

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**ESCUELA DE MECÁNICA AERONAÚTICA**

**CONSTRUCCIÓN DE UN ELEVADOR CON CAPACIDAD  
DE 5 TONELADAS PARA EL LABORATORIO DE  
MOTORES DEL BLOQUE 42 DEL ITSA**

**POR:**

**SIMBAÑA TORRES JORGE FERNANDO**

**UNDA BENAVIDES CHRISTAN JAVIER**

**RIVERA BEDÓN JUAN CARLOS**

**Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del Título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONAÚTICA**

**2002**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado por los señores: Alumno Simbaña Torres Jorge Fernando, Alumno Unda Benavides Christian Javier y Alno. Civ. Rivera Bedón Juan Carlos, con asesoramiento en los cálculos del señor Ing. Dag Bassantes, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGOS EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

---

Ing. Dag Bassantes

**DIRECTOR**

Latacunga, 07 de Octubre 2002

## **DEDICATORIA**

Al final de nuestros estudios, con gratitud imperecedera a nuestros padres ejemplo maravilloso de fe, amor y sacrificio incomparable, meta y razón de nuestros ideales, que con infinito amor supieron guiarnos en el camino del estudio para alcanzar una profesión y ser hombres de bien y útiles a la sociedad, ya que sin su apoyo no hubiésemos alcanzado nuestras metas.

**Alno. Simbaña Torres Jorge Fernando**

**Alno. Unda Benavides Christian Javier**

**Alno. Civ. Rivera Bedón Juan Carlos**

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestra eterna gratitud para quienes nos apoyaron en todo momento, de manera especial a nuestros Instructores y Compañeros, testigos de nuestros triunfos y fracasos.

Y a nuestra querida Institución de la cual llevamos nuestras mejores enseñanzas.

**Alno. Simbaña Torres Jorge Fernando**

**Alno. Unda Benavides Christian Javier**

**Alno. Civ. Rivera Bedón Juan Carlos**

# ÍNDICE

Carátula -----	I
Certificación -----	II
Dedicatoria -----	III
Agradecimientos -----	IV
Índice -----	V
Resumen -----	1

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

1.1 Definición del problema -----	2
Antecedentes -----	2
Justificación -----	2
1.2 Objetivos -----	3
Objetivo General -----	3
Objetivos Específicos -----	3
1.3 Alcance -----	4

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1 Generalidades -----	5
2.2 Máquinas para elevar -----	7
2.2.1 Elevadores manuales -----	7
2.2.2 Elevadores tiradores -----	9
2.2.3 Elevadores eléctricos -----	10
2.2.4 Elevadores neumáticos -----	13

## **CAPITULO III**

### **SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS**

3.1 Determinación de la mejor opción -----	15
3.1.1 Planteamiento de alternativas -----	15
3.1.2 Evaluación cualitativa -----	15
3.1.3 Estimación del elevador más conveniente -----	22
3.2 Descripción física de la máquina -----	23
3.3 Análisis de funcionamiento -----	25

## **CAPITULO IV**

### **CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LA MÁQUINA**

4.1 Construcción de la estructura -----	27
4.2 Análisis de la columna -----	39
4.3 Análisis del pasador -----	44
4.4 Platina de soporte del pasador -----	45
4.5 Selección de las ruedas -----	46
4.6 Tecnología de la construcción -----	48
4.7 Procedimiento de montaje -----	52

## **CAPITULO V**

### **EVALUACIÓN Y MANTENIMIENTO**

5.1 Pruebas de funcionamiento -----	55
5.2 Manual de operación -----	58
5.3 Programa de mantenimiento -----	60

## **CAPITULO VI**

### **ANÁLISIS DE COSTOS**

6.1 Presupuesto .....	62
-----------------------	----

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

7.1 Conclusiones.....	66
7.2 Recomendaciones.....	67

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

### **PLANOS**

## **LISTADO DE TABLAS**

TABLA 2.1 Datos para diferenciales o elevadores manuales de cadena

TABLA 2.2 Datos para elevadores de cadena accionados por palanca

TABLA 2.3 Datos para elevadores de cadena, eléctricos

TABLA 2.4 Datos para elevadores de cable, eléctricos

TABLA 4.1 Datos del perfil tipo I

TABLA 4.2 Datos del perfil tipo C

TABLA 4.3 Datos para ruedas tipo 45 G

TABLA 4.4 Datos para ruedas tipo 54 - 55

## **LISTADO DE CUADROS**

CUADRO 3.1 Evaluación cualitativa

CUADRO 3.2 Evaluación cualitativa y cuantitativa de eficiencia

CUADRO 3.3 Evaluación cualitativa y cuantitativa de operación y control

CUADRO 3.4 Evaluación cualitativa y cuantitativa de mantenimiento

CUADRO 3.5 Evaluación cualitativa y cuantitativa de tamaño

CUADRO 3.6 Evaluación cualitativa y cuantitativa de peso

CUADRO 3.7 Evaluación cualitativa y cuantitativa de proceso de fabricación

CUADRO 3.8 Evaluación cualitativa y cuantitativa de costo de fabricación

CUADRO 3.9 Evaluación cualitativa y cuantitativa de las alternativas

CUADRO 4.1 Máquinas empleadas

CUADRO 4.2 Herramientas y accesorios empleados

CUADRO 4.3 Especificaciones de construcción y montaje

CUADRO 6.1 Costo de la estructura

CUADRO 6.2 Costo de las ruedas

CUADRO 6.3 Costo del elevador manual

CUADRO 6.4 Costo de herramientas y accesorios

CUADRO 6.5 Costo de acabados

CUADRO 6.6 Costo total del sistema elevador

CUADRO 6.7 Costo total del proyecto de grado

## **LISTADO DE FIGURAS**

FIGURA 2.1 Elevador manual de elevación de alta velocidad

FIGURA 2.2 Elevador tirador

FIGURA 2.3 Elevador eléctrico de cadena

FIGURA 2.4 Elevador eléctrico de cable

## **LISTADO DE DIAGRAMAS DE FLUJO**

FLUJOGRAMA 3.1 Descripción de la máquina

FLUJOGRAMA 3.2 Secuencia de operación

FLUJOGRAMA 4.1 Construcción y montaje

## **LISTADO DE ANEXOS**

ANEXO A Equipos y herramientas

ANEXO B Partes de la estructura

ANEXO C Elementos constitutivos del sistema

ANEXO D Conformación del sistema elevador

ANEXO E Propiedades físicas, Promedio de materiales comunes

ANEXO F Vigas americanas estándar

ANEXO G Canales americanos estándar

ANEXO H Ángulos de lados iguales

## LISTADO DE NOMENCLATURAS

$\tau$  = Esfuerzo de corte

$A$  = Área

$A_T$  = Área total

$A_1$  = Área / 2

$F$  = Fuerza

$D$  = Diámetro

$L$  = Largo

$L_1$  = Largo / 2

$e$  = Espesor

$b$  = Base

$h$  = Altura

$W$  = Peso o carga

$M$  = Momento flector

$\sigma$  = Esfuerzo

$\omega$  = Módulo de sección

$\sigma_f$  = Esfuerzo de fluencia

## **RESUMEN**

El elevador manual de cadena está construido para soportar cargas de hasta 5 toneladas y su elevación se logra mediante el empleo de una cadena accionada a mano por el operador desde el suelo, la carga debe ser asegurada al gancho y en su centro de gravedad de tal manera que mantenga una estabilidad el momento de elevarla.

El sistema elevador consta de una estructura sólida, una viga en la que esta ubicada el elevador manual de cadena y cuatro ruedas que van a ser las que soporten el peso total de la carga; las ruedas permitirán que el elevador se mueva en cualquier dirección, sirviendo este como un medio de transporte.

El momento de trabajar en la máquina se debe tomar en cuenta ciertas normas de seguridad previas a su operación, para lo cual el operador deberá tener conocimientos básicos para manipular el equipo, estos conocimientos se adquiere con el estudio de los manuales de operación.

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

#### **ANTECEDENTES**

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), en el Laboratorio de Mecánica de Motores I ubicado en el Bloque N° 42, cuenta con turbinas de avión asignadas para la realización de prácticas por parte de los alumnos. Estas turbinas son de peso considerable (aproximadamente 5 ton.) y de difícil elevación ya que no se cuenta con un equipo adecuado para realizar este trabajo.

#### **JUSTIFICACIÓN**

En razón que el ITSA no cuenta con un elevador de capacidad adecuada para el levantamiento de las turbinas que se hallan en el Bloque N° 42, se ha considerado construir un elevador con capacidad para cinco toneladas.

El presente trabajo contribuye a la implementación de equipos que faciliten el desarrollo adecuado de las prácticas que se realizan en el Laboratorio, minimizando los riesgos en el trabajo al utilizar los mismos.

## **1.2 OBJETIVOS:**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Construir un elevador con capacidad para levantar cargas de hasta cinco toneladas, que será utilizado en el Laboratorio de Motores I ubicado en el bloque No. 42 del ITSA.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- + Contribuir a la implementación de equipos para elevación de cargas en el Laboratorio de Motores I.
- + Complementar el conocimiento teórico con la aplicación del mismo en la formación profesional.
- + Minimizar riesgos de trabajo al manipular cargas mediante el empleo de equipo adecuado en el Laboratorio de Motores I.
- + Realizar manuales de operación, mantenimiento, y pruebas de funcionamiento.
- + Facilitar el transporte de cargas pesadas de un lugar a otro.
- + Adecuar el Laboratorio con el fin de obtener mayor destreza al realizar las prácticas.

### **1.3 ALCANCE:**

El alcance del presente trabajo, es satisfacer una necesidad presente en el Laboratorio de Motores I; para lo cual, una vez definido el problema se plantea los objetivos y se procede a la investigación de procesos, máquinas y selección de la mejor alternativa, construcción y evaluación de la misma, elaboración de manuales de operación y mantenimiento y, finalmente su promoción.

La utilización de esta máquina, permitirá a los estudiantes realizar sus prácticas con una mayor comodidad, ya que podrán observar las turbinas en todo su contorno y manipular las mismas con mayor facilidad y seguridad.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 GENERALIDADES**

El manejo de materiales, con frecuencia incluye mecanismos individuales integrados en una red que se vuelve un factor dominante en el proyecto de una planta, así también, en los procesos de fabricación. Pueden requerirse movimientos individuales como elevación, traslación o una combinación de los dos. La secuencia de los movimientos puede ser de ida y vuelta sobre la misma trayectoria, o bien, puede ser unidireccional sobre un sistema transportador continuo o circulante.

Los movimientos, la clase y consistencia de los materiales que van a ser levantados deben ser estudiados con el fin de asegurar una justificación económica y la suficiente técnica.

Los elevadores son esencialmente dispositivos que se utilizan para minimizar esfuerzos en el levantamiento de cargas, disminuyendo riesgos en el trabajo.

La capacidad de elevación varía desde algunos cientos de kilos hasta varias toneladas. La velocidad de ascenso se halla en el rango de 0.5 a 2 m/s y depende de la altura de elevación, existiendo una relación directamente proporcional entre altura y velocidad de ascenso.

El elevador consta de una estructura que va a ser la que soporte todo el peso levantado a grandes o bajas alturas y el dispositivo de elevación.

Generalmente, la elevación se logra mediante el empleo de un cable o cadena accionado por un motor. En muchas aplicaciones se precisa una velocidad reducida, principalmente en el descenso con carga; el motor no se presta a la regulación de la velocidad, por lo cual se recurre a procedimientos eléctricos o a procedimientos mecánicos.

De entre estos, el más sencillo es el empleo de dos motores que actúan sobre el tambor del cable a través del reductor correspondiente. Uno de los motores suministra la potencia y velocidad normales y el otro de potencia reducida, actúa sobre el reductor de mayor demultiplicación; la velocidad reducida es generalmente  $1/10$  de la velocidad normal.

Los mandos pueden ser accionados desde el suelo por medio de pulsadores o desde una cabina suspendida; en el primer caso, con cajas de botoneras de pulsadores, colgadas de la grúa y al alcance del operario desde el suelo; en el segundo caso, por medio de un conmutador principal colocado en la cabina.

La selección adecuada del tamaño y tipo del equipo depende de la cantidad, peso y tamaño del material que se va a levantar a cierta altura específica.

## **2.2 MÁQUINAS PARA ELEVAR**

### **2.2.1 ELEVADORES MANUALES**

Los elevadores manuales de cadena son dispositivos portátiles de elevación suspendidos en un gancho y que se accionan a mano con cadena. Se usan para diversos trabajos de elevación y suspensión, en especial para construcción, ensamble y mantenimiento; están disponibles en capacidad de 45 ton. (50 ton cortas) y distancias casi limitadas para elevación.

El tipo principal en uso actual es el aparejo de alta velocidad (Fig. 2.1); algunos tipos (como el aparejo diferencial) ya son anticuados. Debido a su eficiencia mecánica relativa que es elevada (65 a 80 %), un aparejo de alta velocidad requiere algún medio para sostener la carga en reposo y durante el descenso; por lo general, se usa un freno Weston de acción torsional, que produce una fuerza de sujeción proporcional a la carga. Las cadenas separadas para accionamiento y soporte de carga, funcionan sobre ruedas dentadas o catarinas conectadas en un tren de engranajes. El freno se desacopla durante la elevación por medio de un mecanismo de trinquete (matraca) unidireccional.

Para descender, la cadena de accionamiento se debe mover en forma continua en dirección inversa para vencer el momento de torsión del freno.

En la tabla 2.1 aparecen datos típicos para los elevadores manuales de cadena.



**Figura 2.1 Elevador manual de elevación de alta velocidad**

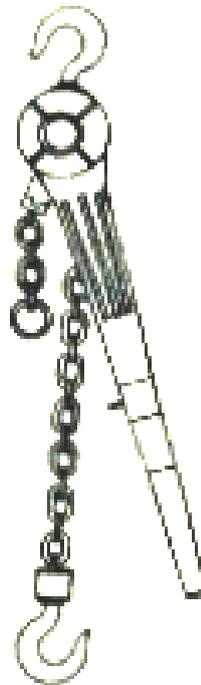
**Tabla 2.1 Datos para diferenciales o elevadores manuales de cadena**

CAPACIDAD		DISTANCIA RETRAIDA ENTRE GANCHOS		PESO NETO		Eficienc. %
Ton.cortas	Ton.métricas	Pulg.	mm.	Lb	Kg	
¼	0.23	14	335	44	20	80
½	0.45	15	380	47	21	80
1	0.91	18	455	50	23	80
1 ½	1.36	21	535	85	39	80
2	1.81	23	585	90	41	80
3	2.7	27	685	144	65	75
4	3.6	37	940	148	67	75
5	4.5	45	1145	195	88	75
6	5.4	45	1145	215	98	75
		49	1245	305	140	75
8	7.3	54	1370	322	145	70

**NOTA:** Los datos que aparecen en la tabla 2.1, fueron tomados del libro de Marks "Manual del Ingeniero Mecánico"

## 2.2.2 ELEVADORES TIRADORES

Los elevadores tiradores son de cadena o cable, accionados por una palanca (Fig. 2.2) para elevar o tirar a cualquier ángulo. Un mecanismo de matraca reversible en la palanca permite el funcionamiento en distancias cortas tanto al aplicar tensión como al soltarla. La carga se sostiene mediante un freno de fricción tipo Weston o con un trinquete liberable.



