

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO MECÁNICO**

**TEMA:**

*DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA SILLA DE RUEDAS  
AUTÓNOMA QUE PERMITA SUBIR Y BAJAR ESCALONES A  
SU USUARIO*

**AUTORES:**

*Escudero Mendoza Juan Pablo*

*Ruiz Miranda Carlos Fernando*

**DIRECTOR:**

*Ing. Carlos Maldonado*

**QUITO - 2012**

Certifico que el presente trabajo de tesis ha sido realizado en forma total por los Srs. Carlos Fernando Ruiz Miranda y Juan Pablo Escudero Mendoza.

Ing. Carlos Maldonado

**DIRECTOR DE TESIS**

## **DECLARACIÓN**

Nosotros, Carlos Fernando Ruiz Miranda y Juan Pablo Escudero Mendoza, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado por ningún grado o calificación profesional y que los conceptos, análisis y conclusiones realizados son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Carlos Fernando Ruiz Miranda

Juan Pablo Escudero Mendoza

CI: 172093787-7

CI: 171575305-7

## INTRODUCCION

El Consejo Nacional de Discapacidades, CONADIS, y el Instituto Nacional del Niño y la Familia, INNFA del Ecuador realizaron una investigación donde se concluyó que el 13.2% de la población ecuatoriana tiene algún tipo de discapacidad, es decir una limitación de carácter permanente para realizar una actividad como la realizan las otras personas y aproximadamente el 10.1% de personas son usuarios de sillas de ruedas o de ayudas técnicas.

Por este motivo en nuestro país se han estado realizando investigaciones y desarrollando nuevos dispositivos con capacidades motoras mejoradas para poder reintegrar a las personas a su vida laboral, pero ninguna que permita a su usuario subir y bajar escaleras; esta fue la razón por la cual se decidió realizar el diseño de una silla de ruedas autónoma que permita subir y bajar escalones a su usuario.

Para comenzar con el diseño se investigó sobre los diferentes tipos de sillas de ruedas que existen en el mercado y los mecanismos que estos poseen, con lo que se pudo seleccionar las mejores cualidades y atributos de cada una.

Simultáneamente se investigó la norma ecuatoriana de arquitectura y la norma internacional de construcción de sillas de ruedas, para tener un panorama general sobre las dimensiones que debía tener nuestro prototipo.

Con las cualidades y atributos seleccionados y las dimensiones fijadas por norma, se procedió a analizar los diferentes elementos que serían utilizados en nuestro prototipo de silla de ruedas, para su posterior diseño y cálculo.

Con todos los elementos diseñados y calculados se procedió a realizar la simulación de la silla de ruedas con la que se comprobó que el mecanismo utilizado era totalmente viable.

Con la información obtenida se concluyó que nuestro prototipo era estable y seguro para su usuario, además le permite tener una autonomía total al momento de la conducción.

## ÍNDICE

Glosario.....	I
Tema.....	III
Definición del problema.....	III
Justificación del problema.....	III
Objetivo general.....	IV
Objetivos específicos.....	IV
Alcance.....	V
Metodología.....	V

### **CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO**

1 Introducción.....	1
1.1 Silla de ruedas.....	1
1.2 Historia.....	1
1.3 Tipos de sillas de ruedas.....	3
1.3.1 Sillas de ruedas manuales.....	3
1.3.2 Sillas de ruedas eléctricas.....	4
1.3.3 Sillas tipo scooter (Wheelbase).....	5
1.3.4 Sillas manuales para tránsito.....	6
1.3.5 Sillas para deportes.....	6
1.3.6 Sillas de ruedas que suben escaleras.....	7
2 Análisis de alternativas.....	8
2.1 Mecanismos que suben y bajan escaleras.....	8
2.2 Sistema independiente de movilidad iBOT 3000.....	8
2.2.1 Ficha técnica:.....	9
2.3 Silla autónoma del futuro (saf).....	9
2.3.1 Ficha técnica.....	10
2.4 Oruga dorados Roby T-09.....	11
2.4.1 Ficha técnica.....	12
2.5 Galileo mobility.....	12
2.5.1 Ficha técnica.....	13

2.6	Estudio de alternativas .....	14
2.7	Conclusión del análisis .....	14
3	Sistemas continuos.....	15
3.1	Introducción .....	15
3.2	Elementos constitutivos .....	15
3.2.1	Cuerpo estructural .....	15
3.2.2	Elemento de arrastre.....	15
3.2.3	Rodamientos .....	15
3.2.4	Sistema motriz .....	15
3.2.5	Sistema eléctrico .....	16
3.3	Principios mecánicos del funcionamiento de un sistema continuo .....	16
3.3.1	La rotación .....	16
3.3.2	La fricción.....	16
3.3.3	La tensión.....	16
3.3.4	La gravedad.....	17
3.3.5	El engranamiento .....	17
4	Bandas.....	18
4.1	Tipos de bandas .....	18
4.1.1	Bandas de caucho.....	18
4.1.2	Bandas de metal .....	20
4.1.3	Banda modular plástica.....	22
4.1.4	Banda textil .....	24
4.2	Factores importantes a considerar para la selección de la banda.....	27
4.2.1	Tipos de aplicación .....	27
4.2.2	Características mecánicas .....	27
4.2.3	Velocidad de la banda .....	27
4.2.4	Textura .....	28
4.2.5	Características ambientales de operación .....	28
4.2.6	Forma de los ejes para la tracción.....	28
4.2.7	Características corrosivas.....	28
5	Sistema motriz .....	29
5.1	Reductores y moto reductores .....	29
5.1.1	Ventajas.....	29

