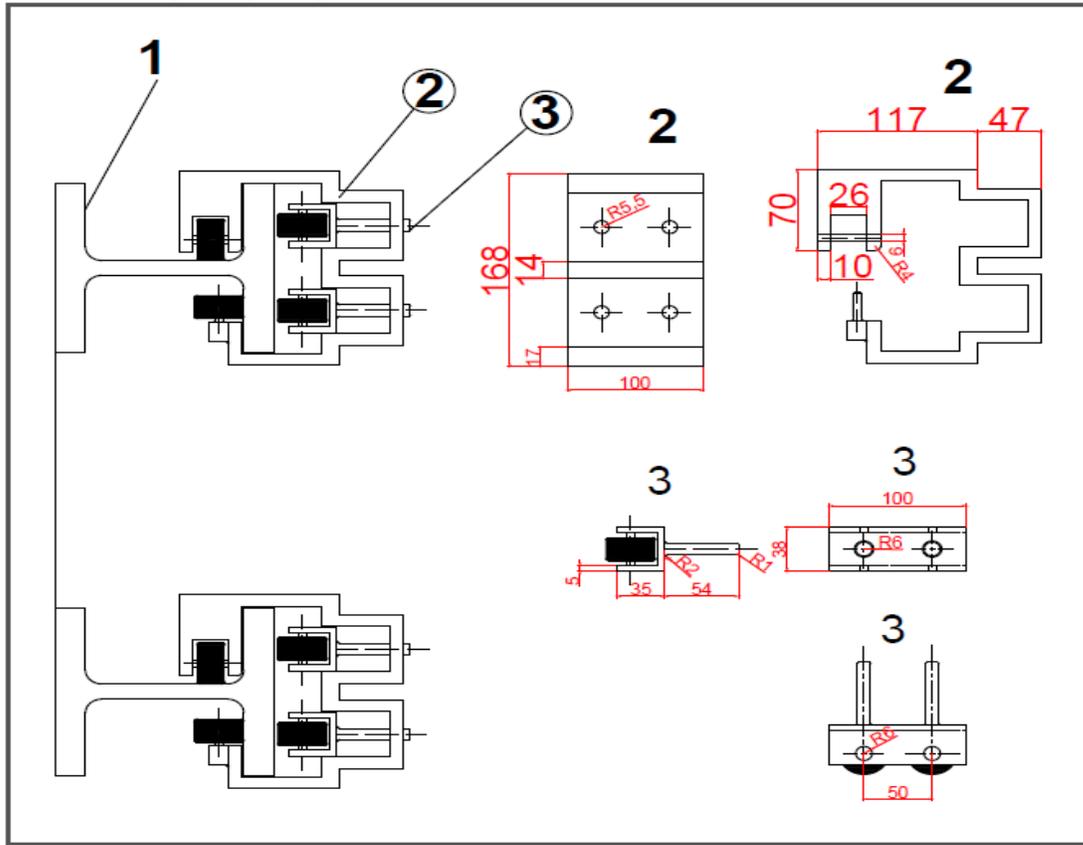


Fig. 25. Soporte Principal

N°	CANT	PL. N°	DESIGNACIÓN	MATERIAL	ESCALA	OBSERVACIÓN
3	32		RUEDAS HTC	POLIESTIRENO	1:1	COMERCIAL
2	4		PERFIL ESTRUCTURAL	A 37-24 ES	1:1	
1	4		PERFIL H	ACERO ESTRUCTURAL	1:1	COMERCIAL

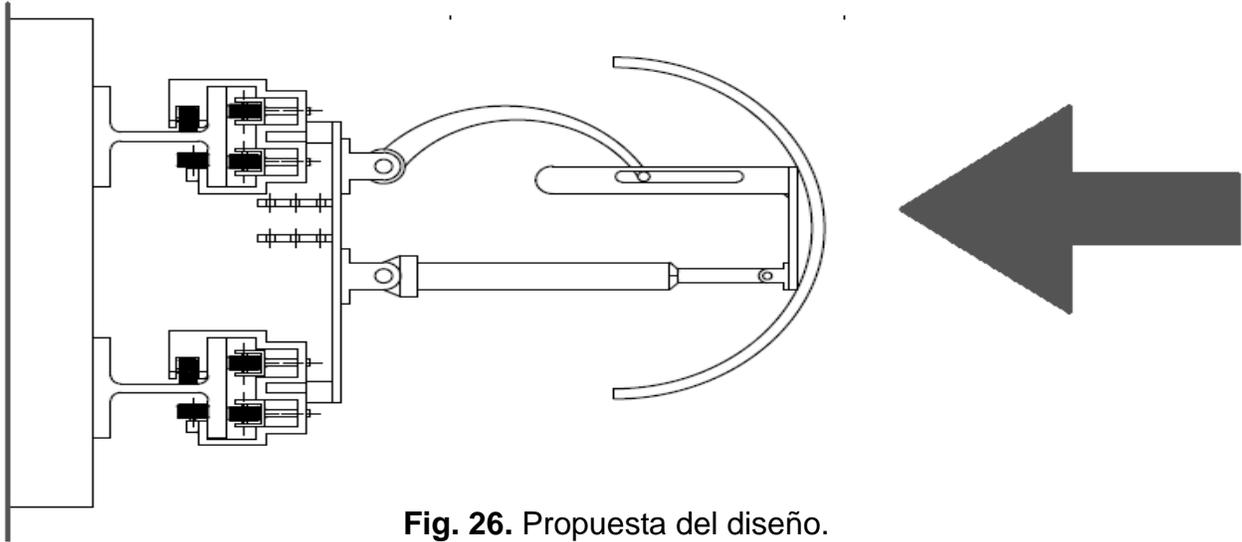
  

LISTADO DE MATERIALES						
CALCULO: DIEGO ARAVENA. HERMAN VASQUEZ.	FECHA: 20/04/2015	<b>SISTEMA MECÁNICO</b>			UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO	
DIBUJO: DIEGO ARAVENA. HERMAN VASQUEZ.	FECHA: 20/04/2015					
REVISO:	FECHA:				DEPARTAMENTO INGENIERÍA MECÁNICA	
MODIFICO:	FECHA:				N° DE PLANO:	
REVISO:	FECHA:				ESCALA: 1:2	

Tabla: Rotulo Soporte Principal.

### 4.3.- Propuesta Sistema Mecánico.

El esquema muestra un sistema mecánico, en el cual la función principal es el movimiento lineal del sistema, para llevar a cabo el entrenamiento del jinete, simulando un novillo en un rodeo convencional.



**Fig. 26.** Propuesta del diseño.

#### Consigna del sistema:

Para iniciar el funcionamiento del motor parte si el Novillo (Placa) se encuentra en el inicio de la partida y el entrenador presiona la botonera start.

La motor se detiene de forma automática si alcanza una carga de impacto del jinete al novillo (Placa) o si el entrenador acciona la botonera stop, o si llega al final de la carrera.

Los sensores limit switch, solo será posible activar si el sistema llega al inicio o final de la partida.

El motor nunca funciona sin el consentimiento del entrenador o botón inicio.

Se pide:

- Selección de componentes electromecánicos e instrumentación
- Esquema de cableado de botoneras Start, Stop, sensores de carga, salida de relé a contactor del servomotor y relés de accionamiento.
- Programa ladder
- Simulación de funcionamiento del circuito de control.

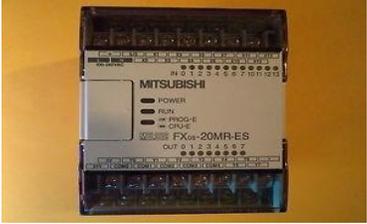
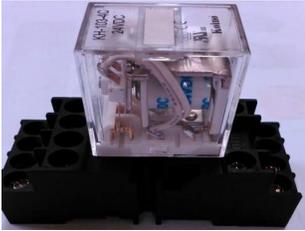
### 4.3.1 Sistema eléctrico a utilizar.

El sistema eléctrico esta principalmente conformado por un PLC que contiene un programa, el cual permite ejecutar los movimientos en la simulación práctica, al PLC van conectados los sensores que hacen que este entrenamiento se logre desarrollar.

Es un sistema pequeño de pocas conexiones en donde el movimiento está dado por un motor energizado de corriente eléctrica donde se conectara un variador de frecuencia para modificar la velocidad y aceleración de este. De igual manera también conectada al motor ira el PLC que entregará las órdenes.

### 4.3.2.- Implementación del sistema

Para un funcionamiento correcto y completo que cumpla las condiciones de uso del sistema training y que se mantenga en los parámetros deseados, es necesario diferentes tipos de equipos, los que se presentan a continuación:

	<p>Un PLC que posee 12 entradas y 8 salidas.</p>
	<p>6 relés.</p>
	<p>Botonera Star /Stop</p>
	<p>6 Contactor.</p>

	<p>2 Limit switch</p>
	<p>3 Sensores (Celda de Carga).</p>
	<p>Variador de frecuencia.</p>
	<p>Servomotor.</p>
	<p>Transductor inalámbrico.</p>

**Tabla:** Componentes del sistema.

#### 4.3.3.- Descripción y funcionamiento de los componentes principales.

- **Celda de Carga tipo compresión:**

Son celdas que miden la fuerza según su compresión con una excelente estabilidad a largo plazo. En su mayoría, son construidas en acero inoxidable para asegurar la fiabilidad en entornos industriales. Está diseñada para operar montadas a una superficie plana, y tiene un botón de carga mecanizado como parte integrante de la celda de carga básica cuyo fin es medir la deformación del material.

Función principal, obtener la señal de impacto al novillo en lo cual se demuestra la puntuación en dicha celda impactada. (Tres Celdas de carga, tres puntuaciones).



**Fig.** Celda de Carga.

- **Limit Switch:**

Dentro de los componentes electromecánicos, se encuentra el final de carrera o sensor de contacto (también conocido como "interruptor de límite"), son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido o de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora que sería el caso más acertado para este sistema, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado.

La función principal para el sistema, es dar la señal u orden de inicio como el límite final de la carrera, llevando a cabo el ON/OFF de la simulación.



**Fig.** Limit Switch.

- **Servomotor:**

Un servomotor (también llamado servo) es un dispositivo similar a un motor de corriente alterna necesaria para este sistema, que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición.

Su principal función, es accionar el funcionamiento del sistema dando la orden eléctrica de avance como finalización, con dicha fuerza torque necesario para este diseño al igual diferenciando sus velocidades variando los rpm como el movimiento en sí.



**Fig. Servomotor AC.**

- **Variador de frecuencia:**

Un variador de frecuencia es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.

Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad. Los variadores de frecuencia son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA, micro drivers o inversores.

Su principal función, es el control de torque, control de velocidad, control de posición y modos de control integrales. Al igual ayuda en el ajuste de parámetros automática del controlador de velocidad en la que puede ser identificado automáticamente a través de la inercia rotacional, y luego éstos son optimizados basados en la respuesta de velocidad de avance.



**Fig. Variador de frecuencia.**

- **Correa de transmisión.**

Se conoce como correa de transmisión a un tipo de transmisión mecánica basado en la unión de dos o más ruedas, sujetas a un movimiento de rotación, por medio de una cinta o correa continua, la cual abraza a las ruedas ejerciendo fuerza de fricción suministrándoles energía desde la rueda motriz.

Es importante destacar que las correas de transmisión basan su funcionamiento fundamentalmente en las fuerzas de fricción, esto las diferencia de otros medios de flexibles de transmisión mecánica, como lo son las cadenas de transmisión y las correas dentadas las cuales se basan en la interferencia mecánica entre los distintos elementos de la transmisión.