**Figura 2.2 Elevador tirador**

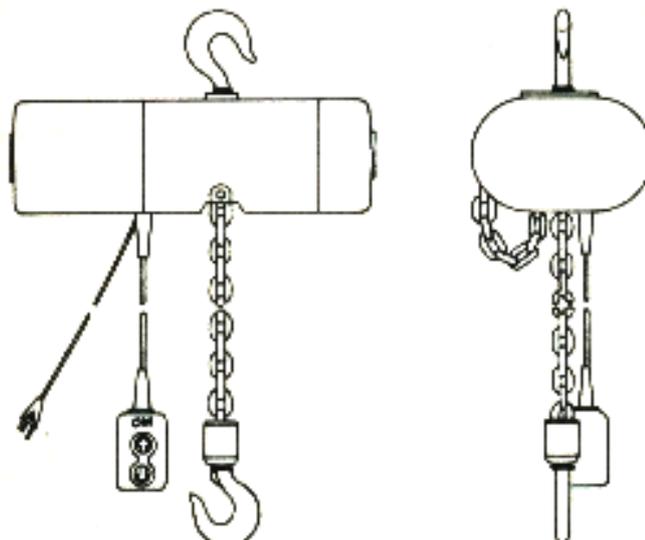
Dado que son mucho más pequeños y ligeros que los aparejo de cadena de igual capacidad, los tiradores se utilizan para distancias cortas de recorrido, con la palanca al alcance del operario (por ejemplo, para tensar alambres, arrastrar máquinas). En la tabla 2.2 aparecen los datos para los elevadores tiradores accionados por palanca.

**Tabla 2.2 Datos para elevadores de cadena accionados por palanca**

CAPACIDAD		DISTANCIA RETRAIDA ENTRE GANCHOS		PESO NETO	
Ton.cortas	Ton.métricas	Pulg.	mm.	lb	Kg
¾	0.68	14	335	16	7
1 ½	1.4	16	405	27	12
3	2.7	19	485	36	16
6	5.4	24	610	66	30

### 2.2.3 ELEVADORES ELÉCTRICOS

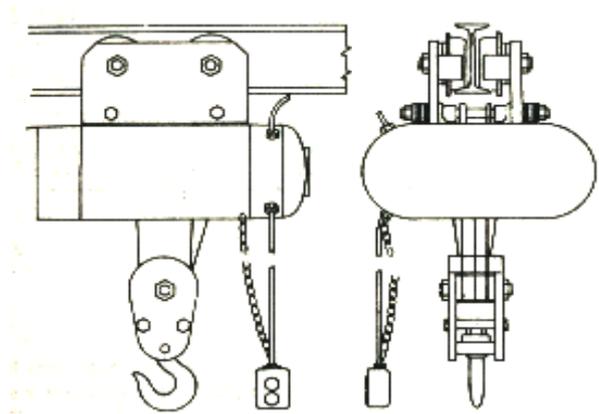
Los mecanismos eléctricos se utilizan para elevación frecuente o con alta velocidad. Hay dos tipos disponibles: de cadena (Fig. 2.3) (tanto de articulación como de rodillo) con capacidades de 1/8 a 5 ton. Cortas; de cable de acero (Fig. 2.4) en capacidades de 1/8 a 20 ton. Cortas.



**Figura 2.3 Elevador eléctrico de cadena**

El mecanismo de elevación tiene un tambor o una catarina centrados en el bastidor, el motor y los engranes en extremos opuestos y el eje del motor pasa a través o a un lado del tambor o la catarina.

Los aparejos eléctricos están equipados, cuando menos, con dos frenos independientes. Un freno de liberación eléctrica ocasiona que los platos del freno de disco, que están bajo carga de resorte, se acoplen cuando se corta la corriente. Cuando se excita el motor del aparejo, un solenoide vence la carga de los resortes para soltar al freno. En la dirección de descenso, el motor actúa como generador, retorna la corriente a la línea y controla la velocidad de descenso. Algunos aparejos eléctricos utilizan el mismo tipo de freno Weston que en los aparejos manuales; pero, en los eléctricos el motor debe impulsar la carga hacia abajo para tratar de librar el freno. Este tipo de freno genera un calor considerable que se debe disipar, por lo general, en un baño de aceite. El calor generado puede ser menor durante el ciclo de trabajo útil del aparejo. Si se utiliza el freno Weston, se debe proveer un freno de fricción, auxiliar, de liberación manual o eléctrica, porque el freno Weston no funciona en la dirección de elevación. Todos los aparejos eléctricos tienen interruptores de límite superior; los interruptores de límite inferior se usan de fábrica en los aparejos de cadena y son opcionales en los aparejos de cable. El control, por lo general, es mediante botones de presión; el control con cuerdas suspendidas desde el control ya es anticuado. El control es del tipo de “hombre muerto” y el aparejo se detiene en forma instantánea al soltarlo. Debido a los controles modernos, de corriente alterna, de velocidades múltiples para los aparejos grandes, los aparejos de corriente directa se han vuelto anticuados. Los aparejos de corriente alterna monofásica están disponibles en capacidades hasta de 1 hp; los de gases múltiples, en todos los tamaños.



**Figura 2.4 Elevador eléctrico de cable**

El aparejo puede suspenderse con un gancho integral o con una oreja de tornillo en un monorriel que rueda sobre una vigueta o en un monorriel. El monorriel (carro) puede ser del tipo sencillo (de empuje), con engranes (accionado a mano por cadena) o impulsado por motor eléctrico; estos últimos tipos son esenciales para cargas pesadas. En la tabla 2.3 aparecen los datos para elevadores de cadena, eléctricos y en la tabla 2.4 para los elevadores de cable, eléctricos.

**Tabla 2.3 Datos para elevadores de cadena, eléctricos**

CAPACIDAD		VELOCIDAD DE ELEVACIÓN		DISTANCIA RETRAIDA ENTRE GANCHOS		PESO NETO		MOTOR	
Ton.cortas	Ton.métric	Pie/min	M/min	Pulg.	mm.	Lb.	Kg.	Hp	KW
1/8	0.11	32	10	15	380	61	28	¼	0.19
¼	0.23	16	5	15	380	61	28	¼	0.19
		32	10	15	380	68	31	½	0.37
½	0.45	8	2.5	19	485	72	33	¼	0.19
		16	5	15	380	68	31	½	0.37
		32	10	16	405	105	48	1	0.75
1	0.91	8	2.5	19	485	78	35	½	0.37
		16	5	16	405	106	48	1	0.75
		32	10	17	430	113	51	2	1.49
2	1.81	8	2.5	24	610	126	57	1	0.75
		16	5	25	635	128	58	2	1.49

**Tabla 2.4 Datos para elevadores de cable, eléctricos**

CAPACIDAD		VELOCIDAD DE ELEVACIÓN		VISTA A GANCHO ALTO		PESO NETO		MOTOR	
Ton.cortas	Ton.métric	Pie/min	M/min	Pulg.	mm.	Lb.	Kg.	Hp	KW
½	0.45	6°	18	26	660	430	195	2	1.5
¾	0.68	37	11	26	660	430	195	2	1.5
1	0.91	30	9	25	635	465	210	2	1.5
		37	11	26	660	440	200	3	2.2
		60	18	26	660	445	200	4	3.0
1 ½	1.36	18	5	25	635	465	210	2	1.5
		30	9	25	635	465	210	3	2.2
		37	11	26	660	450	205	4	3.0
2	1.81	18	5	25	635	465	210	3	2.2
		30	9	25	635	480	220	4	3.0
3	2.72	18	5	25	635	560	255	4	3.0
5	4.54	13	4	28	710	710	320	4 ½	3.4

## 2.2.4 ELEVADORES NEUMÁTICOS

Los elevadores neumáticos son similares a los aparos eléctricos, excepto que se utilizan motores neumáticos. Los aparos con cadena de rodillo están disponibles en capacidades hasta de 1 ton corta; los de cadena de eslabones, hasta 2.7 ton. Métricas (3 ton. cortas), y los de cable, hasta 13.6 ton métricas (15 ton cortas). El motor puede ser del tipo de aspas rotatorias o de pistón. El motor de pistón es más costoso, pero es de arranque más fácil y de mayor rendimiento con baja velocidad y se prefiere para elevadores de gran capacidad. Un freno, interconectado con los controles, sostiene en forma automática la carga en un punto neutral; el movimiento de los controles libera el freno, ya sea por acción

mecánica o neumática. Algunos elevadores neumáticos incluyen también un freno de carga tipo Weston. El elevador puede suspenderse por un gancho, oreja o carretilla; esta puede ser del tipo de empuje, controlada por engranes o impulsada por motor neumático.

El movimiento horizontal está limitado a unos 7,6m. (25 pies) debido a lo voluminoso de las mangueras para aire; está disponible un sistema con una vía con una serie de orificios normalmente cerrados, que se abren cuando pasa una carretilla especial, para suministrar aire al elevador.

Los elevadores neumáticos son de velocidad variable, de acuerdo con la posición de la válvula de control. Pueden lograrse velocidades muy altas con cargas ligeras. Cuando el motor de aire está sobrecargado con exceso se “ahoga” sin sufrir daños.

Los elevadores neumáticos son más pequeños y ligeros que los eléctricos de igual capacidad y pueden usarse en atmósferas explosivas. Son más costosos que los eléctricos, necesitan silenciadores para tener un nivel razonable de ruido y, por lo general, están provistos con lubricadores automáticos en el suministro de aire.

## **CAPITULO III**

### **SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS**

#### **3.1 DETERMINACIÓN DE LA MEJOR OPCIÓN**

##### **3.1.1 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS**

De los elevadores descritos, se han considerado como alternativas tres de ellos para estudio y estos son:

- + Elevador Manual
  
- + Elevador Tirador
  
- + Elevador Eléctrico

##### **3.1.2 EVALUACIÓN CUALITATIVA**

Previo al diseño y/o construcción de una máquina, se requiere realizar el análisis de varios factores para determinar la mejor alternativa; a fin de que esta satisfaga los requerimientos de orden técnico y económico. Entre otros parámetros, para la selección de la mejor alternativa se consideran: eficiencia, operación y control, mantenimiento, tamaño, peso, proceso y costos de fabricación.

## ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

De acuerdo a las características técnicas de los elevadores considerados como alternativas, se evaluarán los parámetros arriba indicados, a fin de obtener una cualificación y cuantificación que permita determinar la mejor opción.

La evaluación cualitativa, cualificará como mala, buena, muy buena y/o sobresaliente a cada uno de los parámetros en estudio.

A fin de cuantificar la evaluación se asignará las siguientes puntuaciones:

**Cuadro 3.1 Evaluación cualitativa**

CUALITATIVA		CUANTITATIVA
SOBRESALIENTE	S	10
MUY BUENA	MB	9
BUENA	B	8
MALA	M	7

## EFICIENCIA

Implica la relación favorable entre resultados obtenidos y costos de los recursos empleados. Los recursos son asignados eficientemente si generan la máxima ganancia posible en términos de trabajo por unidad de costo y son empleados eficientemente cuando

se obtiene una unidad o producto a mínimo costo o cuando se obtienen más unidades de producto con un costo dado.

El elevador manual utiliza un tiempo determinado y un ligero esfuerzo para levantar la carga, mientras que el elevador tirador necesita un mayor esfuerzo y un tiempo sensiblemente mayor, sin embargo el elevador eléctrico requiere de un mínimo esfuerzo y menor tiempo.

**Cuadro 3.2 Evaluación cualitativa y cuantitativa de eficiencia**

<b>TIPO DE ELEVADOR</b>	<b>EVALUACIÓN</b>	
<b>Manual</b>	<b>MB</b>	<b>9</b>
<b>Tirador</b>	<b>B</b>	<b>8</b>
<b>Eléctrico</b>	<b>S</b>	<b>10</b>

## **OPERACIÓN Y CONTROL**

Su principal finalidad es dar a conocer las características y formas de accionamiento del equipo para su control y mando. El elevador manual está suspendido en un gancho y se acciona a mano con cadena; el elevador tirador es de cadena o cable accionado por una palanca y el elevador eléctrico utiliza cadena o cable de acero para su elevación y se controlan mediante pulsadores eléctricos.

**Cuadro 3.3 Evaluación cualitativa y cuantitativa de operación y control**

<b>TIPO DE ELEVADOR</b>	<b>EVALUACIÓN</b>	
<b>Manual</b>	<b>MB</b>	<b>9</b>
<b>Tirador</b>	<b>B</b>	<b>8</b>
<b>Eléctrico</b>	<b>S</b>	<b>10</b>

## **MANTENIMIENTO**

El mantenimiento es la actividad tendiente a conservar los equipos o máquinas en condiciones de funcionamiento seguro, confiable y adecuado. La ejecución del mantenimiento implica disponer de herramientas indispensables, personal capacitado, repuestos y materiales para no demorar ni interrumpir el servicio y asegurar la producción y rentabilidad de una institución.

El mantenimiento del elevador manual es económico y sus repuestos de fácil adquisición en el mercado; los repuestos del elevador tirador no se encuentran fácilmente disponibles en el mercado y requiere de una continua inspección, el elevador eléctrico debido a sus características presenta un mayor control en el mantenimiento y el costo de sus repuestos es mayor.

**Cuadro 3.4 Evaluación cualitativa y cuantitativa de mantenimiento**

<b>TIPO DE ELEVADOR</b>	<b>EVALUACIÓN</b>	
<b>Manual</b>	<b>S</b>	<b>10</b>
<b>Tirador</b>	<b>MB</b>	<b>9</b>
<b>Eléctrico</b>	<b>B</b>	<b>8</b>

## **TAMAÑO**

El tamaño es el volumen o magnitud de una cosa. En el caso de un elevador de carga, el tamaño dependerá de la cantidad, peso y tamaño del material que se va a elevar a una determinada altura.

El tamaño del elevador manual es pequeño y levanta una carga máxima de 5 toneladas; el elevador tirador es ligeramente más grande y levanta la misma carga y el elevador eléctrico debido a sus mecanismos internos es de gran tamaño con la misma capacidad de carga.

**Cuadro 3.5 Evaluación cualitativa y cuantitativa de tamaño**

<b>TIPO DE ELEVADOR</b>	<b>EVALUACIÓN</b>	
<b>Manual</b>	<b>S</b>	<b>10</b>
<b>Tirador</b>	<b>MB</b>	<b>9</b>
<b>Eléctrico</b>	<b>B</b>	<b>8</b>

## **PESO**

El peso es una cualidad de un cuerpo pesado, resultante de la acción que ejerce la gravedad sobre un cuerpo. El peso de un cuerpo se mide por el esfuerzo necesario para sostenerlo.

El peso del elevador manual para 5 toneladas es de 98 Kg; el elevador tirador para 5 toneladas es de 25Kg. y el elevador eléctrico para la misma carga pesa 320 Kg.