5.1.2	Elección de un reductor o un motor reductor.....	29
5.1.3	Fórmula básica para la selección de potencia de un motor reductor .....	30
5.2	Cadenas de transmisión .....	30
5.2.1	Clasificación de las cadenas según el material .....	31
5.2.2	Clasificación de las cadenas según sus aplicaciones .....	31
5.2.3	Partes de la cadena .....	32
5.2.4	Datos necesarios para el cálculo .....	33
5.2.5	Factor de seguridad y carga de rotura de la cadena .....	34
6	Sistema de mando .....	35
6.1	Joystick .....	35
6.2	Tipos de palancas de mando .....	36
6.2.1	Palancas de mando universales con microinterruptores .....	36
6.2.2	Palancas de mando universales con interruptores tipo hoja.....	36
6.2.3	Palancas de mando rotatorias.....	36
6.2.4	Palancas de mando de estado sólido .....	37
6.2.5	Palancas de mando análogas .....	37
6.2.6	Palancas de mando 49-Formas.....	37
6.3	Usos industriales .....	37

## **CAPÍTULO II**

### **CÁLCULOS**

1	Restricciones.....	38
2	Cálculo de los escalones .....	39
2.1	Contra huella de 160 mm.....	39
2.2	Contra Huella de 170 mm.....	40
2.3	Contra Huella de 180 mm.....	41
2.4	Contra Huella de 200mm.....	42
3	Diseño de la cadena .....	43
3.1	Diseño de la cadena con paso 12.7mm y 12 dientes.....	43
3.1.1	Cálculo de número de eslabones .....	43
3.1.2	Cálculo de la distancia entre centros.....	44
3.2	Diseño de la cadena con paso 15,875 mm y 12 dientes.....	45
3.2.1	Cálculo de número de eslabones .....	45
3.2.2	Cálculo de la distancia entre centros.....	45

3.2.3	Selección de la cadena .....	46
3.2.4	Cálculo de la tensión de trabajo de la cadena .....	46
3.3	Diseño de la cadena con paso 12.7mm y 16 dientes.....	47
3.3.1	Cálculo de número de eslabones .....	47
3.3.2	Cálculo de la distancia entre centros .....	48
3.3.3	Selección de la cadena .....	49
3.3.4	Cálculo de la tensión de trabajo de la cadena .....	50
4	Diseño de catalina .....	51
4.1	Diseño de catalina con paso 15,875 mm y 12 dientes .....	51
4.1.1	Diámetro primitivo.....	51
4.1.2	Diámetro de fondo .....	51
4.1.3	Diámetro exterior .....	52
4.2	Diseño de catalina con paso 12.7mm y 16 dientes .....	52
4.2.1	Diámetro primitivo.....	52
4.2.2	Diámetro de fondo .....	53
4.2.3	Diámetro exterior .....	53
5	Diseño de cadena a 40 grados.....	54
5.1	Cálculos de número de eslabones .....	54
5.2	Cálculo de la distancia entre centros.....	55
5.3	Selección de la cadena .....	55
5.4	Cálculo de la tensión de trabajo de la cadena .....	56
6	Diseño del dentado de las ruedas para cadenas de rodillo .....	57
7	Cálculo del tornillo sin fin y corona .....	58
7.1	Cálculo de los parámetros que conforman el diseño del tornillo sin fin y corona..	58
7.1.1	Paso normal o real (Pn).....	58
7.1.2	Diámetro primitivo (dp).....	58
7.1.3	Diámetro exterior (de).....	59
7.1.4	Número de dientes (z).....	59
7.1.5	Módulo circunferencial (mc) .....	59
7.1.6	Espesor cordal del diente (e).....	60
7.1.7	Altura cordal del diente (ac).....	60
7.2	Cálculo de la carga máxima que soporta el diseño con módulo ( $m_n = 2$ ).....	60
7.2.1	Área sección (as).....	60