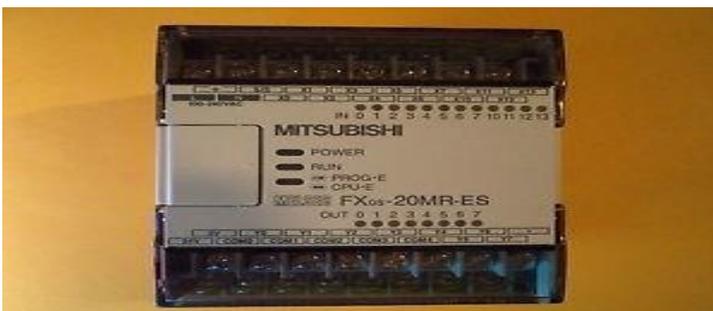
**Fig.** Correa de movimiento.

- **PLC (controlador lógico programable).**

Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

Los PLC son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto.

Su función principal, es el control de funcionamiento del sistema en donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, de lo contrario no producirá el resultado deseado.

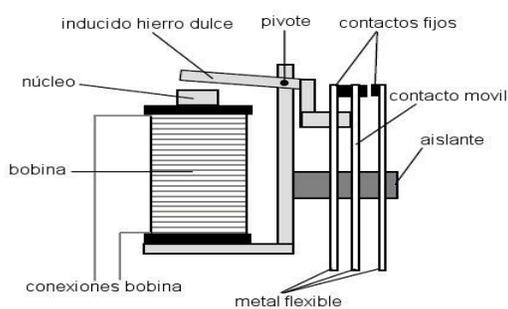


**Fig.** Controlador Lógico Programable.

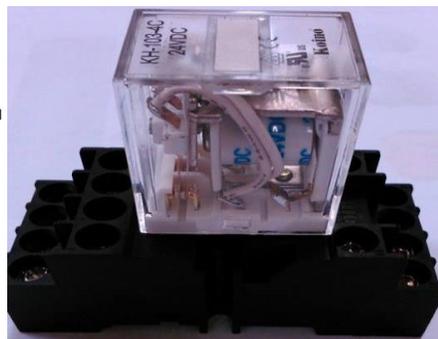
- **Relés.**

El relé o relevador es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

La gran ventaja y función del relé, es la completa separación eléctrica lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control, lo cual es útil en el sistema dado que ofrece la posibilidad de control de un dispositivo a distancia mediante el uso de pequeñas señales de control.



**Fig.** Partes de un relé.



**Fig.** Relé a usar.

- **Contactores.**

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos).

La función principal del contactor, es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción.



**Fig.** Contactores..

**4.3.4.- Conexionado de entradas y salidas.**

- Conexionado de salidas, relé, preaccionador y contactor.

**SALIDAS**

<b>Función.</b>	<b>Nombre.</b>
Avance de motor.	Y <sub>0</sub>
Retroceso de motor.	Y <sub>1</sub>
Luz intermitente.	Y <sub>2</sub>
Luz 1, indicador de puntos.	Y <sub>11</sub>
Luz 2, indicador de puntos.	Y <sub>12</sub>
Luz 3, indicador de puntos.	Y <sub>13</sub>
Luz 4, indicador de puntos.	Y <sub>14</sub>
Luz 5, indicador de puntos.	Y <sub>15</sub>
Luz 6, indicador de puntos.	Y <sub>16</sub>
Luz 7, indicador de puntos.	Y <sub>17</sub>

- Conexionado de entradas, botoneras y sensores

**ENTRADAS**

<b>Función.</b>	<b>Nombre.</b>
Celda de carga 1.	X <sub>3</sub>
Celda de carga 2.	X <sub>4</sub>
Celda de carga 3.	X <sub>5</sub>
Limit switch, Inicio Partida.	X <sub>2</sub>
Limit switch, Final Partida.	X <sub>6</sub>
Botón Start, inicio.	X <sub>7</sub>
Botón Reinicio partida.	X <sub>10</sub>
Botón Emergencia.	X <sub>11</sub>

#### 4.3.5.- Operación del sistema mecánico con las siguientes condiciones.

Se demuestra anteriormente los componentes principales de dicho sistema mecánico, en lo cual para su operación necesita su estructura de comandos con variables condiciones tanto en forma irracional como racional.

##### Condiciones:

- Alta y media velocidad del sistema modificado con un variador de frecuencia.
- Sensores de carga, indican puntuación de impacto.
- Limit switch, indica el inicio y final de carrera simulada.
- Programación adecuada en forma práctica.

#### 4.3.6.- Estructura del circuito en control de funcionamiento:

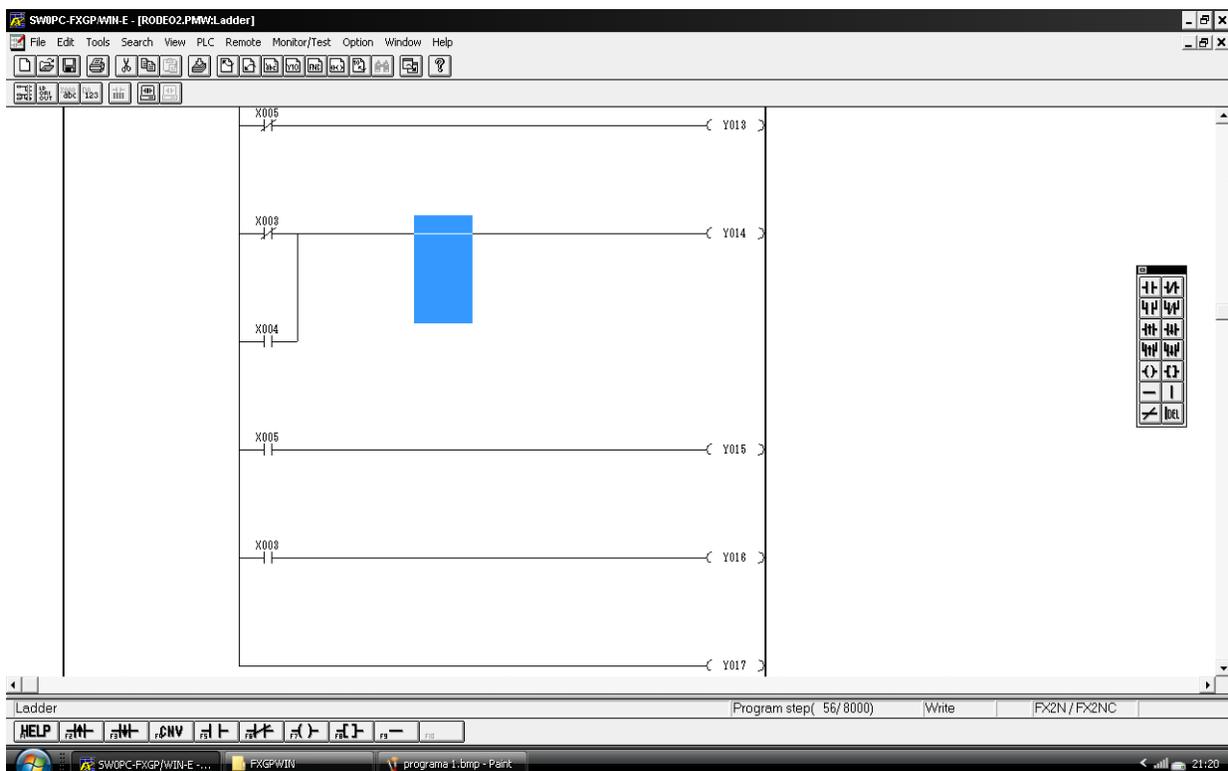
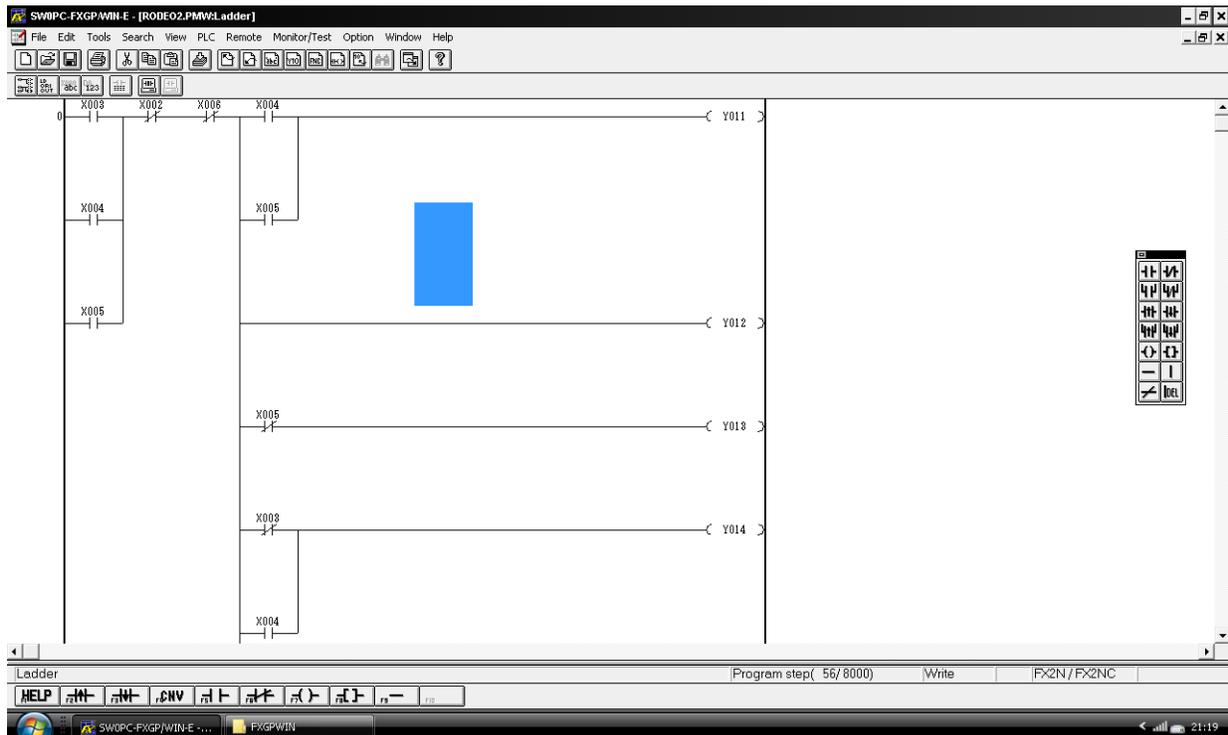
- 1.- Mediante botonera START y si el sistema está en el inicio de la partida dar funcionamiento al servomotor para mover de forma inmediata el conjunto.
- 2.-El entrenador dará inicio a carrera simulada, a media velocidad luego de partir el servomotor.
- 3.-Impacto de jinete en el novillo (Placa), dando la evaluación de la celda de carga con la puntuación en dicho punto dependiendo la zona en la cual se presiona (zona 1, zona2, zona 3).