**Cuadro 3.6 Evaluación cualitativa y cuantitativa de peso**

<b>TIPO DE ELEVADOR</b>	<b>EVALUACIÓN</b>	
<b>Manual</b>	<b>MB</b>	<b>9</b>
<b>Tirador</b>	<b>S</b>	<b>10</b>
<b>Eléctrico</b>	<b>B</b>	<b>8</b>

## **PROCESO DE FABRICACIÓN**

Pasos a seguir para la construcción y/o elaboración de un producto siguiendo normas de fabricación y seguridad establecidas, dando a conocer las características y propiedades del material utilizado.

**Cuadro 3.7 Evaluación cualitativa y cuantitativa del proceso de fabricación**

<b>TIPO DE ELEVADOR</b>	<b>EVALUACIÓN</b>	
<b>Manual</b>	<b>MB</b>	<b>9</b>
<b>Tirador</b>	<b>MB</b>	<b>9</b>
<b>Eléctrico</b>	<b>B</b>	<b>8</b>

## **COSTO DE FABRICACIÓN**

Para la construcción de un equipo es muy importante tomar en cuenta el aspecto económico, ya que su costo varía de acuerdo a factores y características propias del equipo.

El costo de un elevador manual no es muy elevado y es semejante al de un elevador tirador debido a su sencillo y fácil modo de operación; mientras que el costo del elevador eléctrico, por su complejo sistema de manejo, supera a los anteriores.

**Cuadro 3.8 Evaluación cualitativa y cuantitativa de costo de fabricación**

<b>TIPO DE ELEVADOR</b>	<b>EVALUACIÓN</b>	
<b>Manual</b>	<b>MB</b>	<b>9</b>
<b>Tirador</b>	<b>MB</b>	<b>9</b>
<b>Eléctrico</b>	<b>B</b>	<b>8</b>

### 3.1.3 ESTIMACIÓN DEL ELEVADOR MÁS CONVENIENTE

A continuación se resume en el siguiente cuadro la evaluación realizada de los tres tipos de elevadores en estudio.

**Cuadro 3.9 Evaluación cualitativa y cuantitativa de las alternativas**

CARACTERÍSTICAS	FACTOR DE PONDERACIÓN	TIPO DE ELEVADOR								
		MANUAL			TIRADOR			ELÉCTRICO		
		Cualit	Cuant	PxC	Cualit	Cuant	PxCt	Cualit	Cuant	PxCt
EFICIENCIA	0.9	MB	9	8.1	B	8	7.2	S	10	9.0
OPERACIÓN Y CONTROL	0.8	MB	9	7.2	B	8	6.4	S	10	8.0
MANTENIMIENTO	0.8	S	10	8.0	MB	9	7.2	B	8	6.4
TAMAÑO	0.6	S	10	6.0	MB	9	5.4	B	8	4.8
PESO	0.7	MB	9	6.3	S	10	7.0	B	8	5.6
PROCESO DE FABRICACIÓN	0.6	MB	9	5.4	MB	9	5.4	B	8	4.8
COSTO DE FABRICACIÓN	0.7	MB	9	6.3	MB	9	6.3	B	8	5.6
<b>TOTAL</b>				<b>47.3</b>			<b>44.9</b>			<b>43.2</b>

Luego de haber realizado la evaluación cualitativa y cuantitativa de las alternativas seleccionadas; se determina que la máquina más apropiada para la construcción es el Elevador Manual debido a que sus características de funcionamiento, reducción de costos tanto de operación como de mantenimiento y capacidad de carga satisfacen las expectativas del presente proyecto.

## **3.2 DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA MÁQUINA**

El elevador manual está constituido de las siguientes partes y elementos:

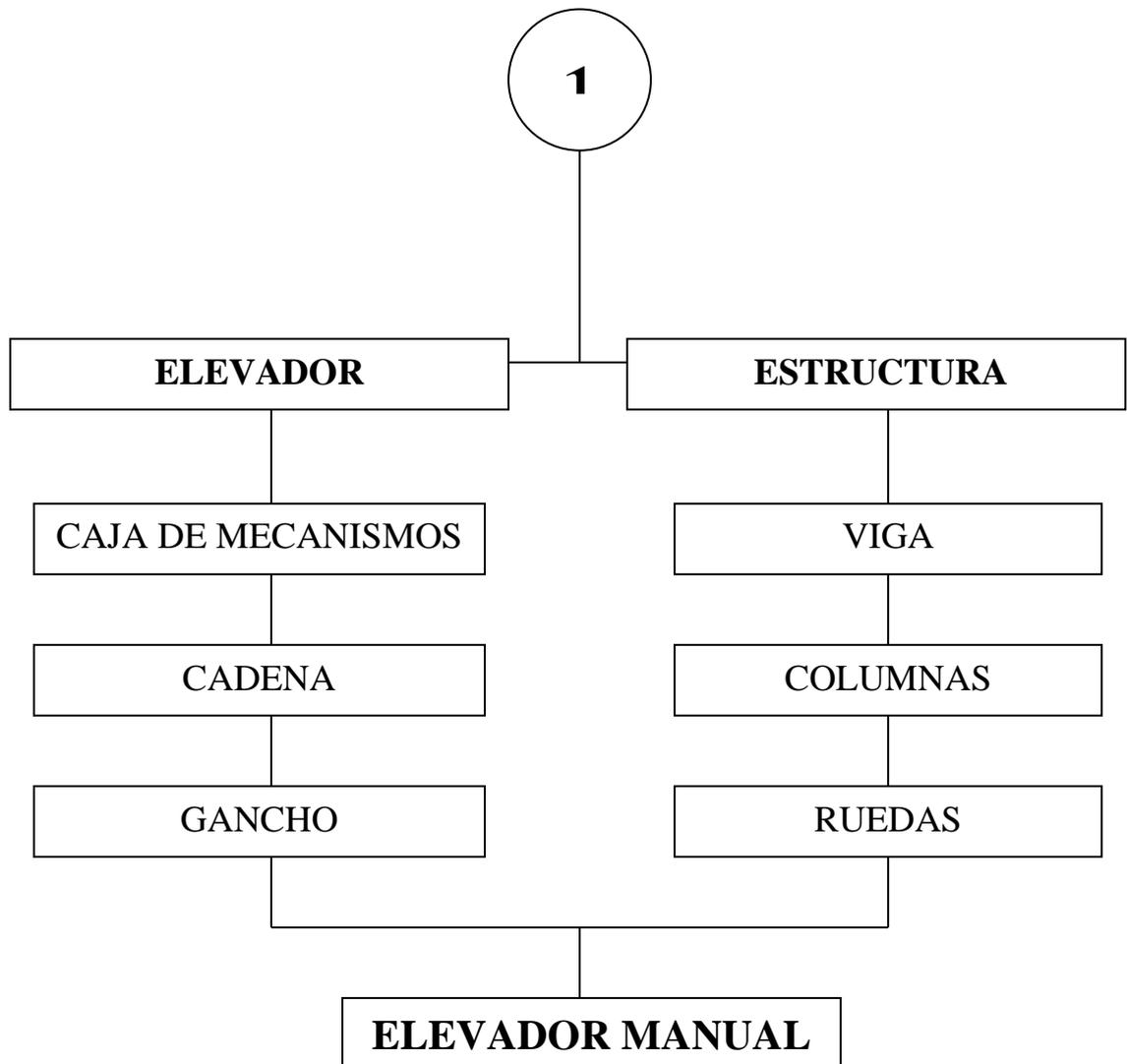
### **ESTRUCTURA**

- + Viga
  
- + Columnas
  
- + Ruedas

### **ELEVADOR**

- + Caja de mecanismos
  
- + Cadena
  
- + Gancho

### 3.2 DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA



Flujograma 3.1 Descripción de la máquina

### 3.3 ANALISIS DE FUNCIONAMIENTO



Figura 3.2 Secuencia de Operación

La secuencia de operación de la máquina se representa por medio del flujograma 3.2

El levantamiento de una carga requiere tomar ciertas medidas de seguridad previas a este, para lo cual es necesario conocer su peso y asegurarla correctamente al gancho, el mismo que está unido a una cadena de eslabones de acoplamiento y que es utilizada como cadena elevadora en aparejos de izar de acción manual.

La carga debe estar equilibrada o balanceada y alineada en forma adecuada para evitar su desviación, de tal forma que no se presente inestabilidad al momento de elevarla.

Es muy importante también tomar en cuenta la capacidad, velocidad y altura de elevación.

Durante el ascenso, el freno que se encuentra en la caja de mecanismos, se desacopla por medio de un sistema de trinquete unidireccional; y para el descenso, la cadena de accionamiento se debe mover en forma continua en dirección inversa para vencer el momento de torsión del freno; este procedimiento es realizado en forma manual.

La unidad elevadora además está soportada por ruedas que permiten el traslado de un lugar a otro con facilidad, convirtiéndose así en un sistema de transporte.

## CAPITULO IV

### CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LA MÁQUINA

#### 4.1 CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA

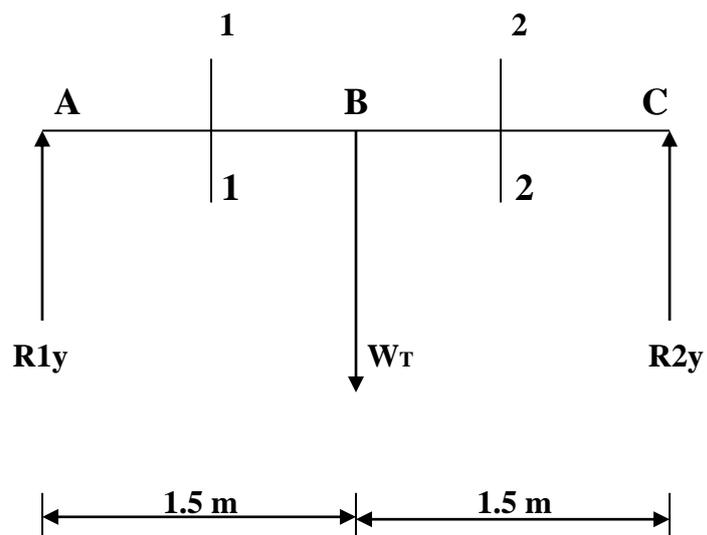
##### DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA

Frente : 3000 mm

Alto : 3000 mm

Carga : 5000 Kgf

##### ANÁLISIS DE LA VIGA



$$W_T = (W_{TC} + W_C) F \quad (4.1)$$

$W_{TC}$  = Peso del elevador manual

$W_C$  = Carga a elevar

$F$  = Factor de seguridad

$$W_{TC} = 195 \text{ lbf} = 88.443 \text{ Kgf}$$

$$W_C = 5000 \text{ Kgf}$$

$$F = 1.15$$

$$W_T = (88.443 \text{ Kgf} + 5000 \text{ Kgf}) 1.15$$

$$W_T = 5851.709 \text{ Kgf}$$

Se aproxima  $W_T = 6000 \text{ Kgf}$

Por las ecuaciones de la estática

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_{1y} + R_{2y} = W_T \quad (4.2)$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R_{2y} \cdot 3.0 \text{ m} = W_T \cdot 1.5 \text{ m}$$

$$R_{2y} = \frac{W_T \cdot 1.5 \text{ m}}{3.0 \text{ m}}$$

$$R_{2y} = \frac{6000 \text{ Kgf} \times 1.5 \text{ m}}{3.0 \text{ m}}$$

$$R_{2y} = 3000 \text{ Kgf}$$

De (4.2)