7.2.2	Carga máxima del sistema ( $C_{max}$ ).....	61
8	Recálculo de los elementos que conforman el tornillo sin fin.....	62
8.1	Cálculo de los parámetros que conforman el diseño del tornillo sin fin y corona..	62
8.1.1	Paso normal o real ( $P_n$ ).....	62
8.1.2	Diámetro primitivo ( $d_p$ ).....	62
8.1.3	Diámetro exterior ( $d_e$ ).....	63
8.1.4	Número de dientes ( $z$ ).....	63
8.1.5	Módulo circunferencial ( $m_c$ ).....	63
8.1.6	Espesor cordal del diente ( $e$ ).....	64
8.1.7	Altura cordal del diente ( $a_c$ ).....	64
9	Recálculo de la carga máxima que soporta el tornillo sin fin con módulo ( $m_n = 1.75$ )..	65
9.1	Área de sección ( $a_s$ ).....	65
9.2	Carga máxima del sistema ( $C_{max}$ ).....	65
9.3	Paso circunferencial o aparente ( $P_c$ ).....	65
9.4	Paso de la hélice ( $H$ ).....	66
9.5	Angulo de la hélice ( $tg\beta$ ).....	66
9.6	Paso axial ( $p_x$ ).....	66
9.7	Addendum ( $a$ ).....	66
9.8	Dedendum ( $b$ ).....	67
9.9	Diámetro exterior ( $d_e$ ).....	67
10	Cálculo de los elementos que conforman el diseño de la corona.....	68
10.1	Módulo axial ( $m_{x1}$ ).....	68
10.2	Módulo normal ( $m_{n2}$ ).....	68
10.3	Módulo circunferencial ( $m_{c2}$ ).....	68
10.4	Paso axial ( $P_{x1}$ ).....	68
10.5	Paso normal ( $P_{n2}$ ).....	69
10.6	Paso circunferencial ( $P_{c2}$ ).....	69
10.7	Diámetro primitivo ( $d_{p2}$ ).....	69
10.8	Número de dientes ( $z_2$ ).....	69
10.9	Paso de la hélice ( $P_{h2}$ ).....	70
10.10	Addendum ( $a$ ).....	70
10.11	Dedendum ( $b_2$ ).....	70

10.12	Diámetro exterior de garganta .....	70
10.13	Diámetro exterior máximo .....	71
10.14	Diámetro exterior mínimo .....	71
10.15	Ancho de la corona (B).....	71
10.16	Radio de la garganta (R) .....	72
11	Cálculo de los elementos que conforman el diseño del tornillo sin fin .....	73
11.1	Módulo axial ( $m_n1$ ) .....	73
11.2	Módulo normal ( $m_n1$ ).....	73
11.3	Angulo de la base del diente ( $\beta$ ) .....	73
11.4	Módulo circunferencial ( $m_c1$ ) .....	73
11.5	Paso axial ( $P_x1$ ) .....	74
11.6	Paso normal ( $P_n1$ ).....	74
11.7	Paso circunferencial ( $P_c1$ ) .....	74
11.8	Diámetro primitivo ( $d_e1$ ).....	74
11.9	Paso de la hélice ( $P_h1$ ).....	75
11.10	Número de dientes ( $z_1$ ).....	75
11.11	Addendum ( $a_1$ ) .....	75
11.12	Dedendum ( $b_1$ ) .....	75
11.13	Diámetro exterior ( $d_e1$ ) .....	76
11.14	Longitud del tornillo sin fin (L).....	76
11.15	Distancia entre centros (C) .....	76
11.16	Relación de engranes (i) .....	76
12	Recálculo de la corona.....	79
12.1	Módulo axial ( $m_x1$ ) .....	79
12.2	Módulo normal ( $m_n2$ ).....	79
12.3	Módulo circunferencial ( $m_c2$ ) .....	79
12.4	Paso axial ( $P_x1$ ) .....	80
12.5	Paso normal ( $P_n2$ ).....	80
12.6	Paso circunferencial ( $P_c2$ ) .....	80
12.7	Diámetro primitivo ( $d_p2$ ).....	80
12.8	Paso de la hélice ( $P_h2$ ).....	80
12.9	Addendum ( $a_2$ ) .....	81
12.10	Dedendum ( $b_2$ ) .....	81

12.11	Diámetro exterior de garganta .....	81
12.12	Diámetro exterior máximo .....	81
12.13	Diámetro exterior mínimo .....	82
12.14	Ancho de la corona (B).....	82
12.15	Radio de la garganta (R) .....	82
13	Recálculo de los elementos que conforman el diseño del tornillo sin fin.....	83
13.1	Módulo axial ( $m_n1$ ) .....	83
13.2	Módulo normal ( $m_n1$ ).....	83
13.3	Módulo circunferencial ( $m_c1$ ) .....	83
13.4	Paso axial ( $P_x1$ ) .....	83
13.5	Paso normal ( $P_n1$ ).....	84
13.6	Paso circunferencial ( $P_c1$ ) .....	84
13.7	Angulo de la hélice ( $tg\beta$ ) .....	84
13.8	Diámetro primitivo ( $d_e1$ ).....	84
13.9	Paso de la hélice ( $P_h1$ ).....	85
13.10	Número de dientes ( $z1$ ).....	85
13.11	Adendum ( $a1$ ) .....	85
13.12	Dedendum ( $b1$ ) .....	85
13.13	Diámetro exterior ( $d_e1$ ) .....	86
13.14	Longitud del tornillo sin fin (L).....	86
13.15	Distancia entre centros (C) .....	86
13.16	Relación de engranes (i) .....	86
14	Cálculo del eje motriz .....	87
14.1	Cálculo del tornillo sin fin .....	87
14.1.1	Cálculo de la fuerza.....	87
14.1.2	Cálculo del área.....	87
14.1.3	Cálculo del esfuerzo.....	88
14.1.4	Esfuerzo de deflexión.....	88
14.1.5	Esfuerzo cortante de tracción.....	88
14.1.6	Esfuerzo cortante máximo .....	88
14.2	Cálculo de la cadena, catalina y rueda.....	89
14.2.1	Sumatoria de fuerzas .....	89
14.2.2	Sumatoria de momentos.....	89