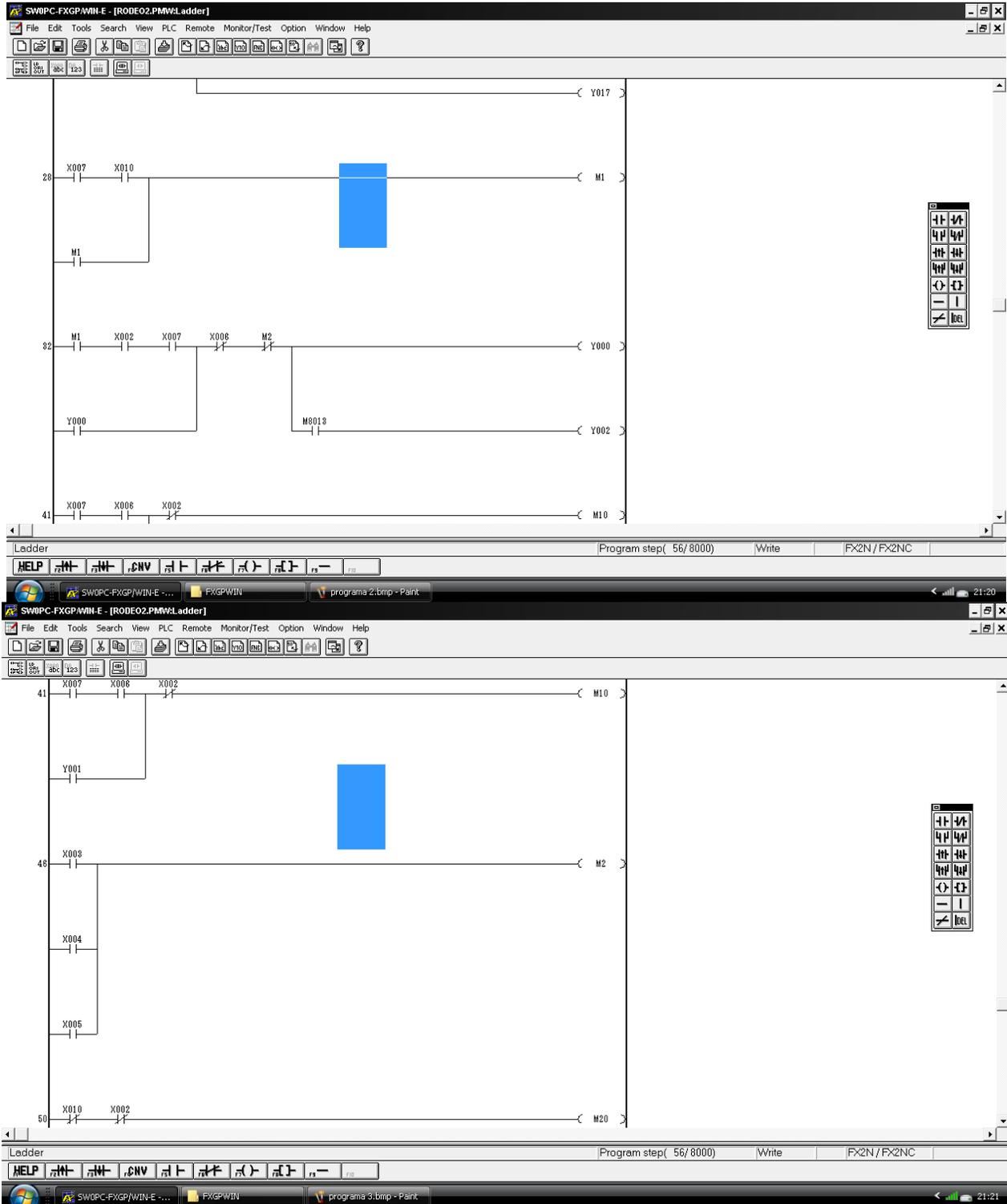
Fig.27. Esquema Puntuación.

- 4.-Al impulso y detector de puntuación, dar por finalizado la carrera simulada y servomotor modo off.
- 5.-Segunda parte, Reiniciar la carrera con cambio de velocidad media a alta.
- 6.- Simulación de carrera, con novillo a alta velocidad.
- 7.- Sensor limit Switch de finalización actuara en caso de fallo del jinete en el impacto, y dará por finalizado la carrera simulada.

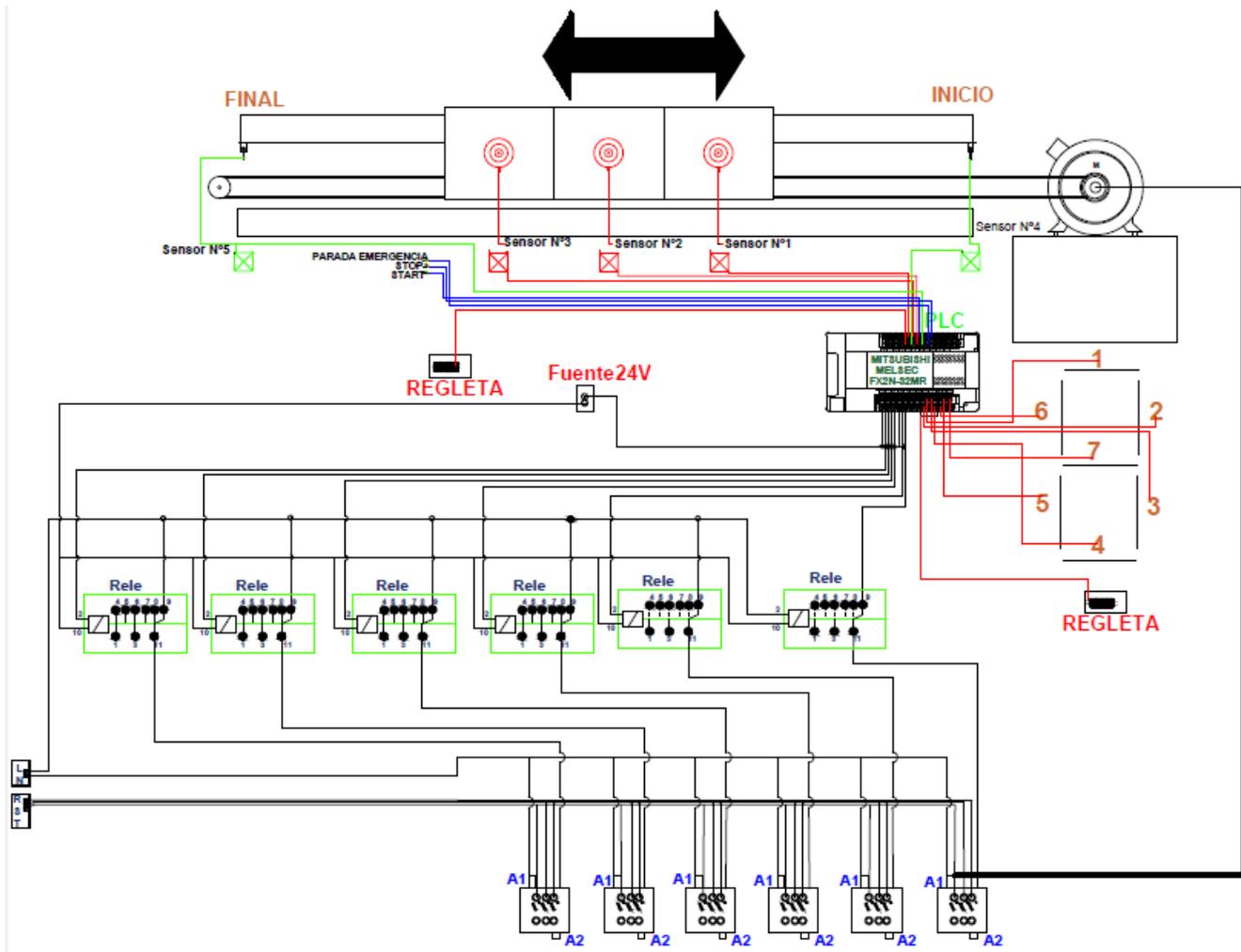
### 4.4.1- Programación con herramientas de aplicación proyecto.



“Diseño dinámico y estructural de una medialuna cubierta para training”



#### 4.5.1.- Plano en CAD de aplicación automática.



#### 4.6.- Análisis de programación en funcionamiento.

El software simula una carrera de rodeo, en lo cual consta de conexiones de entradas y salidas. En las entradas se destacan los sensores de carga, limit switch y botoneras de funcionamiento mencionadas anteriormente. En las salidas encontramos la conexión del motor y el panel de puntuación.

El software simula una carrera con movimiento de avance, retroceso y además permite obtener una puntuación dependiendo el lugar impacto donde se genera la carga.

El panel de control, como conjunto está conformada por regleta, relés, contactores, fuente de poder y plc. Todos conectados con cable libre de halógenos de 1.5mm<sup>2</sup>

La programación se desarrolla mediante lenguaje ladders, en cual se convierten en instrucciones para permitir el funcionamiento del sistema mecánico, debe ser un lenguaje preciso y claro, que responda a una estructura lógica.

## **CAPÍTULO V.**

### **“MASA DE ESTRUCTURAS Y COMPONENTES”.**

**5.1.- Listado de componentes estructural y eléctrica, del diseño mecánico en (kg).**

<b>Designación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Costo (\$)</b>
<b>Domo Geodésico</b>			
Perfil H	65	98.865	16.000.000
Placas unión1	10	30	280.000
Placas unión 2	6	30	220.000
Placas unión 3	10	30	280.000
Pernos anclaje	60	10.000	<b>75.000</b>
Pernos de fijación	780	17,261	350.000
Cubierto Acrílico	40	1178,8	6.000.000
<b>Sistemas Mecánico</b>			
Perfil H	4	6.384	500.000
Acero estructural, soporte principal (Riel)	6	21	200.000
Perfil Cuadrado, soporte.	2	31,64	60.000
Placa unión (Riel a soporte secundario)	1	65,92	50.000
Amortiguadores	3	-	<b>45.000</b>
Perfil tubular, soporte secundario	3	23	90.000
Corredizo	3	10	70.000
Placa Unión terciario (Soporte secundario a novillo)	1	15	160.000
Plancha Novillo practico	1	113	120.000
<b>Sistema Eléctrico</b>			
PLC Mitsubishi	1	-	120.000
Servomotor	1	-	400.000
Relé	6	-	<b>15.000</b>
Contactores	6	-	<b>35.000</b>
Celda de Cargas	3	-	<b>250.000</b>
Fuente de poder	1	-	<b>80.000</b>
Limit switch	2	-	<b>20.000</b>
Variador de frecuencia	1	-	120.000
Ruedas Poliuterano	36	-	432.000
		Total:	\$4.137.000
Programación	Sentencias:	44	\$10.000.000

## **CAPÍTULO VI.**

### **PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN.**

### **6.1.- Recomendaciones para el mantenimiento del diseño medialuna para training.**

La estructura del domo geodésico es sometida a un recubrimiento de pintura anti-oxido para protegerla de la corrosión, generada por las condiciones ambientales.

En cuanto los sistemas automatización del animal mecánico para training, se considera una lubricación adecuada, para ello se recomienda utilizar grasa sintética adherente aditiva con P.T.F.E. (politetrafluoretileno) para el soporte y riel. Esta grasa posee una alta resistencia a la humedad y ambientes agresivos, además reduce la fricción, disminuye la temperatura de trabajo y alarga la vida de las piezas metálicas en contacto, suavizando extraordinariamente el rozamiento mecánico. Por su adherencia y poder anticorrosivo la hacen ideal para soportar distintos ambientes.

### **6.2.- Operación para su utilización.**

La operación de trabajo del sistema mecánico, se sitúa en las paredes de la medialuna a entrenar, en lo cual se anclan dos perfiles a las paredes laterales a la medialuna acoplando sucesivamente un sistema de soporte de la estructura, formando un riel en dichos perfiles.

Obteniendo el riel, se soporta una estructura secundaria donde lleva el novillo práctico en forma de placa revestida con sus sensores de cargas situado en ella. Por donde el sistema está conectado a un panel de control, en lo cual el operador tiene acceso a ella.

En dicho soporte secundario se encuentra un sistema de amortiguación de impacto, que va anclado a las dos placas, placa de soporte al riel y placa de soporte al novillo. El sistema de amortiguación va con un conjunto que va apernado a las dos placas, en donde tiene un sistema de corredera que al impactar el jinete en el training, la amortiguación aguanta la carga de comprensión como de tracción.

En el panel de control, va situado a la vista del operador en lo cual conlleva un control manual, donde la acción de entrenamiento puede ser controlado.