$$R_{1y} = W_T - R_{2y}$$

$$R_{1y} = 6000 \text{ Kgf} - 3000 \text{ Kgf}$$

$$R_{1y} = 3000 \text{ Kgf}$$

### SECCIÓN 1 – 1 $(0 \leq X \leq 1.5)$

$$\Sigma FV = 0$$

$$R1y = V$$

$$V = 3000 \text{ Kgf}$$

$$\Sigma Mc = 0$$

$$R1y \cdot X = M \quad (4.3)$$

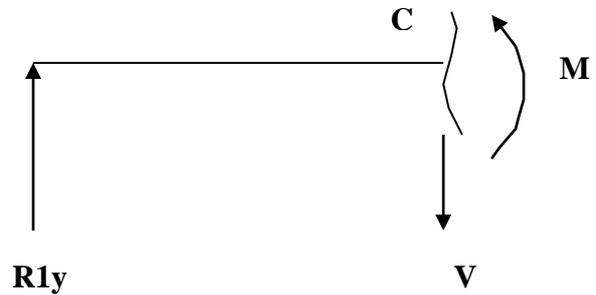
Para  $X = 0$

$$M = 0$$

Para  $X = 1.5 \text{ m}$

$$M = 3000 \text{ Kgf} \cdot 1.5 \text{ m}$$

$$M = 4500 \text{ Kgf} \cdot \text{m}$$



### SECCION 2 – 2 $(1.5 \leq X \leq 3)$

$$\Sigma Fv = 0$$

$$V + W_T = R1y \quad (4.4)$$

$$V = R1y - W_T$$

$$V = 3000 \text{ Kgf} - 6000 \text{ Kgf}$$

$$V = -3000 \text{ Kgf}$$

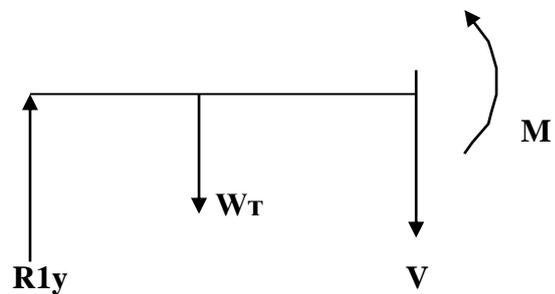
$$V = 3000 \text{ Kgf} (\uparrow)$$

$$\Sigma Mc = 0$$

$$M + W_T (X - 1.5) = R1y X \quad (4.5)$$

$$M = R1y \cdot X - W_T (X - 1.5)$$

$$M = 3000 \text{ Kgf} \cdot X - 6000 \text{ Kgf} (X - 1.5)$$



Para  $X = 1.5 \text{ m}$

$M = 4500 \text{ Kgf}\cdot\text{m}$

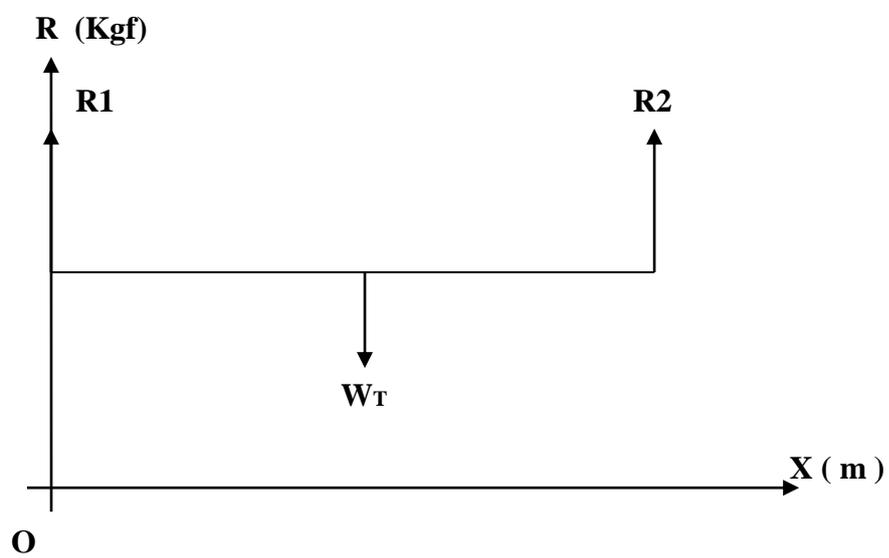
Para  $X = 3\text{m}$

$M = 9000 \text{ Kgf}\cdot\text{m} - 9000 \text{ Kgf}\cdot\text{m}$

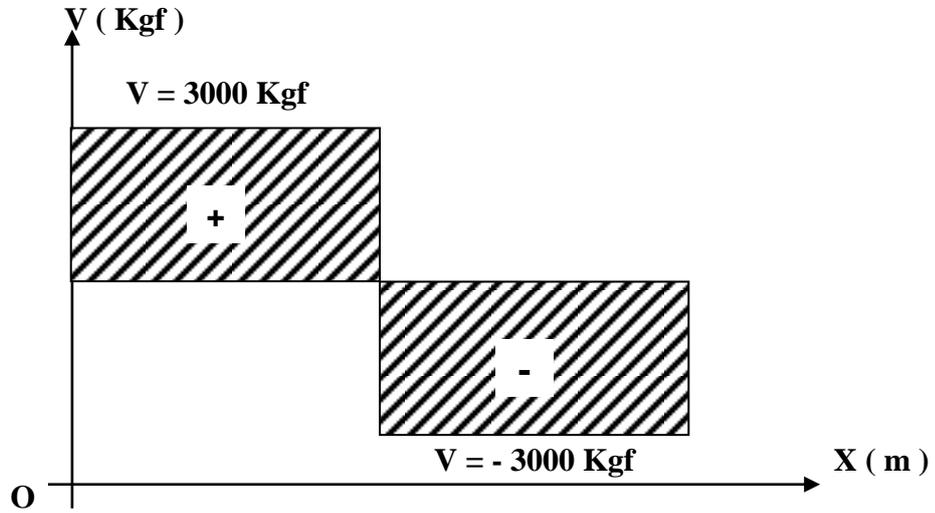
$M = 0 \text{ Kgf}\cdot\text{m}$

## DIAGRAMAS

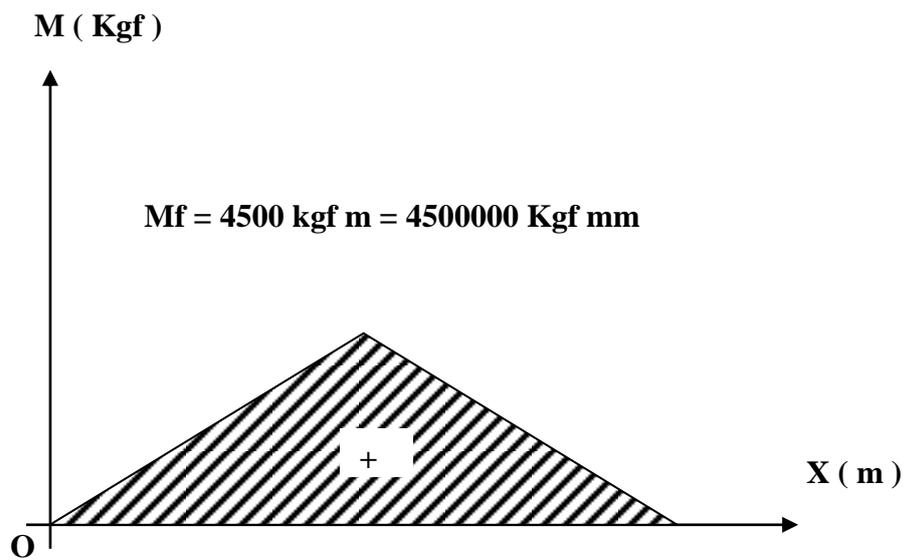
### DIAGRAMA DE CARGA



## DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE



## DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR



$$\sigma_f = \frac{M_f \cdot Y}{I_x} \quad (4.6)$$

$$\sigma_f = 36000 \text{ lbf/pulg}^2 = 25.308 \text{ Kgf/mm}^2 \quad (\text{Anexo B})$$

$$W = \frac{I_x}{Y} \quad (4.7)$$

$$\sigma_f = \frac{M_f}{W} \quad (4.8)$$

$$W = \frac{M_f}{\sigma_f}$$

$$W = \frac{4500000 \text{ Kgf} \cdot \text{mm}}{25.308 \text{ Kgf/mm}^2}$$

$$W = 177809.388 \text{ mm}^3 \quad \left| \frac{\text{pulg}^3}{(25.4 \text{ mm})^3} \right.$$

$$W = 10.85 \text{ pulg}^3$$

El perfil más adecuado es:

**PERFIL I 7 x 3 5/8**

**Tabla 4.1 Datos del perfil tipo I ( Anexo G )**

Tamaño nominal	Peso por pie	Área	Peralte	Patín		Espesor del alma
				ANCHO	ESPESOR	
7 x 3 5/8 pulg	15.3 lbs	4.43 pulg <sup>2</sup>	7 pulg	3.660 pulg	0.392 pulg	0.250 pulg
EJE X - X			EJE Y - Y			
I	S	R	I	S	r	
36.2 Pulg <sup>4</sup>	10.4 pulg <sup>3</sup>	2.86 pulg	2.7 pulg <sup>4</sup>	1.5 pulg <sup>3</sup>	0.78 pulg	

Debido a que en el mercado este tipo de material se halla disponible a un costo muy elevado y en cantidades no inferiores a 6m., se optó por tomar el perfil tipo C, para la construcción de un perfil compuesto.

**PERFIL C 8 x 2 1/4**

**Tabla 4.2 Datos del perfil tipo C ( Anexo H )**

Tamaño nominal	Peso por pie	Área	Peralte	Patín		Espesor del alma
				ANCHO	ESPESOR	
8 x 2 1/4 pulg	18.75 lbs	5.49pulg <sup>2</sup>	8 pulg	2.527pulg	0.390 pulg	0.487 pulg

EJE X - X			EJE Y - Y			
I	S	R	I	S	r	x
43.7 Pulg <sup>4</sup>	10.9 pulg <sup>3</sup>	2.82 pulg	2.0 pulg <sup>4</sup>	1.0 pulg <sup>3</sup>	0.60 pulg	0.57 plg

Perfil compuesto:

$$I_{\text{RECTANGULAR}} = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad (4.9)$$

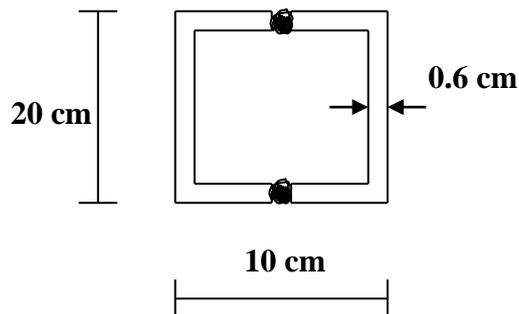
$$I = I_1 - I_2$$

$$I = \frac{b_1 \cdot h_1^3}{12} - \frac{b_2 \cdot h_2^3}{12}$$

$$I = \frac{1}{12} (b_1 \cdot h_1^3 - b_2 \cdot h_2^3)$$

$$I = \frac{1}{12} (10 \cdot 20^3 - 8.8 \cdot 18.8^3)$$

$$I = 1793.907 \text{ cm}^4$$



$$\sigma = \frac{Mf \cdot Y}{I}$$

$$Y = 10 \text{ cm}$$

$$W = \frac{I}{Y}$$

$$W = \frac{1793.907}{10}$$

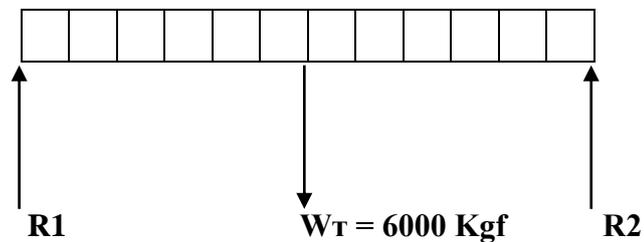
$$W = 179.390 \text{ cm}^3 \quad \left| \frac{\text{pulg}^3}{(2.54 \text{ cm})^3} \right.$$

$$W = 10.947 \text{ pulg}^3$$

$W_{CAL2} > W1$       Se acepta el perfil compuesto

Se realiza el análisis considerando el peso del material, siendo este una carga distribuida.

$$q = 37.5 \text{ lbf/pie} = 55.788 \text{ Kgf/m}$$



$$\Sigma Fy = 0$$

$$R1 + R2 = WT + Qeq \quad (4.10)$$

$$Qeq = Q \cdot L \quad (4.11)$$

$$Qeq = 55.788 \text{ Kgf/m} \cdot 3 \text{ m}$$

$$Qeq = 167.364 \text{ Kgf}$$

$$R1 + R2 = 6000 \text{ lbf} + 167.364 \text{ Kgf}$$

$$R1 + R2 = 6167.364 \text{ Kgf}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R2 \cdot L = (W_T + q_{eq}) L/2 \quad (4.12)$$

$$R2 = 6167.364 \text{ Kgf}/2$$

$$R2 = 3083.682 \text{ Kgf}$$

De (4.10)

$$R1 = W_T + q_{eq} - R2$$

$$R1 = 6167.364 \text{ Kgf} - 3083.682 \text{ Kgf}$$

$$R1 = 3083.682 \text{ Kgf}$$

### SECCIÓN 1 – 1 $(0 \leq X \leq 1.5 \text{ m})$

$$\Sigma FV = 0$$

$$R1 = V + q \cdot X \quad (4.13)$$

$$V = R1 - q \cdot X$$

Para  $X = 0$

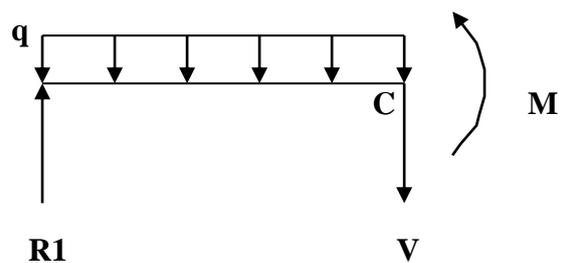
$$V = R1$$

Para  $X = 1.5$

$$V = R1 - q \cdot 1.5$$

$$V = 3083.682 - 55.788 \cdot 1.5$$

$$V = 3000 \text{ Kgf}$$



$$\Sigma Mc = 0$$

$$M = R_1 \cdot X - \frac{q \cdot X^2}{2} \quad (4.14)$$

Para  $X = 0$

$$M = 0 \text{ lbf} \cdot \text{m}$$

Para  $X = 1.5 \text{ m}$

$$M = 3083.682 \cdot 1.5 - \frac{55.788 \cdot 1.5^2}{2}$$

$$M = 4562.761 \text{ Kgf} \cdot \text{m}$$

### SECCIÓN 2 – 2 ( $1.5 \leq X \leq 3$ )

$$\Sigma FV = 0$$

$$V + W_T + q \cdot X - R_1 = 0 \quad (4.15)$$

**M**

$$V = R_1 - q \cdot X - W_T$$

Para  $X = 1.5$

$$V = R_1 - W_T - q \cdot X$$

$$V = 3083.682 - 6000 - 55.788 \cdot 1.5$$

$$V = - 3000 \text{ Kgf}$$

$$V = 3000 \text{ Kgf} \quad (\uparrow)$$

Para  $X = 3$

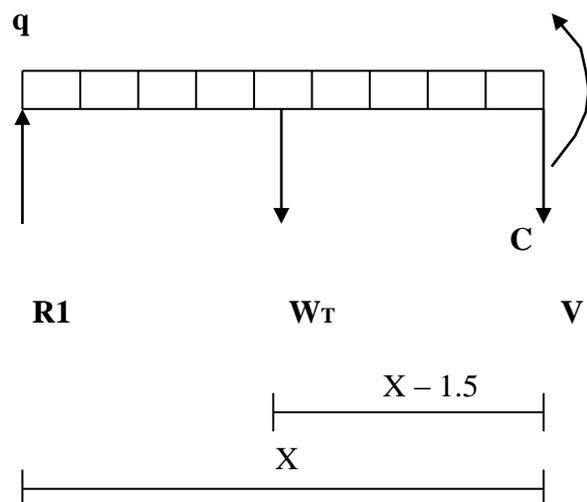
$$V = 3083.682 - 6000 - 55.788 \cdot 3$$

$$V = - 3083.682 \text{ Kgf}$$

$$V = 3083.682 \text{ Kgf} \quad (\uparrow)$$

$$\Sigma Mc = 0$$

$$M = R_1 \cdot X - W_T(X - 1.5) - \frac{q \cdot X^2}{2} \quad (4.16)$$



Para  $X = 1.5$

$$M = 3083.682 \cdot 1.5 - 6000 (1.5 - 1.5) - \frac{55.788 \cdot 1.5^2}{2}$$

$$M = 4562.7615 \text{ Kgf}\cdot\text{m}$$

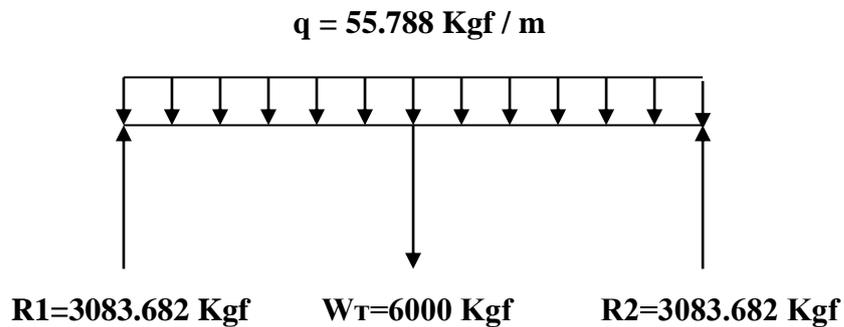
Para  $X = 3$

$$M = 3083.682 \cdot 3 - 6000 (3 - 1.5) - \frac{55.788 \cdot 3^2}{2}$$

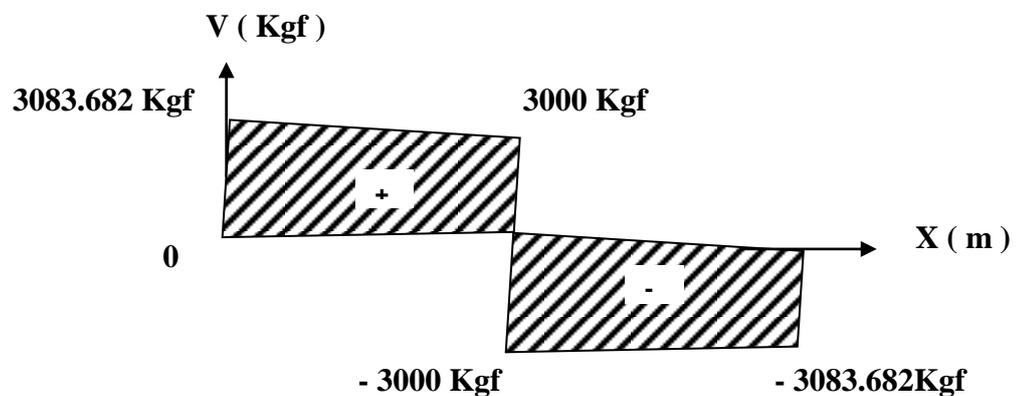
$$M = 0 \text{ Kgf}\cdot\text{m}$$

## DIAGRAMAS

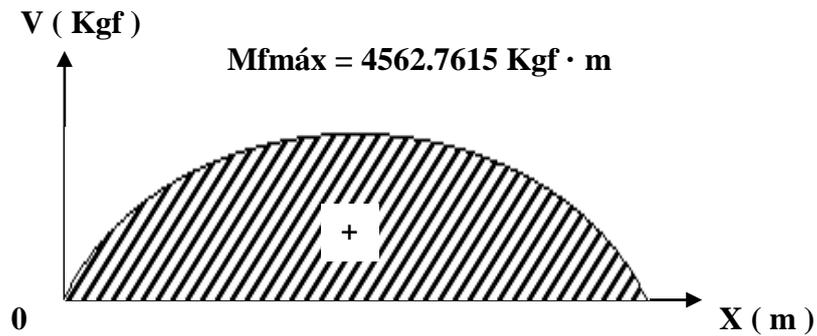
### DIAGRAMA DE CARGA



### DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE



## DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR



$$\sigma = \frac{M_f \cdot Y}{I_x}$$

$$W = \frac{I_x}{Y}$$

$$W = \frac{M_f}{\sigma}$$

$$M_f = 4562.7615 \text{ Kgf} \cdot \text{m}$$

$$4562.7615 \text{ Kgf} \cdot \text{m} \cdot \frac{39.36 \text{ pulg}}{1 \text{ m}} \cdot \frac{2.2048 \text{ lbf}}{1 \text{ Kgf}} = 395960.6772 \text{ lbf} \cdot \text{pulg}$$