14.2.3	Cálculo de momentos.....	90
14.2.4	Cálculos de área .....	93
14.2.5	Cálculo de esfuerzo.....	93
14.2.6	Esfuerzo de deflexión.....	94
14.2.7	Esfuerzo cortante de tracción.....	94
14.2.8	Esfuerzo cortante máximo .....	94
15	Cálculo del eje del asiento .....	95
15.1	Sumatoria de fuerzas.....	95
15.2	Sumatoria de momentos .....	95
15.3	Cálculos de momentos .....	95
15.3.1	Tramo 1 .....	95
15.3.2	Tramo 2.....	96
15.3.3	Tramo 3.....	97
15.4	Cálculo de fuerzas.....	97
15.5	Cálculos de área .....	98
15.6	Cálculo fuerza total.....	98
15.7	Cálculo de esfuerzo.....	98
15.8	Esfuerzo de deflexión .....	99
15.9	Esfuerzo cortante de tracción.....	99
15.10	Esfuerzo cortante máximo .....	99
16	Cálculo del triángulo de la estructura .....	100
16.1	Sumatoria de fuerzas.....	100
16.2	Sumatoria de momentos .....	101
16.2.1	Nudo A.....	101
16.2.2	Nudo B.....	102
16.3	Cálculo del área .....	102
16.4	Cálculo del esfuerzo .....	102
16.5	Esfuerzo de deflexión .....	103
17	Reducción de la carga distribuida a puntual .....	104
17.1	Triángulo 1.....	104
17.2	Triángulo 2.....	104
17.3	Comprobación de fuerzas .....	105
17.4	Comprobación de distancias .....	105

18 Cálculo de la estructura.....	106
18.1 Sumatoria de fuerzas.....	106
18.2 Sumatoria de momentos .....	107
18.3 Cálculo de Momentos .....	107
18.3.1 Tramo 1 .....	107
18.3.2 Tramo 2.....	108
18.3.3 Tramo 3.....	109
18.4 Sumatoria de fuerzas para el triángulo de soporte.....	109
18.4.1 Nudo A.....	109
18.4.2 Nudo B.....	110
18.5 Triángulo de soporte .....	111
18.5.1 Cálculo del área del triángulo .....	111
18.5.2 Cálculo del esfuerzo A.....	111
18.5.3 Cálculo del esfuerzo B .....	111
18.5.4 Esfuerzo de deflexión A.....	111
18.5.5 Esfuerzo de deflexión B.....	112
18.6 Cálculo de fuerzas para los travesaños .....	112
18.6.1 Cálculo del área de la base.....	112
18.6.2 Cálculo del esfuerzo.....	112
18.6.3 Esfuerzo de deflexión.....	113

### **CAPÍTULO III**

#### **SIMULACIÓN**

1 Diseño de planos 2D.....	114
2 Planos 3D.....	114
2.1 Ensamble.....	115
2.2 Ensamble del asiento .....	115
2.3 Ensamble de la estructura .....	116
2.4 Ensamble de ejes.....	116
3 Diseño de la banda.....	118
4 Diseño de la grada.....	119
5 Ensamble final .....	119
6 Relación silla de ruedas grada .....	125
7 Trayectoria.....	127

8 Estudio del movimiento .....	128
9 Ensamble correa – catalina .....	129
10 Motores .....	131
11 Animación.....	132

## **CAPÍTULO IV**

### **MANUAL DE USUARIO, MANUAL DE MANTENIMIENTO Y COSTOS**

1 Manual de usuario.....	135
1.1 Introducción .....	135
1.2 Advertencias de seguridad .....	135
1.3 Conociendo su silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras	136
1.4 Silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras.....	138
1.4.1 Antes de manejar su silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras .....	138
1.4.2 Manejando su silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras .....	139
1.4.3 Descender o ascender pendientes o escaleras .....	139
1.4.4 Deteniendo su silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras .....	140
2 Manual de mantenimiento .....	141
2.1 Inspección .....	141
2.2 Hoja de mantenimiento.....	142
2.3 Bateria, fusibles y bandas .....	143
2.3.1 Batería .....	143
2.3.2 Bandas.....	144
2.4 Almacenamiento .....	144
2.5 Solución de problemas.....	145
3 Especificaciones y datos técnicos de la silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras.....	146
4 Costos de la silla de ruedas autónoma .....	147
4.1 Insumos directos .....	147
4.2 Insumos indirectos .....	148
4.3 Maquinado .....	149
4.4 Mano de obra .....	149
4.5 Costos totales .....	150