# **CAPÍTULO VII.**

## **CONCLUSIÓN Y BIBLIOGRAFÍA**

## CONCLUSIÓN.

Concluyendo los objetivos planteados en este proyecto, comienza con la recopilación de información a través de visitas a terreno y consultas al personal del ambiente ubicado en Escuadrón, camino a Coronel, los que con su experiencia aportaron ideas que permiten mejorar detalles de forma significativa para el diseño de rodeo .

Se implemento un pre diseño de sistema mecánico cubierto que permite simular una carrera de rodeo, utilizando herramientas de control para generar una carrera real de entrenamiento, acertando en la realización de este proyecto, mediante uso de un software de Controlador Lógico Programable.

La estructura de domo geodésico, logra satisfacer las expectativas de usuarios en el área de diseño, soportando las condiciones de trabajo a las que será sometido. Se tuvieron que considerar criterios y normas de construcción, procurando los detalles y manteniendo una armonía con el entorno.

Para cumplir el objetivo de la experiencia se aplicó.

- Métodos de cálculos y software de modelación geométrica, como el uso de AutoCAD, MDSolid e Inventor, que significó un aporte fundamental al proyecto. Esto proporciona una gran utilidad para reducir tiempos de trabajos y agilizar el análisis estructural bajo las características de trabajo reales a las que sería sometido el sistema,
- Se desarrolla la implementación de un sistema de entrenamiento para rodeo, lo que permitió adquirir habilidades de programación del software como desarrollo práctico de control, que ayudaron a complementar la formación profesional.
- El seminario permitió aplicar conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

Debido a esto se permitió un acercamiento previo al desarrollo y gestión de un proyecto del área de diseño mecánico, por lo cual amplía las competencias, como conocimiento de un ingeniero mecánico, junto con entregar herramientas para el desarrollo de trabajos profesionales.

## BIBLIOGRAFÍA.

### Libros:

- MOTT, Robert L. Diseño de Elementos de Máquinas. Cuarta edición, México, PEARSON EDUCACIÓN, 2006.
- CRAIG, Roy R, Mecánica de Materiales, segunda edición, México, CECSA, 2002.
- Diseño de estructuras de acero, Método LRFD. 2ª Edición, año 2006.
- Soldadura. Aplicaciones y práctica, Horwitz

### Apuntes:

- Apunte de elementos de construcción, tema 2. Uniones por soldadura, UCLM.  
[https://www.uclm.es/area/ing\\_rural/Trans\\_const/ElementosConstruccion02.PDF](https://www.uclm.es/area/ing_rural/Trans_const/ElementosConstruccion02.PDF)
- Apuntes asignatura “Diseño de Elementos de Máquinas”. (UBB)
- Apuntes de asignatura “Automatización de Procesos Industriales”. (UBB)

### Link:

- Fuente: Génesis, Construcción de Geodésicas.  
[http://genesisgeodesica.comar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44&Itemid=65](http://genesisgeodesica.comar/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=65)
- Cálculo domo geodésico.  
<http://www.desertdomes.com/domecalc.html>  
<https://sites.google.com/a/grupopenascal.com/domo-geodesico/calculo>
- Celda de Cargas.  
<http://www.dinacell.com/catalogos/Catalogo-Celulas-Carga--Load-Cells-Catalogue-2010.pdf>
- Limit Switch.  
<http://pdf.directindustry.es/pdf/honeywell-sensing-and-control/honeywell-sensing-limitless-brochure/12365-419387.html#open>

## CAPÍTULO VIII.

### “ANEXOS Parte °I”

#### 8.1.-Material utilizado para la base de la cúpula.

Materiales utilizados							
Material		E	v	G	f <sub>y</sub>	α <sub>t</sub>	γ
Tipo	Designación	(kp/cm <sup>2</sup> )		(kp/cm <sup>2</sup> )	(kp/cm <sup>2</sup> )	(m/m°C)	(t/m <sup>3</sup> )
Acero conformado	ASTM A36	2100000.0	0.300	807692.3	2530.0	0.000012	7.850
Notación: E: Módulo de elasticidad v: Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f <sub>y</sub> : Límite elástico α <sub>t</sub> : Coeficiente de dilatación γ: Peso específico							

**Tabla:** Material utilizado para la placa base.

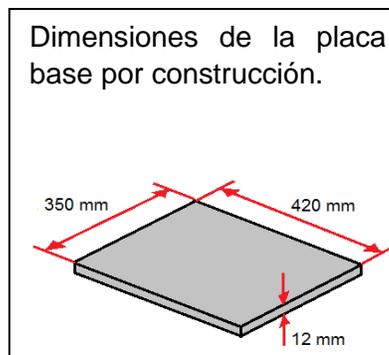
Pilares	Acero	Peso kp	Totales kp
N1	A42-27ES	1 x 15.39	15.39
Totales			15.39

El kilopondio o kilogramo-fuerza es igual a:

$$1 \text{ kp} = 1 \text{ kgf} = 9,80665 \text{ N}$$

**Tabla:** Descripción de la placa base.

Descripción		
Referencia	Placa base	Disposición
N1	Ancho X: 400 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 14 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada



## 8.2.- Características de los materiales a trabajar.

El material designado en general para la diseño de la estructura, es un acero ASTM A 572 Gr 50, que corresponde a una aleación de acero al carbono. Este tipo de acero cumple con lo requerido, tiene una densidad de  $7850 \text{ kg/m}^3$  y se encuentra en distintas presentaciones; barras, planchas y perfiles estructurales con espesor menor a 8 pulgadas, posee un límite de fluencia mínimo de 355 MPa, límite de rotura mínimo de 510 MPa. La composición química y propiedades mecánicas se representan en las tablas 2.1 y 2.2 respectivamente.

Elementos	%
Carbono (C)	0,23
Vanadio (V)	0,01 - 0.15
Hierro (Fe)	98.0
Manganeso (Mn)	1.35
Fósforo (P)	0.04
Silicio (Si)	0.4
Azufre (S)	0.05
Niobio (Nb)	0.005 – 0.05

**Tabla .Composición química – ASTM A572 Gr 50**

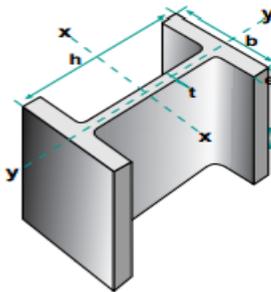
**8.3.- Tabla.** Propiedades Mecánicas - ASTM A572 Gr 50.

<b>Propiedad</b>	<b>Valor</b>
Densidad, g/cm <sup>3</sup>	7.85
Resistencia a la tracción, MPa	450
Límite de Fluencia, MPa	355
Módulo de Young, MPa	207.000
Módulo de Corte, MPa	79.300
Coefficiente de Poisson	0.26
Elongación, %	21
Dureza Rockwell B	67 - 83
Dureza Brinell	119 - 159

**Sus principales características son:**

- Excelente soldabilidad.
- Fácil de trabajar.
- Muy resistente a cargas estáticas y dinámicas.
- Presenta tenacidad y ductilidad mayor respecto a otros aceros.

8.4.- Tabla: Elección de perfil estructural.

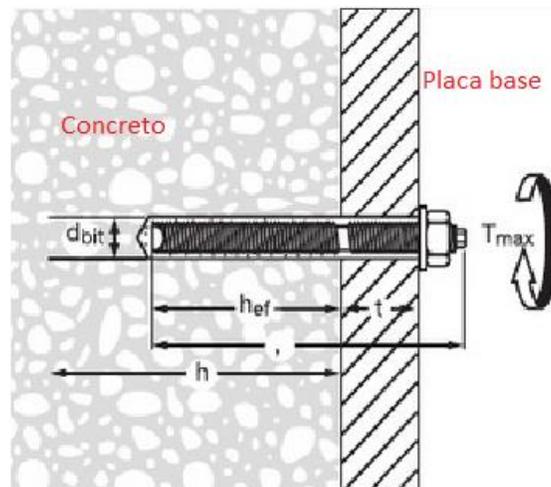


**WF**  
Perfil Americano I y H de alas Paralelas

WF		Dimensiones				Sección cm <sup>2</sup>	Peso kg/m	Momento de Inercia cm <sup>4</sup>		Módulo Resistente cm <sup>3</sup>		Radio de Giro cm	
		h	b	t	e			I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>	i <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>
mm x Kg/Mts.	Pulg. x Lbs/Pie	mm											
W 150x13,0	W 6 x 8,5	148	100	4,3	4,9	16,6	13,0	635	82	85,8	16,4	6,18	2,22
W 150x18,0	W 6 x 12	153	102	5,8	7,1	23,4	18,0	939	126	122,8	24,7	6,34	2,32
W 150x22,5	W 6 x 15	152	152	5,8	6,6	29,0	22,5	1229	387	161,7	50,9	6,51	3,65
W 150x29,8	W 6 x 20	157	153	6,6	9,3	38,5	29,8	1739	556	221,5	72,6	6,72	3,80
W 150x37,1	W 6 x 25	162	154	8,1	11,6	47,8	37,1	2244	707	277,0	91,8	6,85	3,84
W 200x19,3	W 8 x 13	203	102	5,8	6,5	25,1	19,3	1686	116	166,1	22,7	8,19	2,14
W 200x22,5	W 8 x 15	206	102	6,2	8,0	29,0	22,5	2029	142	197,0	27,9	8,37	2,22
W 200x26,6	W 8 x 18	207	133	5,8	8,4	34,2	26,6	2611	330	252,3	49,6	8,73	3,10
W 200x31,3	W 8 x 21	210	134	6,4	10,2	40,3	31,3	3168	410	301,7	61,2	8,86	3,19
W 200x35,9	W 8 x 24	201	165	6,2	10,2	45,7	35,9	3450	762	342,0	92,3	8,69	4,09
W 200x41,7	W 8 x 28	205	166	7,2	11,8	53,2	41,7	4080	903	398,0	109,0	8,76	4,11
W 200x46,1	W 8 x 31	203	203	7,2	11,0	58,6	46,1	4580	1940	451,0	152,0	8,81	5,13
W 200x52,0	W 8 x 35	206	204	7,9	12,7	66,5	52,0	5290	1770	511,0	174,0	8,92	5,16
W 200x59,0	W 8 x 40	210	205	9,1	14,2	75,5	59,0	6080	2040	582,0	200,0	8,97	5,18
W 200x71,0	W 8 x 48	216	206	10,2	17,4	91,0	71,0	7660	2537	709,2	246,3	9,17	5,28
W 200x86,0	W 8 x 58	222	209	12,9	20,6	110,3	86,0	9490	3130	852,0	300,0	9,27	5,33
W 250x22,3	W 10 x 15	254	102	5,9	6,9	28,9	22,3	2939	123	231,4	24,1	10,09	2,06
W 250x25,3	W 10 x 17	257	102	6,1	8,4	32,6	25,3	3473	149	270,2	29,3	10,31	2,14
W 250x28,4	W 10 x 19	260	102	6,4	10,0	36,6	28,4	4046	178	311,2	34,8	10,51	2,20
W 250x32,7	W 10 x 22	258	146	6,1	9,1	42,1	32,7	4937	473	382,7	64,8	10,83	3,35
W 250x38,5	W 10 x 26	262	147	6,6	11,2	49,6	38,5	6057	594	462,4	80,8	11,05	3,46
W 250x58,0	W 10 x 39	252	203	8,0	13,5	74,2	58,0	8700	1870	690,0	185,0	10,80	5,03
W 250x67,0	W 10 x 45	257	204	8,9	15,8	85,8	67,0	10300	2220	805,0	218,0	11,00	5,11
W 250x44,8	W 10 x 30	266	148	7,6	13,0	57,6	44,8	7158	704	538,2	95,1	11,15	3,50
W 250x73,0	W 10 x 49	253	254	8,6	14,2	92,7	73,0	11257	3880	889,9	305,5	11,02	6,47
W 250x80,0	W 10 x 54	256	255	9,4	15,6	101,9	80,0	12550	4313	980,5	338,3	11,10	6,51
W 250x89,0	W 10 x 60	260	256	10,7	17,3	113,9	89,0	14237	4841	1095,1	378,2	11,18	6,52
W 250x101,0	W 10 x 68	264	257	11,9	19,6	129,0	101,0	16400	5580	1240,0	433,0	11,30	6,58
W 310x23,8	W 12 x 16	305	101	5,6	6,7	30,7	23,8	4346	113	285,0	22,9	11,89	1,94
W 310 x 28,3	W 12 x 19	309	102	6,0	8,9	36,5	28,3	5500	158	356,0	31,0	12,28	2,08
W 310 x 32,7	W 12 x 22	313	102	6,6	10,8	42,1	32,7	6570	192	419,8	37,6	12,49	2,13
W 310x38,7	W 12 x 26	310	165	5,8	9,7	49,7	38,7	8581	727	553,6	88,1	13,14	3,82
W 310 x 44,5	W 12 x 30	313	166	6,6	11,2	57,2	44,5	9997	855	638,8	103,0	13,22	3,87
W 310x52,0	W 12 x 35	317	167	7,6	13,2	67,0	52,0	11909	1026	751,4	122,9	13,33	3,91
W 310x59,5	W 12 x 40	303	203	7,1	13,1	75,1	59,5	12900	1840	850,0	180,0	13,00	4,90
W 310x74,0	W 12 x 50	310	205	9,4	16,3	94,8	74,4	16400	2340	1060,0	228,0	13,20	4,98
W 310x97,0	W 12 x 65	308	305	9,9	15,4	123,6	97,0	22284	7286	1447,0	477,8	13,43	7,68
W 310x107,0	W 12 x 72	311	306	10,9	17,0	136,4	107,0	24839	8123	1597,3	530,9	13,49	7,72
W 310x117,0	W 12 x 79	314	307	11,9	18,7	149,9	117,0	27563	9024	1755,6	587,9	13,56	7,76