$$\sigma = 36000 \text{ lbf/pulg}^2$$

$$W = \frac{395960.6772 \text{ lbf} \cdot \text{pulg}}{36000 \frac{\text{lbf}}{\text{pulg}^2}}$$

$$W = 10.998 \text{ pulg}^3$$

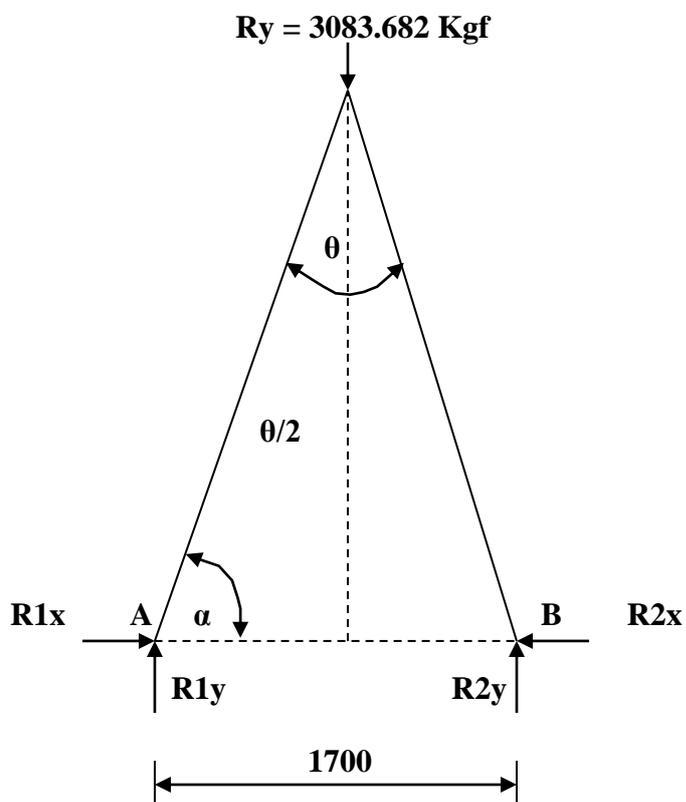
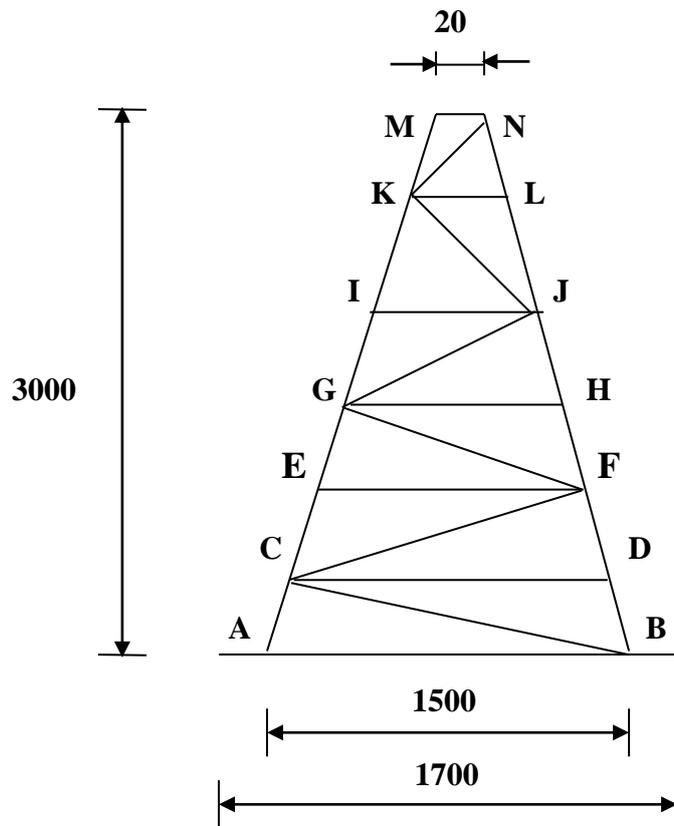
El **W** así calculado es:

$$W_1 = 10.998 \text{ pulg}^3 \quad ; \quad W_2 = 10.85 \text{ pulg}^3$$

$$W < W_2$$

Por lo que se acepta el perfil compuesto antes determinado

## 4.2 ANÁLISIS DE LA COLUMNA



$$\text{Tg } \theta/2 = \frac{1700 / 2}{3000} = 0.28333$$

$$\theta = 2 \text{ tg}^{-1} (0.28333)$$

$$\theta = 31.6384^\circ$$

$$\theta / 2 = 15.8192^\circ$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_{1y} + R_{2y} = R$$

$$\Sigma M_A$$

$$R_{2y} \cdot 1.7 = R \cdot 1.7 / 2$$

$$R_{2y} = R / 2$$

$$R_{2y} = 3083.682 \text{ Kgf} / 2$$

$$R_{2y} = 1541.841 \text{ Kgf}$$

$$R_{1y} = R_y - R_{2y}$$

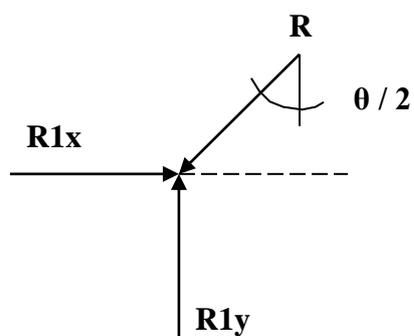
$$R_{1y} = 3083.682 - 1541.841$$

$$R_{1y} = 1541.841 \text{ Kgf}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$R_{1x} = R_{2x}$$

### NODO A



$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_y = R_{1y}$$

$$R \cdot \cos(\theta / 2) = R_{1y} \quad (4.17)$$

$$R = R_{1y} / \cos(\theta / 2)$$

$$R = 1541.841 / \cos(15.8192)$$

$$R = 1602.553 \text{ Kgf}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$R_{1x} = R_x$$

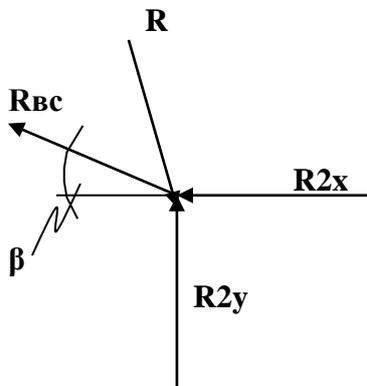
$$R_x = R_y \cdot \text{tg}(\theta / 2) \quad (4.18)$$

$$R_{1x} = R_y \cdot \text{tg}(\theta / 2)$$

$$R_{1x} = 1541.841 \cdot \text{tg}(15.8192)$$

$$R_{1x} = 436.855 \text{ Kgf}$$

## NODO B



$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_{2y} = R_y - R_{ybc}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$R_{2x} + R_{bcx} = R_x$$

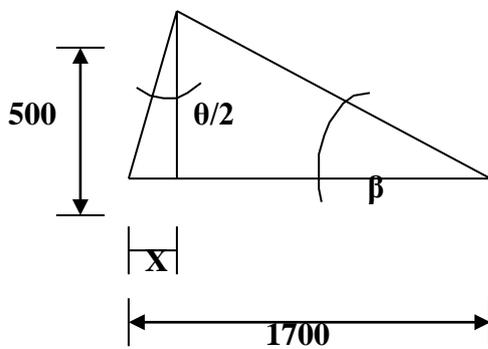
$$R_{1x} = R_{2x} = 436.855 \text{ Kgf}$$

$$R_x - R_{bcx} = 436.855 \text{ Kgf}$$

$$\Sigma M_c = 0$$

$$R_{2y} \cdot 1.7 / 2 - R_{2x} \cdot 3 + R_{bcx} \cdot 3 + R_{bcy} \cdot 1.7 / 2 =$$

0



$$\text{Tg} (\theta / 2) = X / Y$$

$$X = Y \cdot \text{Tg} (\theta / 2)$$

$$X = 500 \cdot \text{Tg} 15,8192$$

$$X = 0.1417 \text{ m}$$

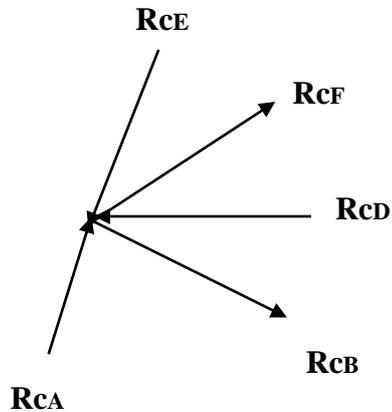
$$\text{Tg} \beta = \frac{0.5}{1.7 - 0.1417}$$

$$\text{Tg} \beta = 0.3209$$

$$\beta = \text{Tg}^{-1} (0.3209)$$

$$\beta = 17.7895^\circ$$

## NODO C



$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_{2y} + R_{BCy} - R_y = 0$$

$$1541.841 + R_{BC} \text{ Sen } 17.789 - R \text{ Cos } 15.819 = 0$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$R_x - R_{2x} - R_{BCx} = 0$$

$$R \text{ Sen } 15.819 - 436.855 - R_{BC} \text{ Cos } 17.789 = 0$$

$$1. \quad R \text{ Sen } 15.819 - R_{BC} \text{ Cos } 17.789 - 436.855 = 0$$

$$2. \quad -R \text{ Cos } 15.819 + R_{BC} \text{ Sen } 17.789 + 1541.841 = 0$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$-R_{2y} 17 - R_{BCy} + R_y 15.584 = 0$$

$$-7343.52 - [ (R_{BC} \text{ Sen } 17.7895) (1.416) ] + (R \text{ Cos } 15.891) 15.584 = 0$$

$$-7343.52 - R_{BC} 0.4326 + R 14.993 = 0$$

$$R 14.993 - R_{BC} 0.4326 = 7343.52$$

$$R = 7343.52 + R_{BC} 0.4326$$

$$1. \quad (7343.52 + R_{BC} 0.4326) \text{ Sen } 15.8192 - R_{BC} \text{ Cos } 17.789 - 436.855 = 0$$

$$2001.86 + R_{BC} 0.1179 - R_{BC} \text{ Cos } 17.789 = 436.855$$

$$R_{BC} 0.1179 - R_{BC} \text{ Cos } 17.789 = 436.855 - 2001.86$$

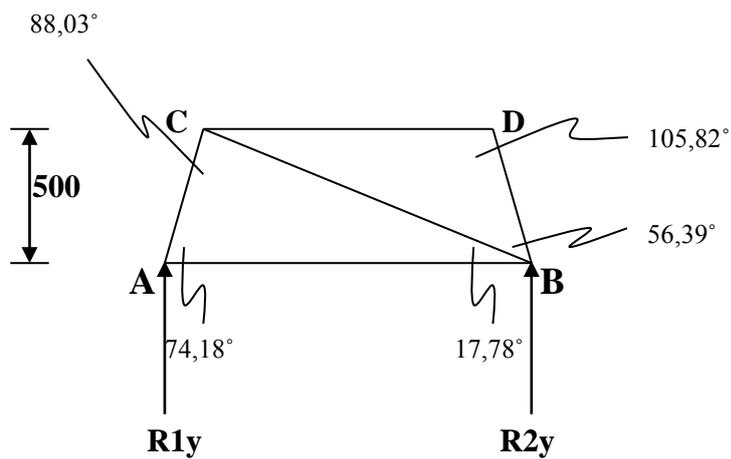
$$-0.8342 R_{BC} = -1565.005$$

$$R_{BC} = 1876.055 \text{ Kgf}$$

$$R = 7343.52 + R_{BC} \cdot 0.4326$$

$$R = 7343.52 + (1876.055) \cdot 0.4326$$

$$R = 8155.101 \text{ Kgf}$$

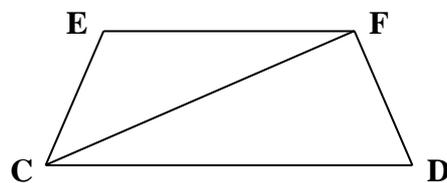


$$\Sigma M_B = 0$$

$$1541.841 \cdot 17 + F_{CD} \cdot 5 = 0$$

$$F_{CD} = \frac{1541.841 \cdot 17}{5}$$

$$F_{CD} = 5242.2594 \text{ Kgf}$$



$$\Sigma M_C = 0$$

$$R_{1y} \cdot 1.416 - R_{1x} \cdot 5 - R_{2y} (17 - 1.416) + R_{2x} \cdot 5 = 0$$