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Ficha técnica iBOT 300 .....	9
Tabla 2.- Ficha técnica SAF .....	10
Tabla 3.- Ficha técnica ROBY T-09.....	12
Tabla 4.- Ficha técnica Galileo Mobility.....	13
Tabla 5.- Variables a analizarse.....	14
Tabla 6.- Factor de seguridad “r” .....	34
Tabla 7.- Variables a analizarse para la selección de motores .....	77
Tabla 8.- Inspección de la silla de ruedas .....	141
Tabla 9.- Tabla de mantenimiento .....	142
Tabla 10.- Solución de problemas .....	146
Tabla 11.- Especificaciones de la silla de ruedas autónoma.....	146
Tabla 12.- Insumos directos .....	148
Tabla 13.- Insumos indirectos .....	148
Tabla 14.- Maquinado.....	149
Tabla 15.- Mano de obra.....	149
Tabla 16.- Costos totales .....	150

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- La silla de John Dawson .....	1
Figura 2.- Sillas de ruedas eléctricas .....	4
Figura 3.- Sillas tipo scooter.....	5
Figura 4.- Sillas manuales para tránsito.....	6
Figura 5.- Sillas para deportes .....	6
Figura 6.- Sillas de ruedas que suben y bajan escaleras .....	7
Figura 7.- iBot 3000 .....	8
Figura 8.- SAF .....	10
Figura 9.- ROBY T-09 .....	11
Figura 10.- Galileo Mobility.....	12
Figura 11.- Bandas de caucho.....	19
Figura 12.- Forma básica de una banda de metal .....	21
Figura 13.- Forma constructiva de la banda modular de plástico.....	22
Figura 14.- Forma constructiva de la banda textil lisa .....	25

Figura 15.- Banda textiles nervadas .....	26
Figura 16.- Partes de una cadena.....	32
Figura 17.- Tipos de joysticks .....	36

## ÍNDICE DE ANEXOS

### ANEXOS CAPÍTULO 1

Anexo 1. 1 CONADIS.....	155
Anexo 1. 2 Historia de la silla de ruedas .....	156
Anexo 1. 3 Línea de tiempo.....	158
Anexo 1. 4 Tipos de silla de ruedas.....	159
Anexo 1. 5 Una súper silla para los discapacitados.....	162
Anexo 1. 6 Oruga para el desplazamiento de personas en silla de ruedas .....	164
Anexo 1. 7 Galileo mobility .....	167
Anexo 1. 8 SAF .....	168
Anexo 1. 9 Antecedentes generales de los transportadores.....	169
Anexo 1. 10 Principios mecánicos del funcionamiento de un transportador continuo	171
Anexo 1. 11 Bandas.....	172
Anexo 1. 12 Bandas de caucho.....	173
Anexo 1. 13 Bandas de metal .....	174
Anexo 1. 14 Banda modular plásticas .....	175
Anexo 1. 15 Bandas textiles .....	176
Anexo 1. 16 Factores importantes a considerar para la selección de la banda.....	178
Anexo 1. 17 Reductores y moto reductores.....	181
Anexo 1. 18 Fundamentos de la cadena .....	183
Anexo 1. 19 Palancas de mando.....	185

### ANEXOS CAPÍTULO 2

Anexo 2. 1 Dimensiones de huella y contrahuella en escaleras .....	186
Anexo 2. 2 Diseño de la cadena de rodillo .....	189
Anexo 2. 3 Dimensiones y cargas de rotura de la cadena de rodillo.....	190
Anexo 2. 4 Dentado de las ruedas para cadena de rodillo.....	191
Anexo 2. 5 Valores de la cosecante alfa.....	192



Anexo 2. 6 Engranaje cilíndrico helicoidal del tornillo sin fin .....	193
Anexo 2. 7 Módulo, filete y dientes del engranaje cilíndrico del tornillo sin fin.....	194
Anexo 2. 8 Ecuaciones, denominaciones y relaciones del engranaje cilíndrico del tornillo sin fin .....	195
Anexo 2. 9 Modelos de motor a seleccionar según la necesidad del mecanismo .....	196
Anexo 2. 10 Peso por metro lineal de tubo cuadrado de acero laminado.....	198
Anexo 2. 11 Modelo de baterías a seleccionar según la necesidad del mecanismo .....	199
Anexo 2. 12 Electrodo 6011 .....	200

## GLOSARIO

<b>Autónoma</b>	Tiempo que un dispositivo con una fuente de alimentación independiente puede permanecer en activo, hasta el agotamiento de la fuente de alimentación; un dispositivo autónomo es aquel que no necesita de una intervención externa para funcionar.
<b>Bordillo</b>	Lugar de unión entre la acera transitable por peatones y la calzada transitable por vehículos.
<b>Cojinetes</b>	Pieza o conjunto de ellas sobre las que se soporta y gira el árbol transmisor de momento giratorio de una máquina.
<b>Contrahuella</b>	Parte vertical del escalón
<b>Corrosión</b>	Deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.
<b>Deflexión</b>	Deformación de una pieza simplemente apoyada en dos puntos; entre los cuales se aplica una carga.
<b>EMI</b>	Electro Magnetic Interference. Perturbación que ocurre en cualquier circuito, componente o sistema electrónico causado por una fuente de radiación electromagnética externa al mismo
<b>Engranamiento</b>	Acción mediante la cual dos ruedas dentadas encajan perfectamente una en la otra para transmitir el movimiento de una hacia la otra.
<b>Ensamble</b>	Unión de dos piezas que forman parte de una estructura y han sido diseñadas para que ajusten entre sí perfectamente.
<b>Factor de servicio</b>	Número adimensional que representa la exigencia de un motor o cualquier otro elemento generador de potencia.