8.5.- **Tabla:** Especificaciones varilla HAS.



Tamaño Varilla HAS		pulg.	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4
<b>Detalles</b>		(mm)	(9.5)	(12.7)	(15.9)	(19.1)	(22.2)	(25.4)	(31.8)
<b>d<sub>bit</sub></b> : Dia. nominal de broca. <sup>1,2</sup>		<b>pulg.</b>	7/16	9/16	11/16	7/8	1	1 1/8	<b>(37 mm)</b>
<b>h<sub>ef</sub> = h<sub>nom</sub></b> : profund. estándar de emp. <sup>3</sup> = long. de la cápsula		<b>pulg.</b>	3 1/2	4 1/4	5	6 5/8	6 5/8	8 1/4	12
		(mm)	(90)	(110)	(125)	(170)	(170)	(210)	(305)
<b>t</b> : Material Max. a fijar <sup>4</sup>		<b>pulg.</b>	1	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4
		(mm)	(25.4)	(38.1)	(44.5)	(50.8)	(57.2)	(63.5)	(69.9)
<b>t<sub>max</sub></b> : Torque Max. de apriete	Todas las varillas Hilti	<b>ft-lb</b>	18	30	75	150	175	235	400
		(Nm)	(24)	(41)	(102)	(203)	(237)	(319)	(540)
<b>h</b> : Espesor Mín. Material Base <sup>5</sup>	h <sub>ef</sub> = h <sub>nom</sub>	<b>pulg.</b>	5 1/2	6 1/4	7	8 1/2	8 1/2	10 1/2	15
		(mm)	(140)	(160)	(180)	(220)	(220)	(270)	(380)
	h <sub>ef</sub> ≠ h <sub>nom</sub>	<b>pulg.</b>	1.0 h <sub>ef</sub> + 2 1/4	1.0 h <sub>ef</sub> + 3					
		(mm)	(51)	(51)	(51)	(51)	(51)	(57)	(76)
Rotomartillo Hilti Recomendado			TE-5, 15, 18M, 25	TE-18M, 25, 55, 76		TE-55, 76		TE-76	

8.5.1.- **Tabla:** Especificaciones sistema adhesivo HVA.

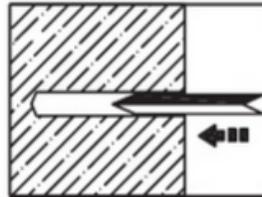
<b>HILTI</b>			<b>Sistemas de Anclajes</b>							
<b>4.2.1</b>			<b>Sistema Adhesivo HVA</b>							
<b>Valores de Cargas Permisibles / Ultimas para el Adhesivo con Varillas HAS en Concreto de Peso Normal <sup>1,2</sup></b>										
Dia. Anclaje Pulg. (mm)	Prof. de Empotra. Pulg. (mm)	Cápsula(s) Adhesiva Requerida(s)	Capacidad de Adhesión Permisible HVU en Concreto				Capacidad de Adhesión Ultima HVU en Concreto			
			Tracción		Corte		Tracción		Corte	
			$f_c = 2000$ psi (13.8 MPa)	$f_c = 4000$ psi (27.6 MPa)	$f_c = 2000$ psi (13.8 MPa)	$f_c = 4000$ psi (20.7 MPa)	$f_c = 2000$ psi (13.8 MPa)	$f_c = 4000$ psi (27.6 MPa)	$f_c = 2000$ psi (13.8 MPa)	$f_c = 4000$ psi (27.6 MPa)
			lb (kN)	lb (kN)	lb (kN)	lb (kN)	lb (kN)	lb (kN)	lb (kN)	lb (kN)
<b>3/8</b> (9.5)	<b>3 1/2</b> (89)	1-3/8 x 3 1/2	<b>2085</b> (9.3)	<b>2595</b> (11.5)	<b>2230</b> (9.9)	<b>3155</b> (14.0)	<b>8345</b> (37.1)	<b>10380</b> (46.2)	<b>6695</b> (29.8)	<b>9465</b> (42.1)
	<b>5 1/4</b> (133)	2-3/8 x 3 1/2	<b>2325</b> (10.3)	<b>4185</b> (18.6)	<b>4445</b> (19.8)	<b>6285</b> (28.0)	<b>9295</b> (41.3)	<b>16730</b> (74.4)	<b>13340</b> (59.3)	<b>18860</b> (83.9)
	<b>7</b> (178)	2-3/8 x 3 1/2	<b>4405</b> (19.6)	<b>4895</b> (21.8)	<b>7250</b> (32.3)	<b>10255</b> (45.6)	<b>17630</b> (78.4)	<b>19590</b> (87.1)	<b>21750</b> (96.8)	<b>30760</b> (136.8)
<b>1/2</b> (12.7)	<b>4 1/4</b> (108)	1-1/2 x 4 1/4	<b>3250</b> (14.5)	<b>4735</b> (21.1)	<b>3385</b> (15.1)	<b>4785</b> (21.3)	<b>12990</b> (57.8)	<b>18940</b> (84.3)	<b>10150</b> (45.2)	<b>14355</b> (63.9)
	<b>6 3/8</b> (162)	1-1/2 x 4 1/4 & 1-3/8 x 3 1/2	<b>4890</b> (21.8)	<b>5455</b> (24.3)	<b>6740</b> (30.0)	<b>9535</b> (42.4)	<b>19565</b> (87.0)	<b>21815</b> (97.0)	<b>20225</b> (90.0)	<b>28605</b> (127.2)
	<b>8 1/2</b> (216)	2-1/2 x 4 1/4	<b>6700</b> (29.8)	<b>7545</b> (33.6)	<b>11000</b> (48.9)	<b>15550</b> (69.2)	<b>26810</b> (119.3)	<b>30190</b> (134.3)	<b>32985</b> (146.7)	<b>46645</b> (207.5)
<b>5/8</b> (15.9)	<b>5</b> (127)	1-5/8 x 5	<b>3970</b> (17.7)	<b>5245</b> (23.3)	<b>4770</b> (21.2)	<b>6745</b> (30.0)	<b>15890</b> (70.7)	<b>20970</b> (93.3)	<b>14310</b> (63.7)	<b>20235</b> (90.0)
	<b>7 1/2</b> (184)	1-5/8 x 5 & 1-1/2 x 4 1/4	<b>5770</b> (25.7)	<b>10465</b> (46.6)	<b>9505</b> (42.3)	<b>13440</b> (59.8)	<b>23080</b> (102.7)	<b>41865</b> (186.2)	<b>28510</b> (126.8)	<b>40315</b> (179.3)
	<b>10</b> (254)	2-5/8 x 5	<b>11700</b> (52.0)	<b>12835</b> (57.1)	<b>15495</b> (68.9)	<b>21915</b> (97.5)	<b>46795</b> (208.2)	<b>51340</b> (228.4)	<b>46490</b> (206.8)	<b>65745</b> (292.5)
<b>3/4</b> (19.1)	<b>6 5/8</b> (168)	1-3/4 x 6 5/8	<b>6080</b> (27.0)	<b>8615</b> (38.3)	<b>8130</b> (36.2)	<b>11500</b> (51.1)	<b>24330</b> (108.2)	<b>34470</b> (153.3)	<b>24385</b> (108.5)	<b>34485</b> (153.4)
	<b>10</b> (254)	1-3/4 x 6 5/8 & 1-1/2 x 4 1/4	<b>9110</b> (40.5)	<b>14835</b> (66.0)	<b>16370</b> (72.8)	<b>23150</b> (103.0)	<b>36445</b> (162.1)	<b>59350</b> (264.0)	<b>49105</b> (218.4)	<b>69445</b> (308.9)
	<b>13 1/4</b> (337)	2-3/4 x 6 5/8	<b>15220</b> (67.7)	<b>15310</b> (68.1)	<b>26410</b> (117.5)	<b>37350</b> (166.1)	<b>60875</b> (270.8)	<b>61230</b> (272.4)	<b>79230</b> (352.4)	<b>112045</b> (498.4)
<b>7/8</b> (22.2)	<b>6 5/8</b> (168)	1-7/8 x 6 5/8	<b>7145</b> (31.8)	<b>9130</b> (40.6)	<b>8515</b> (37.9)	<b>12040</b> (53.6)	<b>28580</b> (127.1)	<b>36525</b> (162.5)	<b>25540</b> (113.6)	<b>36120</b> (160.7)
	<b>10</b> (254)	2-3/4 x 6 5/8	<b>10475</b> (46.6)	<b>18970</b> (84.4)	<b>17145</b> (76.3)	<b>24245</b> (107.8)	<b>41905</b> (186.4)	<b>75870</b> (337.5)	<b>51430</b> (228.8)	<b>72730</b> (323.5)
	<b>13 1/4</b> (337)	2-7/8 x 6 5/8	<b>16475</b> (73.3)	<b>23055</b> (102.6)	<b>27660</b> (123.0)	<b>39115</b> (174.0)	<b>65895</b> (293.1)	<b>92220</b> (410.2)	<b>82980</b> (369.1)	<b>117350</b> (522.0)

### 8.5.2.- Sistema adhesivo HVA.

#### Instrucciones de instalación Capsula HVU



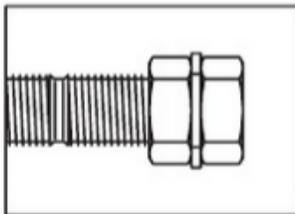
1. Coloque el tope de profundidad y perforo el barreno a la profundidad requerida.  
 Importante: Limpie el polvo y escombros. Utilice aire comprimido o succión en el fondo del orificio.  
 Cuando utilice brocas de diamantes de tolerancia coincidentes, utilice agua a presión desde el fondo del hueco y permita secarse.