### 4.3 ANÁLISIS DEL PASADOR

$$\tau = \frac{F}{A_T} \quad (4.19)$$

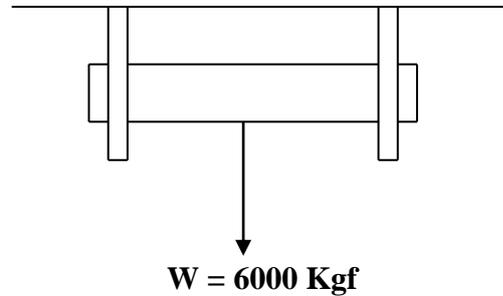
$$A = (\pi D^2) / 4 \quad (4.20)$$

$$A_T = 2 \cdot A$$

$$A_T = \pi D^2 / 2$$

$$F = W_T = 6000 \text{ Kgf}$$

$$\tau_c = 24000 \text{ lbf/pulg}^2 \text{ ( Anexo E )}$$



$$\tau = F / (\pi D^2 / 2)$$

$$D = \sqrt{2 \cdot F / \pi \cdot \tau}$$

$$D = \sqrt{2 \cdot 6000 \text{ Kgf} / 3.1416 \cdot 10885.34107 \text{ Kgf/pulg}^2}$$

$$D = 0.592 \text{ pulg} \quad \left| \frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ pulg}} \right.$$

$$D = 1.505 \text{ cm}$$

$$D = 15.05 \text{ mm}$$

#### 4.4 PLATINA DE SOPORTE DEL PASADOR

$$\tau = F / A$$

$$A_T = 2 \cdot A$$

$$A = b \cdot h$$

(4.21)

$$A_T = b \cdot h \cdot 2$$

$$F = 6000 \text{ Kgf}$$

$$L = 2.5 \text{ pulg}$$

$$e = 3/8 \text{ pulg}$$

$$\varnothing = 5/8 \text{ pulg}$$

$$L_1 = (L - \varnothing) / 2$$

(4.22)

$$L_1 = (2.5 - 5/8) / 2$$

$$L_1 = 0.938 \text{ pulg}$$

$$A_1 = L_1 \cdot e$$

$$A_1 = 0.938 \cdot 3/8$$

$$A_1 = 0.352 \text{ pulg}^2$$

$$A = A_1 \cdot 2$$

$$A = 0.352 \cdot 2$$

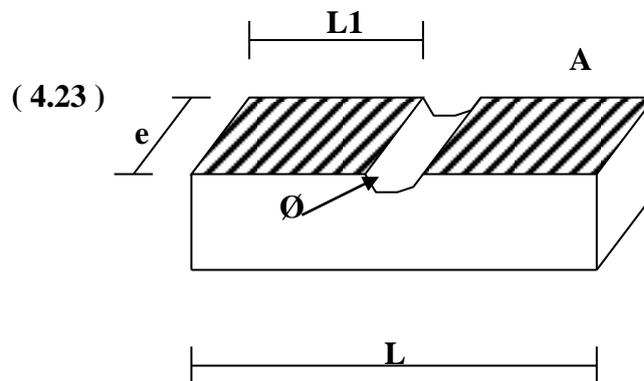
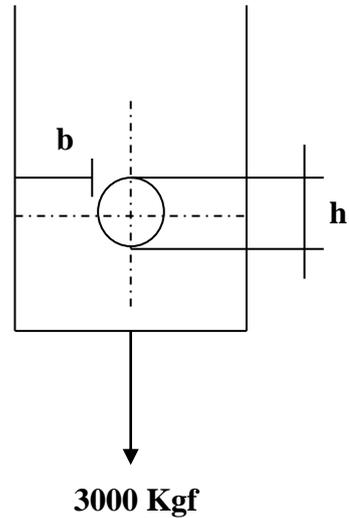
$$A = 0.7035 \text{ pulg}^2$$

$$\tau = 6000 \text{ Kgf} / 2 \cdot 0.7035$$

$$\tau = 4264.392 \text{ Kgf} / \text{pulg}^2$$

$$\tau = 9402.132 \text{ lbf} / \text{pulg}$$

Por lo tanto  $\tau$  calculado  $< \tau$  tabla, se acepta el material.



$$A = \frac{(L - \varnothing) \cdot e}{2}$$

## 4.5 SELECCIÓN DE LAS RUEDAS

Se han considerado como alternativas dos tipos de ruedas para la selección, tomando en cuenta varios parámetros, características de funcionamiento y capacidad de carga las cuales serán analizadas en la siguientes tablas.

### SERIE 45 G

Las ruedas tipo 45 G están provistas de un soporte en lámina de acero galvanizado, doble pista de esferas, provisto de freno que impide el giro de la rueda y del soporte.

**Tabla 4.3 Datos para ruedas tipo 45 G**

CAPACIDAD DE CARGA ENTRE 180 Y 1200 Kg/rueda											
DIAMETRO Pulg.	CAPACIDAD Kg.	RADIO DE GIRO Pulg.	ALTURA EFECTIVA Pulg.	ANCHO DE BANDA Pulg.	SUJECIONES				RODAMIENTO	REFERENCIA IMSA GIRATORIA	REFERENCIA IMSA FIJA
6	240	1 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2			—	—	Agujas	6 BF 45 G1	
6	300	1 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2					Buje Nylon	6 PR 45 G1	
6	300	1 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2					Buje Nylon	6 PU 45 G1	
6	180	1 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2					Buje Nylon	6 PB 45 G1	

## SERIE 54 – 55

Dentro del tipo de ruedas 54 – 55 se encuentran las de soporte en lámina de grueso calibre, doble pista de rodamiento, con rodamientos de rodillos cónicos que proporciona óptimo giro y gran capacidad para soportar cargas combinadas, se utilizan para carros de transporte y plataformas industriales de muy variadas condiciones.

De acuerdo a estas características se ha optado por seleccionar este tipo de ruedas.

**Tabla 4.4 Datos para ruedas tipo 54 – 55**

CAPACIDAD DE CARGA ENTRE 180 Y 1200 Kg/rueda											
DIAMETRO Pulg.	CAPACIDAD Kg.	RADIO DE GIRO Pulg.	ALTURA EFECTIVA Pulg.	ANCHO DE BANDA Pulg.	SUJECCIONES				RODAMIENTO	REFERENCIA IMSA GIRATORIA	REFERENCIA IMSA FIJA
							—	—			
4	400	1 15/64	6 7/16	1 1/2	5 5/8	4 1/4	4 5/16	3 1/16	Agujas	4 SC 55 A	4 SC 54 A
5	600	1 1/2	7 7/16	1 5/8	5 5/8	4 1/4	4 5/16	3 1/16	Agujas	5 SC 55 A	5 SC 54 A
6	700	1 47/64	8 7/16	2 1/4	5 5/8	4 1/4	4 5/16	3 1/16	Agujas	6 SC 55 A	6 SC 54 A
8	800	2 9/64	10 7/16	2 1/4	5 5/8	4 1/4	4 5/16	3 1/16	Agujas	8 SC 55 A	8 SC 54 A
10	900	2 47/64	12 15/16	2 1/2	7 1/4	6	5	3 7/16	Agujas	10 SC 55 A	10 SC 54 A
12	1200	3 9/64	14 15/16	2 1/2	7 1/4	6	5	3 7/16	Agujas	12 SC 55 A	12 SC 54 A

**NOTA:** Debido a que las características de las tablas no cumplen con los requerimientos del sistema elevador, se optó por realizar ruedas dobles de 750 Kg de capacidad cada una, con el fin de compensar el peso total del elevador (6000 Kg).

## 4.6 TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Una vez seleccionados los elementos constitutivos de las máquinas expuestas en los anteriores capítulos, se procede a su construcción.

Para la construcción de la estructura y montaje del dispositivo elevador se empleó maquinaria, herramientas y accesorios.

La maquinaria, herramientas y accesorios empleados se detallan en el cuadro 4.1 y 4.2:

**Cuadro 4.1 Máquinas empleadas**

<b>DESIGNACIÓN</b>	<b>MÁQUINA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<b>M1</b>	AMOLADORA	ISKRAPERLES 120 V. Ø 230 mm.
<b>M2</b>	SOLDADORA	DECA 220 V. 60 Hz.
<b>M3</b>	ESMERIL	SPECIAL 120 V. 60Hz.
<b>M4</b>	COMPRESOR	HOLAIB LTD 220 V. 60 Hz.
<b>M5</b>	TALADRO	ISKRAPERLES 120 V. 60 Hz.

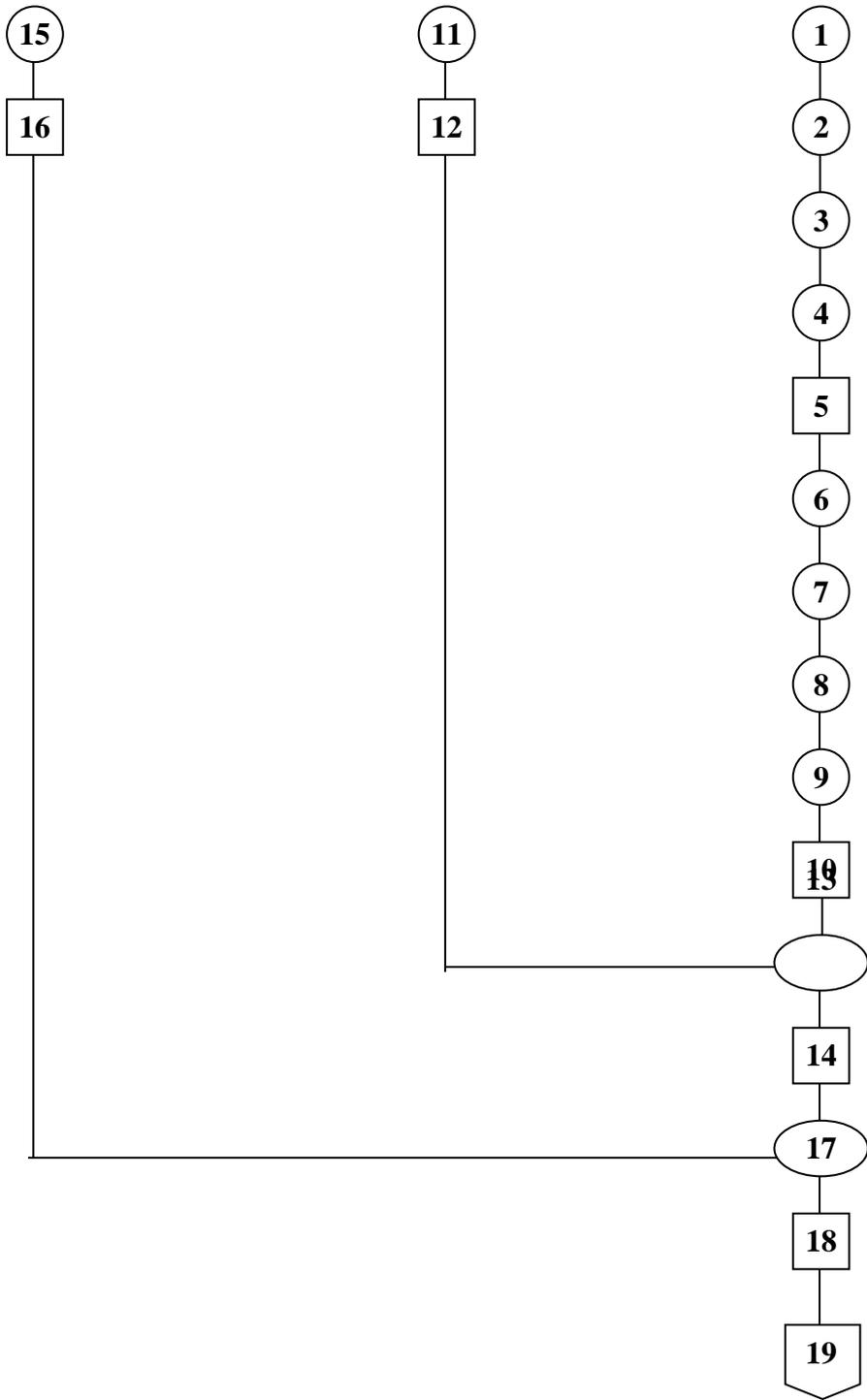
**Cuadro 4.2 Herramientas y accesorios empleados**

<b>DESIGNACIÓN</b>	<b>HERRAMIENTA</b>
<b>H1</b>	ARCO DE SIERRA
<b>H2</b>	MARTILLO
<b>H3</b>	LIMAS
<b>H4</b>	REGLA
<b>H5</b>	ESCUADRA
<b>H6</b>	RAYADOR
<b>H7</b>	FLEXOMETRO
<b>H8</b>	PRENSA MANUAL
<b>A1</b>	HOJA DE SIERRA
<b>A2</b>	ELECTRODOS
<b>A3</b>	DISCO DE DESBASTE
<b>A4</b>	PISTOLA
<b>A5</b>	PINTURA
<b>A6</b>	LIJA
<b>A7</b>	GRASA
<b>A8</b>	LUBRICANTE

A9	BROCA
----	-------

**4.1 FLUJOGRAMA SINÓPTICO DE LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE**

<b>ELEVADOR</b>	<b>RUEDAS</b>	<b>ESTRUCTURA</b>
-----------------	---------------	-------------------



**Cuadro 4.3 Especificaciones de construcción y montaje**

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>MÁQUINAS</b>	<b>ACCESORIOS</b>
1	Medición del material	7 – 4		
2	Rayado y trazado	6 – 5		
3	Corte	1 – 8		1
4	Limado	3 – 8	3	
5	Inspección de dimensiones	4 – 5 – 7		
6	Suelda del material		2	2
7	Pulido		1	3
8	Lijado		3	6
9	Pintura		4	4 – 5
10	Inspección de sueldas	2		
11	Engrasado de ruedas			7
12	Inspección de ruedas	2 – 5		
13	Montaje de ruedas a la estructura		5 - 1	9
14	Inspección del montaje	4 – 5 – 7		
15	Lubricación del dispositivo elevador			8
16	Inspección	5 – 7		
17	Montaje del elevador	4 – 7		
18	Inspección final	2 – 4 – 5 – 7		
19	Producto terminado			

## **4.7 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE**

Luego de haber realizado la construcción de la estructura, se procede al montaje de cada una de sus partes para el acoplamiento final del equipo de elevación de cargas.

### **MONTAJE DE LA ESTRUCTURA, RUEDAS Y DISPOSITIVO**

#### **ELEVADOR**

Una vez determinado el tipo de perfil y material para la construcción de la estructura, realizamos las respectivas mediciones y procedemos a cortar. Este corte dejará en el material limallas y residuos cortantes que deben ser retirados mediante un proceso de limado. Este proceso debe terminar con una fase de inspección de su medición y corte.

Posterior al corte y limado del material se procede a la unión de las piezas mediante la suelda eléctrica, seguidamente esmerilamos las partes excedentes de la suelda y lijamos toda la estructura para que quede libre de corrosión y limallas, siendo esto necesario para proceder a pintar. De igual manera, luego de este proceso se realiza una inspección de la soldadura, verificando que no existan rajaduras o grietas.

La unidad elevadora además está soportada por cuatro ruedas que permiten el traslado de un lugar a otro con facilidad, y requieren de un engrasado y una inspección de la capacidad de soporte, previa al montaje a la estructura.

Antes del montaje del dispositivo elevador es necesario primero darle una lubricación general tanto internamente a su caja de mecanismos como externamente a la cadena de elevación y finalmente se realiza una inspección visual donde verificaremos el estado de funcionamiento del mismo, procediendo al montaje del elevador en la viga de la estructura.

Por último se realiza una inspección minuciosa de todo el conjunto elevador, observando que no existan errores que puedan causar accidentes el momento de realizar las prácticas, de esta manera se obtiene el producto terminado listo para su aplicación.

## **CAPITULO V**

### **EVALUACIÓN Y MANTENIMIENTO**

#### **DESCRIPCIÓN GENERAL**

En este capítulo estableceremos claramente las distintas actividades de práctica, que consisten fundamentalmente en las instrucciones detalladas, para poner en funcionamiento el equipo, de acuerdo a las pruebas realizadas, manual de operación, programa de mantenimiento y un instructivo para una mejor operación del sistema.