<b>Huella</b>	Zona horizontal del escalón o peldaño en donde se asienta el pie
<b>Micro interruptor</b>	Dispositivo utilizado para desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica.
<b>Modularidad</b>	Capacidad que tiene un sistema de ser estudiado, visto o entendido como la unión de varias partes que interactúan entre sí y que trabajan para alcanzar un objetivo común, realizando cada una de ellas una tarea necesaria para la consecución de dicho objetivo.
<b>Motor reductor</b>	Ensamble o unión de un motor eléctrico y una caja reductora de velocidad sin emplear acoples flexibles.
<b>Paraplejia</b>	Enfermedad por la cual la parte inferior del cuerpo queda paralizada y carece de funcionalidad.
<b>Potenciómetro</b>	Componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito, cuyo valor de resistencia es variable.
<b>Relación de transmisión</b>	Relación entre las velocidades de rotación de dos engranajes conectados entre sí.
<b>Simulación</b>	Experimentación con un modelo que imita ciertos aspectos de la realidad, que permite trabajar en condiciones similares a las reales, pero con variables controladas y en un entorno que se asemeja al real pero que está creado o acondicionado artificialmente.
<b>Tensión</b>	Estado producido en un cuerpo debido a la aplicación de fuerzas externas que tienden a halar de él estas fuerzas; dependiendo de su magnitud pueden causar deformación temporal o permanente.
<b>Tetraplejia</b>	Enfermedad por la cual la parte inferior y superior del cuerpo queda paralizada y carece de funcionalidad.

## **PLAN DE TESIS**

### **TEMA**

Diseño y simulación de una silla de ruedas autónoma que permita subir y bajar escalones a su usuario

### **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Las sillas comerciales fabricadas en nuestro país o en cualquier parte del mundo no cubren satisfactoriamente la mayor parte de las necesidades de sus usuarios; a pesar de las nuevas normas de edificación que se han instaurado a nivel mundial aún se encuentran bordillos, escaleras y otros obstáculos que impiden su libre desenvolvimiento y un tránsito normal en muchos espacios urbanos.

### **JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

En los últimos años el empleo de sillas de ruedas motorizadas ha aumentado en gran medida por la aparición de nuevos desarrollos para mejorar la calidad de vida a las personas con discapacidad motora.

Las limitaciones arquitectónicas imponen la investigación y desarrollo de dispositivos con capacidades motoras mejoradas que permitan superar dichos obstáculos, siendo la silla de ruedas que permita subir y bajar escalones a su usuario una de los más importantes e indispensables en nuestros días, evitando con este mecanismo una alta inversión económica en la modificación de bordillos, escaleras y otros obstáculos arquitectónicos.

## **OBJETIVO GENERAL**

El proyecto busca diseñar y simular un mecanismo para las sillas de ruedas, el mismo que permita subir y bajar escalones manteniendo gran estabilidad, confiabilidad y autonomía al usuario, aplicando diversos conocimientos de ingeniería y paquetes informáticos.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Seleccionar las mejores características de las sillas de ruedas existentes o de mecanismos afines que permitan subir y bajar escalones a sus usuarios para lograr el mejor diseño existente.
- Determinar un mecanismo de diseño compacto y de gran modularidad que permita subir y bajar escalones de una manera autónoma a su usuario.
- Diseñar un sistema de silla de ruedas que permita cumplir con la norma ISO 7198:85 para silla de ruedas estándar
- Dimensionar el mecanismo y la silla de ruedas de tal manera que su estructura se ajuste a las medidas que exige la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 239:2000.
- Realizar los cálculos respectivos que permitan conseguir el diseño deseado de los diferentes componentes que constituyen el mecanismo de silla de ruedas.
- Simular el prototipo diseñado en el programa “Solidworks – 3D”.
- Realizar el presupuesto del mecanismo de silla de ruedas.

## **ALCANCE**

Diseñar un mecanismo de silla de ruedas autónoma para una persona de 80kg que le permita subir y bajar escalones lineales basados en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 239:2000 y con un peso máximo estimado de 180 kg con equipo incluido, además bajo la norma ISO 7198:85 para silla de ruedas estándar.

Realizar los planos de conjunto, sub conjunto y de despiece con los cuales se podrá visualizar de una manera completa el sistema de silla de ruedas.