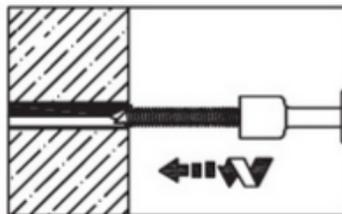
2. Inserte en el orificio del material base la capsula\* adhesiva HVU del diámetro apropiado.  
**NOTA:** El mejor método de colocar varias capsulas en el mismo orificio es de romper la(s) primera(s) en el fondo del agujero y luego insertar la próxima. **NO ELIMINE** porciones de la capsula que sobresalgan del agujero.

\*Longitud de la capsula mayor que la profundidad de colocación estándar y sobresale del agujero.

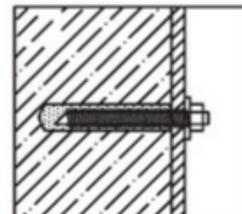
#### Varilla roscada HAS



3. Enrosque una tuerca en la varilla HAS. Coloque una arandela en la primera tuerca y enrosque la segunda tuerca. Apriete ambas tuercas para trancar la arandela entre las tuercas. La tuerca superior debe estar al ras con el tope de la varilla roscada.



4. Inserte el Eje de Colocación en el Taladro Hilti adecuado y póngale el Vaso de Colocación.  
**Con el Taladro en ROTOPERCUSIÓN**, coloque el conjunto de tuercas, arandela y varilla HAS en el vaso de colocación y lleve este conjunto hasta la marca de colocación en la varilla. Detenga la acción del taladro inmediatamente.

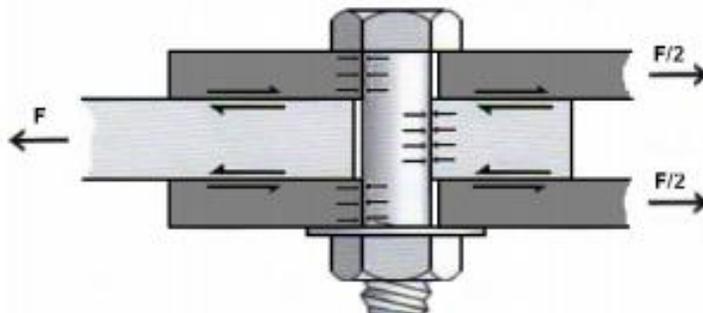


5. El anclaje colocado no debe moverse o cargarse hasta que se cumpla con el tiempo de curado estipulado.

**8.5.3.- Selección de Perno de Fijación.**

En la fijación, anteriormente se calculo cuantos pernos son necesarios para dicha estructura, a continuación se demuestra el tipo de conexión necesario con sus siguientes características.

**Conexión de tipo aplastamiento:** Son las conexiones en que la carga es resistida por la cortante en los pernos y por aplastamiento sobre los mismos. La resistencia de diseño está influenciada por la presencia de la rosca; es decir, a un perno con roscas excluidas del plano de corte se le asigna a una mayor resistencia de diseño, que un perno con roscas incluidas en el plano de corte.



**Fig.** Conexión tipo aplastamiento.

- Tamaño y uso de las perforaciones (AISC 2005 – J3.2).

Diámetro del Perno, mm	Pernos A325	Pernos A490
M 16	91	114
M 20	142	179
M 22	176	221
M 24	205	257
M 27	267	334
M 30	326	408
M 36	475	596

\* Igual a 0.70 veces la resistencia última de los pernos, redondeada al valor entero más cercano, tal como lo especifican las Especificaciones ASTM para pernos A325 y A490 con hilo UNC.

**Tabla.** Tamaño de perforación.

- Los tamaños máximos de perforaciones para pernos se entregan.

Diámetro Perno	Dimensiones Agujero			
	Estándar (Dia.)	Sobremedida (Dia.)	Ranura Corta (Ancho x Largo)	Ranura Larga (Ancho x Largo)
1/2	9/16	5/8	9/16 x 11/16	9/16 x 11/4
5/8	11/16	13/16	11/16 x 7/8	11/16 x 19/16
3/4	13/16	15/16	13/16 x 1	13/16 x 17/8
7/8	15/16	1 1/16	15/16 x 11/8	15/16 x 23/16
1	1 1/16	1 1/4	11/16 x 1 5/16	11/16 x 2 1/2
≥ 1 1/8	d + 1 1/16	d + 5/16	(d+1/16) x (d+3/8)	(d+1/16) x (2.5+d)

**Tabla.** Dimensiones de Agujero Nominal, In.

**8.6.- Tabla:** Razones de amortiguamiento.

Sistema resistente	$\xi$
Manto de acero soldado; chimeneas, silos, tolvas, tanques a presión, torres de proceso, cañerías, etc.	0,02
Manto de acero apernado o remachado	0,03
Marcos de acero soldados con o sin arriostamiento	0,02
Marcos de acero con uniones de terreno apernadas, con o sin arriostamiento	0,03
Estructuras de hormigón armado y albañilería	0,05
Estructuras prefabricadas de hormigón armado puramente gravitacionales	0,05
Estructuras prefabricadas de hormigón armado con uniones húmedas, no dilatadas de los elementos no estructurales e incorporados en el modelo estructural	0,05
Estructuras prefabricadas de hormigón armado con uniones húmedas dilatadas de los elementos no estructurales	0,03
Estructuras prefabricadas de hormigón armado con uniones secas, dilatadas y no dilatadas:	
Con conexiones apernadas y conexiones mediante barras embebidas en mortero de relleno	0,03
Con conexiones soldadas	0,02
Otras estructuras no incluidas o asimilables a las de esta lista	0,02
<p><b>NOTAS</b></p> <p>1) En caso que se use un análisis con interacción suelo-estructura en que resulten valores de la razón de amortiguamiento del primer modo mayores que los indicados en esta tablas, el incremento de esta razón no podrá ser superior al 50% de los valores indicados. Los valores para los restantes modos deben ser los indicados en esta tabla.</p> <p>2) En caso de duda sobre la clasificación de un sistema resistente, debe aplicarse la disposición 4.7.</p>	

**8.7.- Tabla:** Cubierta de acrílico.

**Tabla de pesos y medidas**



PLANCHAS ACRILICAS		PESO (KG) POR PLANCHA							
STANDARD	ESPEORES EN MM								
	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
1.29 x 1.86	5.900	7.000	9.300	11.600	14.500	17.400	22.900	28.600	34.100
1.13 x 2.23	6.200	7.300	9.800	12.200	15.200	18.200	23.900	29.800	35.700
1.35 x 2.05	-	8.100	10.800	13.400	16.600	19.900	26.300	32.800	39.300
1.53 x 1.53	-	6.800	9.100	11.400	14.000	16.900	22.300	27.700	33.200
1.54 x 1.86	-	8.300	11.100	13.900	17.200	20.600	27.100	33.700	40.500
1.53 x 2.53	-	-	15.000	18.700	23.200	27.800	36.800	45.700	54.600
1.78 x 1.93	-	-	13.300	16.600	20.800	25.000	32.800	40.900	49.000
GIGANTE	ESPEORES EN MM								
	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0
2.04 x 2.06	-	-	-	20.600	25.800	30.900	41.000	51.200	61.500
2.06 x 3.08	-	-	-	31.000	39.600	47.400	63.000	78.700	94.300

Se selecciona la placa con mayor amplitud espacial que en este caso corresponde a la plancha lisa de 2,06 x 3,08 mts de 4mm. Con la cual se logrará obtener el cerrado completo de la estructura y se aprovechará la luz natural.

## CAPÍTULO IV

### “ANEXOS Parte II”

#### 9.0. – Cálculos de servomotor y especificaciones.

Para obtener el servomotor elegido, se necesita los siguientes cálculos para lograr las necesidades requeridas para el sistema mecánico.

##### Datos:

Peso estructura completa: 400 kg aprox.

Coeficiente de fricción: 0.3

Esfuerzo Tangencial: 120 kg.

**\*Cálculos del sistema para velocidad 35**  $\frac{km}{h} \times \frac{1h}{3600(s)} = 9,72 \frac{m}{s}$

Para una polea de 200(mm) a velocidad 10 m/s.

Torque: 12 Kg/m x 9.8 = 117,6 (N/m)

n (10 m/s): 955 rpm.

P: Potencia en kw.

T: Torque en Nm, el torque es la capacidad del motor de girar cargas.

n: Velocidad en rpm.

- Potencia Mecánica:  $\frac{T \times n}{9550} = \frac{117,6 \times 9550}{9550} = 11,76 \text{ Kw.}$

∴ **Un motor de 10kw a 12 kw se debe seleccionar.**



##### Descripción:

Convertir su motor diesel 12-29 HP de limpia, tranquila eléctrica. Eliminar humos diesel nocivos y la frustración de llenar en la bomba sin escobillas con el Kit de 10KW con un motor sin escobillas Motenergy y Amp Sevcon Gen-4 Controlador 48V 450 que puede producir hasta 10HP pico continuo y 28HP! Disfrute de su velero al máximo, con una unidad de silencio y el aire fresco de verdad.

### 9.1 - Selección de correa para sistema mecánico.

El movimiento requerido por el sistema puede obtenerse de distintos modos de transmisión, ya sea, por cadena, correa, cable, etc. Para este caso se seleccionara el uso de correa debido a que aparenta ventajas sobre otras opciones por ejemplo el uso de cadena para la transmisión induce un desplazamiento rígido en el caso del choque de el conjunto con el caballo ,al generar presión el caballo hará que se detenga lo que podría provocar daños en la cadena y el motor que está entregando su energía de movimiento y por lo tanto la durabilidad y el costo del sistema no serian los óptimos, en el mismo caso la correa resbala haciendo que el motor no sufra daños al querer aumentar la potencia mecánica y por lo tanto aumentar su temperatura dañando los componentes internos de este ,la correa es mas practica de instalar y la transmisión de logra por poleas que es un punto a favor en costo comparado con un sistema de engranajes.

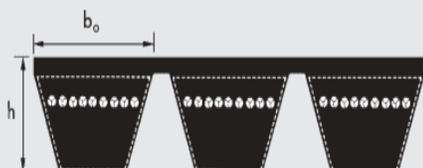
Sin duda una parte importante del sistema mecánico a pesar de su poca complejidad corresponden a la selección de la correa esta permitirá el movimiento lineal a una potencia superior a los 10 KW haciendo posible la práctica del ejercicio.

#### Las correas de transmisión se clasifican en:

- Correas planas
- Correas trapezoidales o de sección en "V"
- Correas dentadas o síncronas (timing belts)
- Correas múltiples

### Programa estándar

**optibelt KB** Correas múltiples Kraftband por correas trapeziales clásicas DIN/ISO, ASAE



Perfil	A/HA	B/HB	C/HC	D/HD
$b_0 \approx$ (mm)	13,0	17,0	22,0	32,0
$h \approx$ (mm)	9,9	13,0	16,2	22,4

**Tabla.** Especificaciones de Correas.

**9.1.2 - Selección de correa para sistema mecánico**

Las correas múltiples Kraftband Optibelt se emplean preferentemente para resolver los problemas relacionados con:

- Accionamientos pulsantes
- Grandes distancias entre ejes y poleas pequeñas (ramales flojos)
- Ejes verticales
- Giro alternativo
- Accionamientos plano-trapeciales
- Acoplamientos
- Sistemas de transporte (técnica de transporte) La correa múltiple seleccionada para alto pesaje

Para la aplicación de las correas múltiples Kraftband son válidas las condiciones: estar protegidas contra un contacto directo con cuerpos extraños tales como piedras, fuerte acumulación de polvo, virutas de madera etc. que pudieran afectar a la correa. El accionamiento, en tales circunstancias, debe estar equipado con rejillas protectoras o similares.