Los procedimientos de pruebas realizadas en el taller de Motores I del bloque 42 del ITSA se detallan en los siguientes cuadros.

Detalle de cada uno de los cuadros en este capítulo.

<b>FORMATO</b>	<b>CUADRO No.</b>
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	5.1
MANUAL DE OPERACIÓN	5.2
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	5.3

	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>Pag. 1 de 1</b>
	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b>	<b>Cuadro No. 5.1</b>
	<b>Elaborado por:</b> C. Unda J. Simbaña J. Rivera	<b>Revisión No.1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes D.	<b>Fecha:</b> oct/02
<p><b>1. OBJETIVO</b></p> <p>Documentar las pruebas de funcionamiento realizados en el Laboratorio de Motores I, al levantar cargas con el equipo.</p> <p><b>2. ALCANCE</b></p> <p>El alcance de este trabajo, es comprobar su utilización mediante las prácticas, que permitirán el desarrollo correcto en el desempeño de esta actividad.</p> <p><b>3. PRUEBAS EFECTUADAS</b></p> <p>Se han realizado pruebas de funcionamiento con diferentes cargas a una altura específica de la cual se han obtenido los siguientes resultados.</p>		

	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>Pag. 2 de 1</b>
	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b>	<b>Cuadro No. 5.1</b>
	<b>Elaborado por:</b> C. Unda J. Simbaña J. Rivera	<b>Revisión No.1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes D.	<b>Fecha:</b> oct/02

#### **4. CARGAS ELEVADAS**

##### **PRUEBA ( a )**

Altura de elevación: 1.50 m.

Carga levantada: 1 Tonelada

Número de pruebas: 2

##### **PRUEBA ( b )**

Altura de elevación: 1.50 m.

Carga levantada: 2 Toneladas

Número de pruebas: 2

##### **PRUEBA ( c )**

Altura de elevación: 1.50 m.

Carga levantada: 3 Toneladas

Número de pruebas: 2

	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>Pag. 3 de 1</b>
	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b>	<b>Cuadro No. 5.1</b>
	<b>Elaborado por:</b> C. Unda J. Simbaña J. Rivera	<b>Revisión No.1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes D.	<b>Fecha:</b> oct/02
<p><b>PRUEBA ( d )</b></p> <p>Altura de elevación: 1.50 m.</p> <p>Carga levantada: 4 Toneladas</p> <p>Número de pruebas: 2</p> <p><b>PRUEBA ( e )</b></p> <p>Altura de elevación: 1.50 m.</p> <p>Carga levantada: 5 Toneladas</p> <p>Número de pruebas: 2</p> <p><b>5. CONCLUSIÓN</b></p> <p>En conclusión podemos decir, que luego de haber realizado cada una de las pruebas, comprobamos la capacidad de soporte que tiene el equipo para desarrollar el trabajo, sin mucho esfuerzo y con toda la seguridad.</p>		

	<b>MANUALES</b>	<b>Pag. 1 de 1</b>
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	<b>Cuadro No. 5.2</b>
	<b>Elaborado por:</b> C. Unda J. Simbaña J. Rivera	<b>Revisión No.1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes D.	<b>Fecha:</b> oct/02

## **INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN**

Antes de levantar la carga, inspeccionar cuidadosamente los ganchos, la cadena, y la lubricación del elevador, para ponerlo en operación.

Para una operación segura, usted debe seguir seis reglas que son:

- 1.** No levante ninguna carga excediendo la capacidad máxima considerada por el elevador de cadena.
- 2.** Para evitar accidentes, es estrictamente prohibido trabajar o pasar por debajo de una carga levantada.
- 3.** No tirar de la cadena muy alto cerca al elevador, ni muy bajo cerca al piso.
- 4.** No utilice el elevador cuando la cadena este enredada.

	<b>MANUALES</b>	<b>Pag. 2 de 1</b>
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	<b>Cuadro No. 5.2</b>
	<b>Elaborado por:</b> C. Unda J. Simbaña J. Rivera	<b>Revisión No.1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes D.	<b>Fecha:</b> oct/02
<p>5. No levante una carga que no se encuentre en línea recta con el elevador, ya que la carga arrastrada puede ser peligrosa.</p> <p>6. En caso de que la cadena de mano falle al moverla, no tire violentamente de ella ni aumente la fuerza.</p> <p>Detenga la operación y proceda a inspeccionar la cadena del elevador.</p>		

	<b>PROGRAMA</b>	<b>Pag. 1 de 1</b>
	<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Cuadro No. 5.3</b>
	<b>Elaborado por:</b> C. Unda J. Simbaña J. Rivera	<b>Revisión No.1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes D.	<b>Fecha:</b> oct/02
<p>1. Después de cada operación, limpie el elevador de cadena de suciedades y manténgalo en un lugar seco y libre de óxido y corrosión.</p> <p>2. Limpie el elevador de cadena anualmente, purgando las partes en kerosene y aplique grasa a estas. Es aconsejable que el trabajo de limpieza debe ser hecho por manos experimentadas.</p> <p>3. El “O” marcados en los dos lados del disco deben estar alineados.</p> <p>4. Mientras se ensambla el mecanismo del freno, debe tenerse cuidado de enredar los dientes sesgados del disco del trinquete. Asegúrese que el trinquete sea controlado sensiblemente y fiablemente por el resorte. Luego gire la rueda en el sentido de las agujas del reloj después de atornillarlo hacia el eje, y debe apretarse el disco y los platos en el freno. Volviéndoselo en sentido contrario a las agujas del reloj, debe estar limpio el disco y el plato.</p>		

	<b>PROGRAMA</b>	<b>Pag. 2 de 1</b>
	<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Cuadro No. 5.3</b>
	<b>Elaborado por:</b> C. Unda J. Simbaña J. Rivera	<b>Revisión No.1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Bassantes D.	<b>Fecha:</b> oct/02
<p>5. El plato lateral derecho está en el ataque de la transición. Debe tenerse cuidado para no desmantelarlos.</p> <p>6. Después de limpiar y reparar el elevador de cadena debe sujetarse para las pruebas de carga pesada. Si funciona normalmente se lo pone en operación.</p> <p>7. Mantenga limpia la superficie de fricción del mecanismo del freno mientras se está lubricando u operando el elevador de cadena. Inspeccione frecuentemente el mecanismo de freno para evitar un frenado defectuoso o una posible caída de la carga.</p> <p>8. Para un conveniente mantenimiento y desmantelado, uno de los eslabones de la cadena de mano debe estar abierto, pintado de algún color y no soldado.</p> <p><b>NOTA:</b> Por favor no cargue por encima de la capacidad indicada. El fabricante no se hace responsable por cualquier daño y perjuicios ocasionados por incumplimiento del formulario de uso de este producto.</p>		

## CAPITULO VI

### ANÁLISIS DE COSTOS

#### 6.1 PRESUPUESTO

Este análisis de costos nos permite realizar un estudio cuidadoso de los aspectos económicos de cada uno de los componentes empleados en la construcción, para minimizar la inversión de capital, los costos de operación y mantenimiento, así como también la elaboración de toda la unidad elevadora.

**Cuadro 6.1 Costo de la estructura**

<b>CANTIDAD</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>COSTO</b>
2	Perfil C 200 x 100 x 6	43
2	Perfil C 200 x 50 x 2	26
10	Ángulos de 1½ x ⅛ pulg.	66
<b>TOTAL</b>		<b>135</b>

**Cuadro 6.2 Costo de las ruedas**

<b>ELEMENTO</b>	<b>COSTO</b>
4 Ruedas de acero	205
<b>TOTAL</b>	<b>205</b>

**Cuadro 6.3 Costo del elevador manual**

<b>ELEMENTO</b>	<b>COSTO</b>
Elevador manual	130
<b>TOTAL</b>	<b>130</b>

**Cuadro 6.4 Costo de herramientas y accesorios**

<b>ELEMENTO</b>	<b>COSTO</b>
Electrodos	8
Hojas de sierra	4
Disco de desbaste	2
Broca de 7/32	0.50
Rayador y regla	1
Lija de hierro	0.50
Masilla plástica	5
Fondo anticorrosivo	10
Pernos de $\frac{3}{8}$ x 1 pulg.	2
Varios	10
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>

**Cuadro 6.5 Costo de acabados**

<b>ELEMENTO</b>	<b>COSTO</b>
Pintura amarilla caterpillar	12
Tiñer	7
Grasa y lubricante	2
Mano de obra	80
<b>TOTAL</b>	<b>101</b>

--	--

**Cuadro 6.6 Costo total del sistema elevador**

<b>ELEMENTO</b>	<b>COSTO</b>
Estructura	135
Ruedas	205
Elevador manual	130
Herramientas y accesorios	43
Acabados	101
<b>TOTAL</b>	<b>614</b>

**Cuadro 6.7 Costo total del Proyecto de Grado**

<b>ELEMENTO</b>	<b>COSTO</b>
Costo total del sistema elevador	614
<b>TOTAL</b>	<b>614</b>

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1 CONCLUSIONES**

- + La construcción del elevador de cadena servirá para realizar las diferentes prácticas dentro del Laboratorio de Motores del Bloque No. 42 del Instituto, en especial permitirá trabajar y manipular las turbinas en todo su contorno.
- + El sistema elevador facilitará el levantamiento de cargas pesadas así como también su transporte, de un lugar a otro.
- + Permitirá obtener una mayor ayuda y evitar realizar esfuerzos demasiadamente grandes al manipular este tipo de cargas.
- + Su uso es de un procedimiento sencillo y seguro ya que es accionado desde el suelo a mano mediante una cadena de fácil manejo.
- + El elevador y la estructura trabajan conjuntamente para izar las turbinas en una forma equilibrada y balanceada para evitar una inestabilidad el momento de levantarlas.

## 7.2 RECOMENDACIONES

- + Para efectuar el trabajo en una forma eficiente, es necesario conocer la operación y funcionamiento del equipo.
- + Seguir los pasos establecidos en el manual de operación antes indicado, de tal forma de evitar en lo posible accidentes o daños en el equipo.
- + Cuando utilice el sistema elevador primero se debe asegurar la carga correctamente al gancho, previo el conocimiento de su peso.
- + Durante el ascenso se debe manipular la cadena de elevación con guantes de protección para evitar daños en las manos.
- + Se recomienda dar al elevador un constante mantenimiento y almacenarlo en un lugar libre de humedad para evitar óxido o corrosión en el equipo.
- + Previo a la construcción de cualquier maquinaria o equipo, se debe prever que el material a utilizar sea de fácil acceso y adquisición en el mercado.
- + Se recomienda que las cargas a izar sean tomadas desde su centro de gravedad para evitar desequilibrio durante el ascenso.

## BIBLIOGRAFÍA

- + L. Targhetta Arriola / A. López Roa, Transporte y almacenamiento de materias primas en la Industria Básica. Tomo II. Editorial Blume.
  
- + Theodore Baumeister / Eugene A. Avallone (1984), Manual del Ingeniero Mecánico. Octava Edición (Segunda Edición en español) Volumen II. Editorial McGraw-Hill.
  
- + J.L. Meriam / L.G. Kraige. Mecánica para Ingenieros. Tercera Edición. Editorial Reverté S.A.
  
- + Nicolas Larburu Arrizabalaga. Prontuario de Técnicas, Máquinas y herramientas. Decimotercera Edición. Editorial Paraninfo.
  
- + Robert W. Fitzgerald. (1970). Resistencia de Materiales. Edición en Español. Editorial Fondo Educativo Interamericano.

# **ANEXOS**

## ANEXO A

### EQUIPOS Y HERRAMIENTAS



**FIGURA A1. EQUIPOS UTILIZADOS**



**FIGURA A2. HERRAMIENTAS UTILIZADAS**

## **ANEXO B**

### **PARTES DE LA ESTRUCTURA**



**FIGURA B1. COLUMNA DE LA ESTRUCTURA**



**FIGURA B2. VIGA HORIZONTAL**

## **ANEXO C**

### **ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL SISTEMA**



**FIGURA C1. LAS RUEDAS**



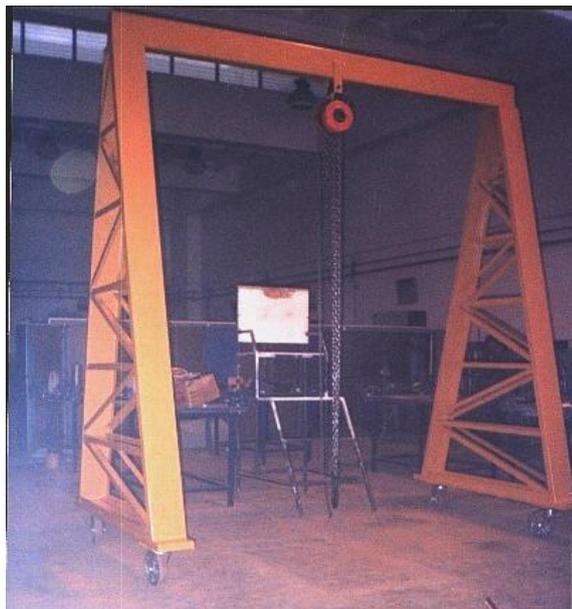
**FIGURA C2. ELEVADOR MANUAL**

## ANEXO D

### CONFORMACIÓN DEL SISTEMA ELEVADOR



**FIGURA D1. ESTRUCTURA ARMADA**



**FIGURA D2. SISTEMA TERMINADO**

## ANEXO E

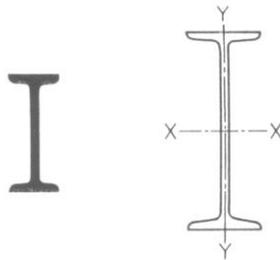
### Propiedades Físicas Promedio de Materiales Comunes

Material	Esfuerzo de fluencia k/plg <sup>2</sup>		Esfuerzo último k/plg <sup>2</sup>		Módulo de elasticidad k/plg <sup>2</sup>		Coeficiente de dilatación lineal por grado F <sub>1</sub> $\alpha$
	Tensión	Cortante	Tensión	Cortante	Tensión <i>E</i>	Cortante <i>G</i>	
Acero, rolado en frío, bajo contenido de carbón.	36	21	65	45	30,000	12,000	$6.5 \times 10^{-6}$
Acero, rolado en frío, alto contenido de carbón.	65	40	120	105	30,000	12,000	$7 \times 10^{-6}$
Fierro colado			20 (Tensión) 80 (Comp)		15,000	6000	$6 \times 10^{-6}$
Aluminio, aleación 6061	35	26	38	30	10,000	4000	$12.8 \times 10^{-6}$
latón	15		40		15,000	6000	$10.5 \times 10^{-6}$
Bronce	20		50		15,000	6500	$10 \times 10^{-6}$
Cobre estirado en frío.	35	23	50		17,000	6000	$9.3 \times 10^{-6}$
Madera (abeto Douglas) Compresión paralela a la veta	5.8 (Comp)		7.4 (Comp)		1760		