Elaborar un manual de mantenimiento con el cual se evitará cualquier tipo de desperfecto o daños futuros en el sistema y aumentar la vida útil del producto, como también un manual de operación con los cuales se especificará el modo correcto de funcionamiento.

Simular el mecanismo de silla de ruedas diseñado en el programa “Solidworks – 3D” con el cual se determinará la factibilidad y viabilidad del mecanismo.

Con esto el mecanismo presentará un diseño compacto, de gran modularidad y con un alto nivel de seguridad precautelando la estabilidad, fiabilidad y confiabilidad para el usuario.

## **METODOLOGIA**

La metodología a usarse va a ser cualitativa por que las dimensiones de referencia son las que se especifican en las normas NTE INEN 2 239:2000, ISO 7192:85 para todos los tipos de escalones y sillas de ruedas estándar respectivamente: el sistema motriz del cual dependerá el diseño de las partes de la silla de ruedas se va a realizar un proceso inductivo, mediante el uso de datos empíricos con el cual se podrá obtener un resultado totalmente confiable.

# CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 SILLA DE RUEDAS

Una silla de ruedas es una ayuda técnica que consiste en una silla adaptada con al menos tres ruedas, aunque lo normal es que disponga de cuatro ruedas. Estas sillas están diseñadas para permitir el desplazamiento de aquellas personas con problemas de locomoción o movilidad reducida, debido a una lesión, enfermedad física o psicológica.

### 1.2 HISTORIA

Las primeras sillas de ruedas eran hechas de madera, muy pesadas, tenían respaldos altos y proveían una movilidad muy limitada; la mayoría de los usuarios incluso no podían empujarse a sí mismos y tenían que depender de otras personas para empujarlos.

La primera prueba clara de una silla de ruedas es de una imagen china grabada en 525 DC, cualquier historia subsiguiente de la silla de ruedas es difícil de documentar hasta 1595. Este fue el año en que un artista dibujó un borrador del Rey español, Felipe II de España (1527 - 1598), quien tenía un trastorno motriz que le imposibilitaba de desplazamiento normal y adecuado.

En la pintura el Rey Felipe II está sentado en una silla que tenía pequeñas ruedas montadas al final de cada pata. Los rasgos de la silla incluían una plataforma levantada para las piernas del Rey y un respaldo ajustable.



**Figura 1.-** La silla de John Dawson

**Fuente:** <http://ectorart.over-blog.com/article-sillas-de-ruedas-51951622.html>

La silla del Rey Felipe II (fig.1) no era auto-propulsada, él dependía de un cortesano o un sirviente para empujarla. La primera instancia documentada de una persona discapacitada con movilidad independiente fue en 1655 cuando Stephen Farfler, un relojero parapléjico, construyó una silla robusta sobre un chasis de tres ruedas, a cada lado de la rueda frontal había manivelas que Farfler giraba para impulsarse hacia adelante.

El siguiente desarrollo fue una silla inventada en 1783 por John Dawson, quien trabajaba en Bath, Inglaterra, a donde muchos inválidos viajaban para beber y bañarse en las aguas del balneario. La silla "Bath" de Dawson, con su tercera rueda que el ocupante podía dirigir usando una manivela rígida agregada, fue un gran suceso. <sup>1</sup>

Hubo un gran número de versiones, algunas de ellas abiertas, otras con capuchas y frentes de vidrio, pero todas debían ser empujadas desde atrás o tiradas por un pequeño caballo o burro.

Durante el siglo diecinueve, las sillas de ruedas se volvieron menos voluminosas y más confortables. Como resultado, algunos usuarios fueron capaces de girar las grandes ruedas traseras con sus manos, aunque esto podía ser desagradable si la silla corría a través de un charco de barro.

El problema se solucionó en 1881 cuando los fabricantes empezaron a agregar un segundo borde con una menor circunferencia a cada rueda. Estos bordes mantenían las manos limpias y se conocieron como bordes para empujar.

A comienzos del siglo veinte, las sillas de ruedas se habían desarrollado aún más y disponían de ruedas con rayos de alambre, respaldos ajustables, y apoyos móviles para brazos y pies, también había modelos livianos hechos de mimbre montados sobre marcos de metal.

En 1915, ingenieros británicos habían producido la primera silla de ruedas motorizada, aunque la mayoría de los usuarios continuaron en las versiones manuales, que se estaban volviendo mucho más baratas. A pesar de esto, las sillas aún eran rígidas y difíciles de guardar y transportar, particularmente en autos.

En 1932, un ingeniero de Los Ángeles llamado Harry Jennings diseñó y construyó una silla plegable para su amigo, Herbert Everest. Los dos hombres inmediatamente vieron el potencial de este invento y establecieron la compañía Everest & Jennings, siendo estos los precursores de las sillas de ruedas de uso común hoy en día.<sup>2</sup>

La compañía Everest and Jennings dominó la industria de las sillas de ruedas durante mediados del siglo 20. Tenían tanto poder en el mercado que enfrentaron cargos por establecer los precios demasiado altos, y el Departamento de Justicia de los EEUU levantó una demanda anti-monopolio contra ellos.