Perfil A/HA			Perfil B/HB						Perfil C/HC			Perfil D/HD		
(Perfil A) Desarrollo interior No. correa	(Perfil HA) Desarr. exterior L <sub>e</sub> (mm)	(Perfil B) Desarrollo interior No. correa	(Perfil HB) Desarr. exterior L <sub>e</sub> (mm)	(Perfil B) Desarrollo interior No. correa	(Perfil HB) Desarr. exterior L <sub>e</sub> (mm)	(Perfil B) Desarrollo interior No. correa	(Perfil HB) Desarr. exterior L <sub>e</sub> (mm)	(Perfil C) Desarrollo interior No. correa	(Perfil HC) Desarr. exterior L <sub>e</sub> (mm)	(Perfil D) Desarrollo interior No. correa	(Perfil HD) Desarr. exterior L <sub>e</sub> (mm)	(Perfil D) Desarrollo interior No. correa	(Perfil HD) Desarr. exterior L <sub>e</sub> (mm)	
47	1200	1236	47	1200	1262	146	3700	3762	90	2286	2361	98	2500	2611
51	1300	1336	51	1300	1362	148	3750	3812	98	2500	2575	110	2800	2911
56	1422	1458	55	1400	1462	158	4000	4062	108	2750	2825	120	3048	3159
57	1450	1486	59	1500	1562	167	4250	4312	120	3048	3123	128	3250	3361
59	1500	1536	61	1550	1612	177	4500	4562	128	3250	3325	144	3658	3769
64	1625	1661	63	1600	1662	187	4750	4812	140	3550	3625	158	4000	4111
67	1700	1736	64	1625	1687	197	5000	5062	146	3700	3775	162	4115	4226
71	1800	1836	67	1700	1762	208	5300	5362	151	3850	3925	173	4394	4505
75	1900	1936	71	1800	1862	220	5600	5662	167	4250	4325	180	4572	4683
79	2000	2036	73	1850	1912				177	4500	4575	195	4953	5064
88	2240	2276	75	1900	1962				187	4750	4825	210	5334	5445
98	2500	2536	79	2000	2062				197	5000	5075	225	5715	5826
100	2540	2570	83	2100	2162				208	5300	5375	240	6096	6207
104	2650	2686	88	2240	2302				220	5600	5675	255	6477	6588
112	2845	2881	91	2300	2362				236	6000	6075	270	6858	6969
120	3048	3084	94 1/2	2400	2462				248	6300	6375	285	7239	7350
128	3250	3286	98	2500	2562							300	7620	7731
144	3658	3694	102	2600	2662							315	8000	8111
158	4000	4036	106	2700	2762							330	8382	8493
167	4250	4286	112	2845	2907							345	8763	8874
187	4750	4786	118	3000	3062							360	9144	9255
			120	3048	3110							390	9906	10017
			128	3250	3312							420	10668	10779
			132	3350	3412							450	11430	11541
			140	3550	3612							480	12200	12311
												540	13716	13827
												600	15240	15351
												660	16764	16875
												700	17780	17891

**Tabla. Correas múltiples.**

## 9.2.- Selección de Celda de Carga.

Una celda de carga es un transductor que convierte fuerza en una salida eléctrica mensurable. Aunque hay muchas variedades de celdas de carga, las celdas de carga a base de calibrador de tensión son el tipo usado más frecuentemente.

Las celdas de carga de calibrador de tensión ofrecen precisiones de menos de 0.03% a 0.25% de escala completa y son adecuadas para casi todas las aplicaciones industriales.

**Células de carga para plataformas y de punto único:** Ideal para sistemas de pesaje comerciales e industriales en movimiento, que proporcionan lecturas precisas independientemente de la posición de la carga en la plataforma. Este tipo de celdas se usan en sistemas de pesaje comerciales e industriales.

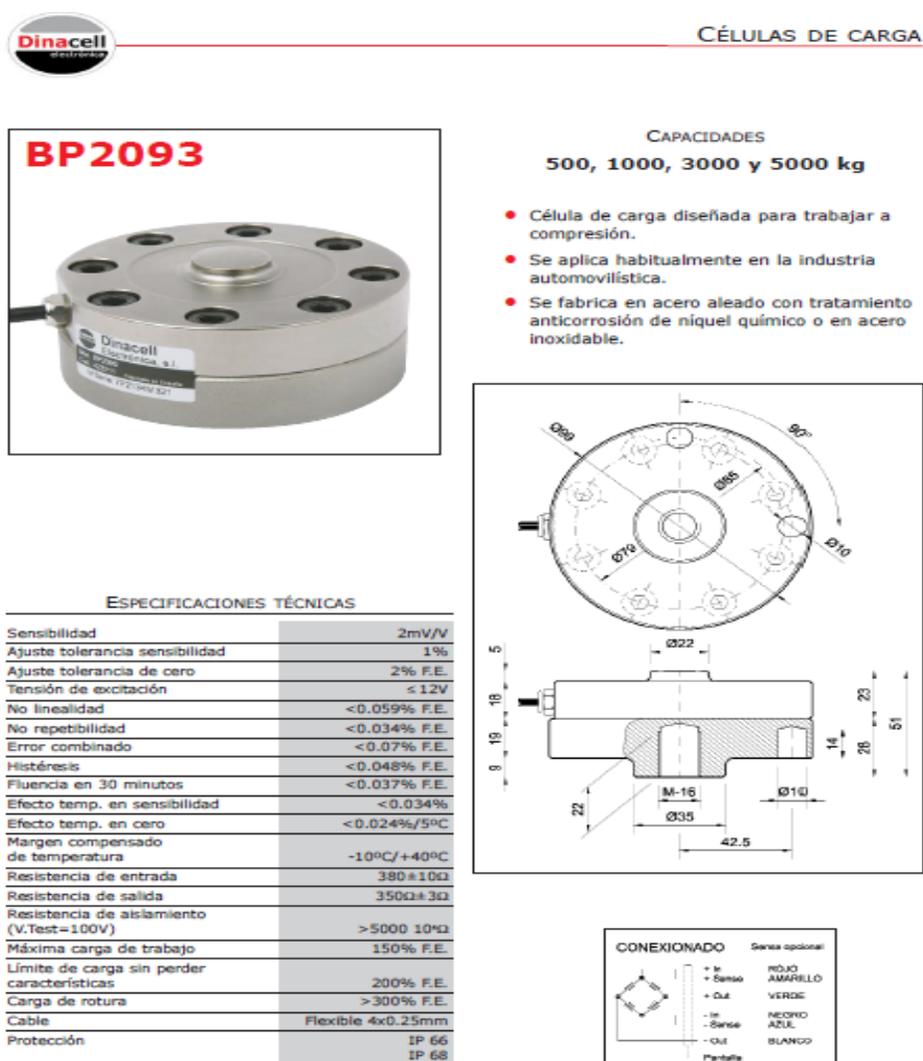


Fig. Celda de Carga seleccionada.

9.2.1.- Catalogo. Equipo de medición para la Célula de Carga.



Equipo para medir el nivel en silos

- El **INS-2r** es un equipo de control para visualizar de forma precisa y continuada el estado de la carga y/o el nivel del contenido almacenados en depósitos o silos. Los datos se transmiten mediante células de carga, gama SK, o sensores SD1000.
- Lleva 2 entradas con barra de nivel porcentual independientes.
- Visualiza el peso de cada silo o la suma de ambos mediante display numérico de 5 dígitos.
- Su resolución interna es de  $\pm 32000$  puntos.
- La comunicación puede ser opcional. - Comunicación 485 o RS232 - 2 relés
- Programación por teclado.
- Tiene la posibilidad de hacer un cero temporal para comprobar una carga o descarga.
- Tiene capacidad para alimentar 8 células. Capacidad de control de 2 silos simultáneamente.

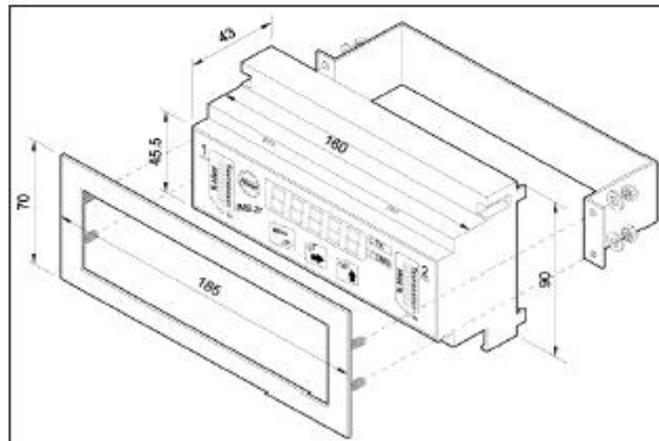


Fig. Equipo de medición seleccionado.

**9.3.- Característica de Limitless.**

**Aplicaciones:**

- **Cintas Transportadoras**
- **Posición de Puerta**
- **Elevadores**
- **Maquinarias móviles**
- **Maquinarias especializadas.**



- **Beneficios de Limit Switch.**

Permite la detección inalámbrica de presencia/ausencia en aplicaciones o maquinarias donde el cableado supone todo un desafío o es inviable.	Integración de tecnología inalámbrica existente con la confiabilidad superior de la serie de interruptores de fin de carrera.
Capacidad de reconfigurar e interconectar múltiples interruptores, lo que permite agregar, quitar o reubicar fácilmente los interruptores en la aplicación.	Reduce costo de instalación y mantenimiento, al prescindir de cables, conductos, protección contra tirones, grapas, conectores ni cajas de conexiones.
Opciones de salidas. -Monitor montado sobre panel: Salida visual, sonora (zumbador) y NPN. -Receptor montado en riel DIN: 14 salidas visuales de tipo NPN/PNP.	Muy bajo consumo de energía para prolongar la vida útil de la batería (reemplazable).
Placa de RF que opera en una banda de frecuencias globales, sin licencia, de 2,4 Ghz; WPAN 802.15.4	Datos de fiabilidad SIL disponibles a pedido.

**Tabla.** Características Básicas Limit Switch.

9.4.- Selección del Amortiguador.

**Amortiguadores de impacto KYB**

El amortiguador es un dispositivo que atenúa las oscilaciones vibratorias o impacto al forzar el paso de aceite a través de un sistema de válvulas de magnitud pequeña.

**Función de los amortiguadores de impacto**

Las fuerzas de impacto se generan al detener los objetos en movimiento. Los amortiguadores KAYABA eliminan los choques y permiten una parada suave. Cada vez se requieren velocidades de trabajo más elevadas y tiempos de parada más cortos en las máquinas automáticas.

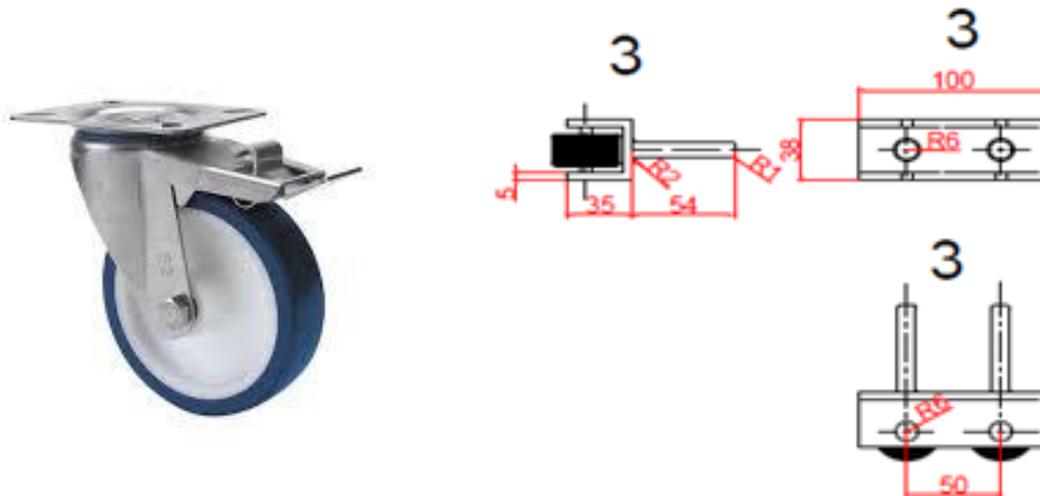
**Los amortiguadores de impacto KAYABA le permiten:**

- Incrementar las velocidades de trabajo y acortar los tiempos muertos (tiempos improductivos).
- Evitar averías en las máquinas.