# ANEXO F

## Vigas Americanas Estándar

### Propiedades para Diseño



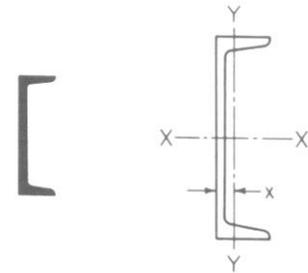
Tamaño nominal	Peso por pie	Area	Peralte	Patín		Espesor del alma	Eje X-X			Eje Y-Y		
				Ancho	Espe-sor		I	S	r	I	S	r
plg.	lb	plg <sup>2</sup>	plg	plg	plg	plg.	plg <sup>4</sup>	plg <sup>3</sup>	plg.	plg <sup>4</sup>	plg <sup>3</sup>	plg.
24 × 7 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	120.0	35.13	24.00	8.048	1.102	.798	3010.8	250.9	9.26	84.9	21.1	1.56
	105.9	30.98	24.00	7.875	1.102	.625	2811.5	234.3	9.53	78.9	20.0	1.60
24 × 7	100.0	29.25	24.00	7.247	.871	.747	2371.8	197.6	9.05	48.4	13.4	1.29
	90.0	26.30	24.00	7.124	.871	.624	2230.1	185.8	9.21	45.5	12.8	1.32
	79.9	23.33	24.00	7.000	.871	.500	2087.2	173.9	9.46	42.9	12.2	1.36
20 × 7	95.0	27.74	20.00	7.200	.916	.800	1599.7	160.0	7.59	50.5	14.0	1.35
	85.0	24.80	20.00	7.053	.916	.653	1501.7	150.2	7.78	47.0	13.3	1.38
20 × 6 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	75.0	21.90	20.00	6.391	.789	.641	1263.5	126.3	7.60	30.1	9.4	1.17
	65.4	19.08	20.00	6.250	.789	.500	1169.5	116.9	7.83	27.9	8.9	1.21
18 × 6	70.0	20.46	18.00	6.251	.691	.711	917.5	101.9	6.70	24.5	7.8	1.09
	54.7	15.94	18.00	6.000	.691	.460	795.5	88.4	7.07	21.2	7.1	1.15
15 × 5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	50.0	14.59	15.00	5.640	.622	.550	481.1	64.2	5.74	16.0	5.7	1.05
	42.9	12.49	15.00	5.500	.622	.410	441.8	58.9	5.95	14.6	5.3	1.08
12 × 5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	50.0	14.57	12.00	5.477	.659	.687	301.6	50.3	4.55	16.0	5.8	1.05
	40.8	11.84	12.00	5.250	.659	.460	268.9	44.8	4.77	13.8	5.3	1.08
12 × 5	35.0	10.20	12.00	5.078	.544	.428	227.0	37.8	4.72	10.0	3.9	.99
	31.8	9.26	12.00	5.000	.544	.350	215.8	36.0	4.83	9.5	3.8	1.01
10 × 4 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	35.0	10.22	10.00	4.944	.491	.594	145.8	29.2	3.78	8.5	3.4	.91
	25.4	7.38	10.00	4.660	.491	.310	122.1	24.4	4.07	6.9	3.0	.97
8 × 4	23.0	6.71	8.00	4.171	.425	.441	64.2	16.0	3.09	4.4	2.1	.81
	18.4	5.34	8.00	4.000	.425	.270	56.9	14.2	3.26	3.8	1.9	.84
7 × 3 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	20.0	5.83	7.00	3.860	.392	.450	41.9	12.0	2.68	3.1	1.6	.74
	15.3	4.43	7.00	3.660	.392	.250	36.2	10.4	2.86	2.7	1.5	.78
6 × 3 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	17.25	5.02	6.00	3.565	.359	.465	26.0	8.7	2.28	2.3	1.3	.68
	12.5	3.61	6.00	3.330	.359	.230	21.8	7.3	2.46	1.8	1.1	.72
5 × 3	14.75	4.29	5.00	3.284	.326	.494	15.0	6.0	1.87	1.7	1.0	.63
	10.0	2.87	5.00	3.000	.326	.210	12.1	4.8	2.05	1.2	.82	.65
4 × 2 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	9.5	2.76	4.00	2.796	.293	.326	6.7	3.3	1.56	.91	.65	.58
	7.7	2.21	4.00	2.660	.293	.190	6.0	3.0	1.64	.77	.58	.59
3 × 2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	7.5	2.17	3.00	2.509	.260	.349	2.9	1.9	1.15	.59	.47	.52
	5.7	1.64	3.00	2.330	.260	.170	2.5	1.7	1.23	.46	.40	.53

# ANEXO G

## Canales Americanos Estándar

Propiedades para Diseño

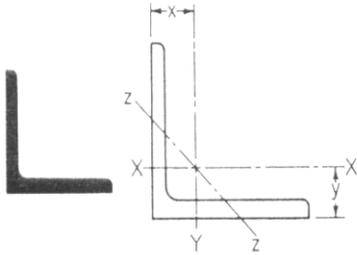
Tamaño nominal	Peso por pie	Area	Peralte	Patín		Espesor del alma	Eje X-X			Eje Y-Y			
				Ancho	Espe-sor		I	S	r	I	S	r	x
plg	lb	plg <sup>2</sup>	plg	plg	plg	plg	plg <sup>4</sup>	plg <sup>3</sup>	plg	plg <sup>4</sup>	plg <sup>3</sup>	plg	plg
15 × 3 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	50.0	14.64	15.00	3.716	.650	.716	401.4	53.6	5.24	11.2	3.8	.87	.80
	40.0	11.70	15.00	3.520	.650	.520	346.3	46.2	5.44	9.3	3.4	.89	.78
	33.9	9.90	15.00	3.400	.650	.400	312.6	41.7	5.62	8.2	3.2	.91	.79
12 × 3	30.0	8.79	12.00	3.170	.501	.510	161.2	26.9	4.28	5.2	2.1	.77	.68
	25.0	7.32	12.00	3.047	.501	.387	143.5	23.9	4.43	4.5	1.9	.79	.68
	20.7	6.03	12.00	2.940	.501	.280	128.1	21.4	4.61	3.9	1.7	.81	.70
10 × 2 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	30.0	8.80	10.00	3.033	.436	.673	103.0	20.6	3.42	4.0	1.7	.67	.65
	25.0	7.33	10.00	2.886	.436	.526	90.7	18.1	3.52	3.4	1.5	.68	.62
	20.0	5.86	10.00	2.739	.436	.379	78.5	15.7	3.66	2.8	1.3	.70	.61
	15.3	4.47	10.00	2.600	.436	.240	66.9	13.4	3.87	2.3	1.2	.72	.64
9 × 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	20.0	5.86	9.00	2.648	.413	.448	60.6	13.5	3.22	2.4	1.2	.65	.59
	15.0	4.39	9.00	2.485	.413	.285	50.7	11.3	3.40	1.9	1.0	.67	.59
	13.4	3.89	9.00	2.430	.413	.230	47.3	10.5	3.49	1.8	.97	.67	.61
8 × 2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	18.75	5.49	8.00	2.527	.390	.487	43.7	10.9	2.82	2.0	1.0	.60	.57
	13.75	4.02	8.00	2.343	.390	.303	35.8	9.0	2.99	1.5	.86	.62	.56
	11.5	3.36	8.00	2.260	.390	.220	32.3	8.1	3.10	1.3	.79	.63	.58
7 × 2 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	14.75	4.32	7.00	2.299	.366	.419	27.1	7.7	2.51	1.4	.79	.57	.53
	12.25	3.58	7.00	2.194	.366	.314	24.1	6.9	2.59	1.2	.71	.58	.53
	9.8	2.85	7.00	2.090	.366	.210	21.1	6.0	2.72	.98	.63	.59	.55
6 × 2	13.0	3.81	6.00	2.157	.343	.437	17.3	5.8	2.13	1.1	.65	.53	.52
	10.5	3.07	6.00	2.034	.343	.314	15.1	5.0	2.22	.87	.57	.53	.50
	8.2	2.39	6.00	1.920	.343	.200	13.0	4.3	2.34	.70	.50	.54	.52
5 × 1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	9.0	2.63	5.00	1.885	.320	.325	8.8	3.5	1.83	.64	.45	.49	.48
	6.7	1.95	5.00	1.750	.320	.190	7.4	3.0	1.95	.48	.38	.50	.49
4 × 1 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	7.25	2.12	4.00	1.720	.296	.320	4.5	2.3	1.47	.44	.35	.46	.46
	5.4	1.56	4.00	1.580	.296	.180	3.8	1.9	1.56	.32	.29	.45	.46
3 × 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6.0	1.75	3.00	1.596	.273	.356	2.1	1.4	1.08	.31	.27	.42	.46
	5.0	1.46	3.00	1.498	.273	.258	1.8	1.2	1.12	.25	.24	.41	.44
	4.1	1.19	3.00	1.410	.273	.170	1.6	1.1	1.17	.20	.21	.41	.44



# ANEXO H

## Angulos de Lados Iguales

Propiedades para Diseño



Tamaño	Espesor	Peso por pie	Area	Eje X-X y		Eje Y-Y		Eje Z-Z
				I	S	r	x o y	r
plg.	plg.	lb	plg <sup>2</sup>	plg <sup>4</sup>	plg <sup>3</sup>	plg.	plg.	plg.
6 × 6	1	37.4	11.00	35.5	8.6	1.80	1.86	1.17
	$\frac{7}{8}$	33.1	9.73	31.9	7.6	1.81	1.82	1.17
	$\frac{3}{4}$	28.7	8.44	28.2	6.7	1.83	1.78	1.17
	$\frac{5}{8}$	24.2	7.11	24.2	5.7	1.84	1.73	1.18
	$\frac{9}{16}$	21.9	6.43	22.1	5.1	1.85	1.71	1.18
	$\frac{7}{16}$	19.6	5.75	19.9	4.6	1.86	1.68	1.18
	$\frac{5}{16}$	17.2	5.06	17.7	4.1	1.87	1.66	1.19
	$\frac{3}{16}$	14.9	4.36	15.4	3.5	1.88	1.64	1.19
	$\frac{1}{4}$	12.5	3.66	13.0	3.0	1.89	1.61	1.19
	5 × 5	$\frac{7}{8}$	27.2	7.98	17.8	5.2	1.49	1.57
$\frac{3}{4}$		23.6	6.94	15.7	4.5	1.51	1.52	.97
$\frac{5}{8}$		20.0	5.86	13.6	3.9	1.52	1.48	.98
$\frac{7}{16}$		16.2	4.75	11.3	3.2	1.54	1.43	.98
$\frac{9}{16}$		14.3	4.18	10.0	2.8	1.55	1.41	.98
$\frac{5}{8}$		12.3	3.61	8.7	2.4	1.56	1.39	.99
$\frac{7}{16}$		10.3	3.03	7.4	2.0	1.57	1.37	.99
$\frac{5}{16}$		10.3	3.03	7.4	2.0	1.57	1.37	.99
4 × 4	$\frac{3}{4}$	18.5	5.44	7.7	2.8	1.19	1.27	.78
	$\frac{5}{8}$	15.7	4.61	6.7	2.4	1.20	1.23	.78
	$\frac{7}{16}$	12.8	3.75	5.6	2.0	1.22	1.18	.78
	$\frac{9}{16}$	11.3	3.31	5.0	1.8	1.23	1.16	.78
	$\frac{5}{8}$	9.8	2.86	4.4	1.5	1.23	1.14	.79
	$\frac{7}{16}$	8.2	2.40	3.7	1.3	1.24	1.12	.79
	$\frac{1}{2}$	6.6	1.94	3.0	1.1	1.25	1.09	.80
3½ × 3½	$\frac{1}{2}$	11.1	3.25	3.6	1.5	1.06	1.06	.68
	$\frac{7}{16}$	9.8	2.87	3.3	1.3	1.07	1.04	.68
	$\frac{3}{8}$	8.5	2.48	2.9	1.2	1.07	1.01	.69
	$\frac{5}{16}$	7.2	2.09	2.5	.98	1.08	.99	.69
	$\frac{1}{4}$	5.8	1.69	2.0	.79	1.09	.97	.69
3 × 3	$\frac{1}{2}$	9.4	2.75	2.2	1.1	.90	.93	.58
	$\frac{7}{16}$	8.3	2.43	2.0	.95	.91	.91	.58
	$\frac{3}{8}$	7.2	2.11	1.8	.83	.91	.89	.58
	$\frac{5}{16}$	6.1	1.78	1.5	.71	.92	.87	.59
	$\frac{1}{4}$	4.9	1.44	1.2	.58	.93	.84	.59
2½ × 2½	$\frac{1}{2}$	7.7	2.25	1.2	.72	.74	.81	.49
	$\frac{3}{8}$	5.9	1.73	.98	.57	.75	.76	.49
	$\frac{5}{16}$	5.0	1.47	.85	.48	.76	.74	.49
	$\frac{1}{4}$	4.1	1.19	.70	.39	.77	.72	.49

**PLANOS DEL  
SISTEMA ELEVADOR**

# **HOJA DE VIDA**

## **DATOS PERSONALES**

APELLIDOS: Unda Benavides  
NOMBRES: Christian Javier  
FECHA DE NACIMIENTO: 25 de Abril de 1978  
EDAD: 24 años  
ESTADO CIVIL: Soltero  
NACIONALIDAD: Ecuatoriana  
CEDULA DE IDENTIDAD: 171503370 - 8  
TIPO DE SANGRE: ORH +

## **ESTUDIOS REALIZADOS**

PRIMARIOS: Escuela "Alfonso del Hierro"  
Unidad Educativa FAE No. 1

SECUNDARIOS: Instituto Tecnológico Superior Central Técnico

# HOJA DE VIDA

## DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Simbaña Torres  
NOMBRES: Jorge Fernando  
FECHA DE NACIMIENTO: 20 de Octubre de 1980  
EDAD: 21 años  
ESTADO CIVIL: Soltero  
NACIONALIDAD: Ecuatoriana  
CEDULA DE IDENTIDAD: 171373623 - 7  
TIPO DE SANGRE: ARH +

## ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIOS: Escuela "Juan Francisco Leoro Vasquez"

SECUNDARIOS: Colegio Técnico F.A.E. No.1

# HOJA DE VIDA

## DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Rivera Bedón  
NOMBRES: Juan Carlos  
FECHA DE NACIMIENTO: 1 de Junio de 1980  
EDAD: 22 años  
ESTADO CIVIL: Soltero  
NACIONALIDAD: Ecuatoriana  
CEDULA DE IDENTIDAD: 050250144 - 8  
TIPO DE SANGRE: ORH +

## ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIOS: Escuela “ Pedro Vicente Maldonado”

SECUNDARIOS: Instituto Tecnológico Superior “Ramón Barba Naranjo”

SUPERIORES: ESPE Tercer Nivel de Mecánica Automotriz

## **HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

### **ELABORADO POR**

---

Almno. Simbaña Torres Jorge Fernando

---

Almno. Unda Benavides Christian Javier

---

Almno. Civ. Rivera Bedón Juan Carlos

### **DIRECTOR DE LA ESCUELA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

---

Ing. Eduardo Castillo C.

Mayo. Téc. Avc.

Lugar y fecha: Latacunga, 07 de octubre del 2002