Modelo	Tamaño	Máx. absorción de energía J (kgf.m)	Máx. masa de impacto equivalente (kg)	Máx. velocidad de impacto (m/s)	Especificaciones de la cabeza de protección	
					Sin cabeza	Con cabeza "C"
KBM7-3-*		1.2 (0.12)	3	0.9	○ L=31	○ L=37
KBM7-5-*		2.9 (0.3)	1-23	0.6-2.7	○ L=43	○ L=49
KBM8-10-*		4.9 (0.5)	4.5-45	0.6-1.8	○ L=70	○ L=79
KBM7-15-*		9.8 (1.0)	2.2-30	1-3.0	○ L=84.5	○ L=95
KBM10-20-*		29 (3.0)	8-73	0.9-2.7	○ L=110	○ L=124.5
KBM 11-25-6-8		80 (8.2)	19-110	1.2-2.9	○ L=118.5	○ L=128.5
KBM14-50-*		98 (10)	30-100	1.4-2.5	-	○
KBM14-80-*		157 (16)	30-100	1.8-3.0	-	○
KBM11-40-*		118 (12)	300	3	○ L=205	○ L=208.5
KBM20-50-*		196 (20)	1,000	3	○ L=205	○ L=229
KBM 20-50-2-4-*		392 (40)	1,000	3	○ L=239	○ L=243
KBMA 7-15-6C		9.8 (1.0)	3.4-30	0.8-2.4	-	○

El amortiguador seleccionado código KBM20-50 absorbe 1000 Kg. de impacto los cuales sobrepasan los 300 Kg. aproximado que serán necesarios para el funcionamiento optimo del sistema mecánico.

**9.5.- Aros de Poliuretano inyectado.**



**Elección de Ruedas.**

Especificaciones	Características	Material
Para cargas medias	Aros	poliuretano inyectado
Facilidad de desplazamiento, limpias, silenciosas	Núcleo	Nylon, poliamix y polipropileno
Resistentes a las roturas, al desgaste y a la deformación	Banda	Poliuretano marrón, rojo, azul y gris conductivo
Rango de temperatura: -25° a +80°.	Cojinetes	Liso, rodillos y bolas.

### 9.6 – Características en Lubricación a la Mantención Preventiva.

Un lubricante es una sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma asimismo una capa que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones.

Una segunda definición es que el lubricante es una sustancia (gaseosa, líquida o sólida) que reemplaza una fricción entre dos piezas en movimiento relativo por la fricción interna de sus moléculas, que es mucho menor.

- **Lubricación en el sistema**

Se requiere lubricación en dos secciones del conjunto móvil para el entrenamiento, en el perfil y la guía por donde se mueve el arco para mantener el movimiento en línea, con el fin de disminuir el roce que existe en la acción del trabajo se utilizara un lubricante sólido (grasa).

NLGI	APLICACIONES	PRODUCTO	400gr	16Kg	18Kg	50Kg	180Kg
00	Cajas de engranajes de baja velocidad Bujes de rueda	MOBILITH SHC 007		X			
2	Cojinetes de alta velocidad. Generadores turbinas eólicas. Aplicaciones ferroviarias	MOBILITH SHC 100	X	X			
1,5	Rodamientos baja velocidad. mucha carga. Altas temperaturas.	MOBILITH SHC 1500		X			
2	De usos múltiples. Alto rango de temperaturas de trabajo	MOBILITH SHC 220	X	X			
1,5	Bajas velocidades y altas cargas. Amplio rango de temperaturas	MOBILITH SHC 460	X	X			X
2	Cojinetes de alta velocidad que operan en un amplio rango de temperaturas.	MOBILTEMP SHC 100	X	X			
1,5	Cojinetes de alta velocidad que operan en un amplio rango de temperaturas. Herramientas eléctricas	MOBILTEMP SHC 32		X			
1	Elementos de deslizamiento de máquinas, tales como cintas transportadoras de hornos con intervalos de lubricación elevados, espacios limitados y altas cargas	MOBILTEMP SHC 460 Special			X		
2	Altas temperaturas y velocidades. Cargas ligeras	MOBIL UNIREX N 2	X	X			X
3	Altas temperaturas y velocidades. Cargas ligeras	MOBIL UNIREX N 3	X	X			
1	Múltiples usos. Excelente resistencia al agua y la humedad	MOBILGREASE XHP 222	X		X		X

**Tabla.** Selección de Lubricación.

La Mobilith SHC 220 es una grasa de extrema presión multipropósito recomendada para aplicaciones industriales y automotrices de servicio pesado. Tiene un grado NLGI 2 pero tiene la bombeabilidad a baja temperatura de la mayoría de las grasas minerales de grado NLGI 0. El rango de temperaturas apropiado se encuentra entre -40 y 180 °C.

- **Beneficios**

Las grasas sintéticas Mobilith SHC 100, 220 y 460 son reconocidas solucionadoras de problemas. Han demostrado un desempeño superior versus los productos de la competencia en acerías y ambientes húmedos incluyendo plantas de tratamiento de aguas y aplicaciones de ultramar.

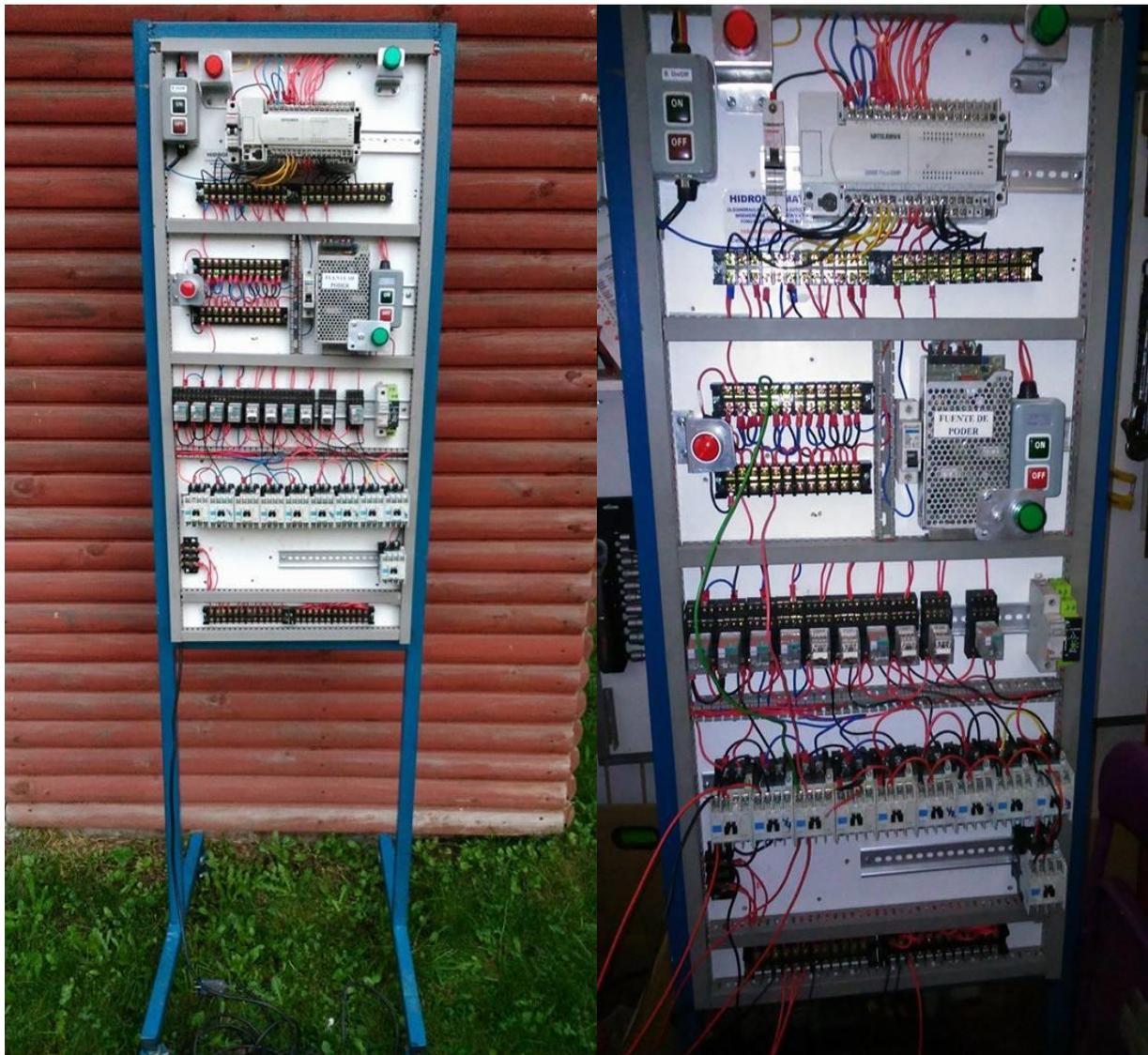
9.7 -Listado de materiales con especificaciones.

12			PLACA UNIÓN 4	A 27-24 ES	1:1	Placa ??? mm
11	3		AMORTIGUADOR	ESTANDAR	1:1	COMERCIAL
10	1		PLACA UNIÓN 3	A 37-24 ES	1:1	Placa 180x1800 mm
9	3		CORREDIZO	A 37-24 ES	1:1	
8	3		PLACA CUERPO NOVILLO	A 37-24 ES	1:1	Arco 500x600 mm
7	3		SOPORTE DE APOYO	A 37-24 ES	1:1	
6	3		PERNO ANCLAJE	ACERO TEMPLADO		COMERCIAL
5	1		PLACA UNIÓN 2	A 37-24 ES	1:1	Placa 2000x412 mm
4	2		PLACA UNIÓN 1	A 37-24 ES	1:1	COMERCIAL
3	32		RUEDAS HTC	POLIESTIRENO	1:1	COMERCIAL
2	4		PERFIL ESTRUCTURAL	A 37-24 ES	1:1	
1	4		PERFIL H	ACERO ESTRUCTURAL	1:1	COMERCIAL
Nº	CANT	PL. Nº	DESIGNACIÓN	MATERIAL	ESCALA	OBSERVACIÓN
LISTADO DE MATERIALES						
CALCULO: DIEGO ARAVENA, HERMAN VASQUEZ.		FECHA: 20/04/2015		<b>SISTEMA MECÁNICO</b>	UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO	
DIBUJO: DIEGO ARAVENA, HERMAN VASQUEZ.		FECHA: 20/04/2015			DEPARTAMENTO INGENIERÍA MECÁNICA	
REVISÓ:		FECHA:			Nº DE PLANO:	
MODIFICÓ:		FECHA:				
REVISÓ:		FECHA:			ESCALA: 1:2	

Tabla: Rotulo Del Sistema.

9.8 – Imágenes desarrollo práctico.

- **PANEL PLC.**



- **MAQUETA DE ENSAYO.**



- **IMPLEMENTACION DE SISTEMA MECÁNICO.**