---

<sup>1</sup> Resumen Anexo 1.2

<sup>2</sup> Resumen Anexo 1.3



Con el tiempo dominaron el mercado hasta aproximadamente la década de 1960, luego su empresa entro en bancarrota debido a la aparición de nueva competencia principalmente de Corea y Japón que brindaban productos más baratos y muy confiables además de una producción en masa.

También se diseñó un vehículo por parte de Alberto Masferrer como una opción o alternativa a la silla de ruedas clásica. Este invento fue llamado en su momento “mafermóvil”. El mismo contaba con tres ruedas, dos aeroventilas y un alerón lateral. Este vehículo ofrecía un desplazamiento mucho más fácil y veloz que la silla de ruedas manual.<sup>3</sup>

Estos primeros vehículos utilizaban orugas como medio de tracción e incorporaban plataformas donde se transportaba sillas de ruedas con sus ocupantes por las escaleras.

Una evolución de estos modelos surgió con la utilización de ruedas de baja presión o una combinación de éstas junto con orugas.

Los trenes de ruedas giratorios es otra de los mecanismos ampliamente empleados junto a las sillas de ruedas con patas.

Se han presentado sistemas que unen patas y trenes giratorios para evitar sus inconvenientes así como para solventar el problema de los grandes escalones.<sup>4</sup>

### **1.3 TIPOS DE SILLAS DE RUEDAS**

#### **1.3.1 Sillas de ruedas manuales**

Las sillas de ruedas manuales son aquellas movidas por el usuario o un ayudante, estas presentan ruedas traseras de entre 20 y 26 pulgadas de diámetro fijadas a un eje y posicionadas de forma que los usuarios pueden moverlas empujando hacia abajo o tirando hacia arriba los bordes para empujar, de este modo los usuarios pueden viajar hacia adelante y hacia atrás.

Controlando los bordes para empujar, los usuarios también pueden girar a la izquierda o a la derecha y sortear pequeñas depresiones y subidas que se encuentren por delante. Para poder operar las sillas de ruedas manuales exitosamente los usuarios deben tener un buen estándar de habilidad muscular y coordinación en sus brazos y hombros.<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> Resumen Anexo 1.2

<sup>4</sup> Resumen Anexo 1.2

<sup>5</sup> Resumen Anexo 1.4

### 1.3.2 Sillas de ruedas eléctricas

Las sillas de ruedas con motor eléctrico (fig.2) son ideales para cualquier usuario que no posea la fuerza o la habilidad para manejar una silla de ruedas manual. Las baterías recargables montadas usualmente bajo el asiento suministran la energía para los motores eléctricos que impulsan las dos o las cuatro ruedas, los diferentes arreglos de tracción determinan la forma en que la silla de ruedas se mueve y maniobra.

Las baterías vienen en tres tipos: célula-húmeda, célula-gel, y AGM.

- Las baterías de célula-húmeda son las más livianas, más baratas y menos plausibles de ser sobrecargadas. Tienden a gotear.
- Las baterías de célula-gel son más pesadas pero no gotean. Duran más tiempo que las baterías de célula-húmeda.
- Las baterías AGM son pesadas y costosas, pero son resistentes al shock y no requieren mantenimiento.

Las baterías mencionadas arriba pueden necesitar ser cargadas por una unidad separada, pero las sillas de ruedas eléctricas más modernas simplemente pueden enchufarse a un tomacorriente.



**Figura 2.-** Sillas de ruedas eléctricas

**Fuente:** <http://toyenm.blogspot.com/2010/04/enfermedades-neuromusculares-y-ayudas.html>

Existen varias opciones para manejar la dirección y velocidad de las sillas de ruedas eléctricas, muchas tienen una pequeña unidad de mando que se monta al final de un posabrazos o en una barra que se balancea frente al usuario.

El nivel de discapacidad experimentado por los usuarios de sillas de ruedas eléctricas también se refleja en el diseño de otras características. Éstas incluyen:

- mecanismos de giro
- respaldos reclinables
- elevadores para asiento, piernas o brazos

La mayoría de estas funciones son controladas por pequeños motores eléctricos y permite a los usuarios sentirse tan confortables como sea posible en la silla.<sup>6</sup>

### 1.3.3 Sillas tipo scooter (Wheelbase)

Las sillas tipo scooter (fig.3) tienen cuatro pequeñas ruedas que se extienden desde una plataforma el tipo de silla montada sobre esta plataforma varía de acuerdo con la discapacidad y las necesidades del usuario, algunas incluso son modeladas a partir de un molde tomado de la postura más apropiada del usuario sentado.

Una de las ventajas es que la silla puede pivotar y permitir al usuario subirse de cualquiera de los lados, y una desventaja es que el usuario debe mantener una postura rígida cuando está manejando la silla. Por lo tanto las sillas tipo scooter no son apropiadas para los discapacitados graves.



**Figura 3.-** Sillas tipo scooter

**Fuente:** <http://www.sillasderuedas.es/SCOOTER-CERES-CUATRO-RUEDAS>

---

<sup>6</sup> Resumen Anexo 1.4

### 1.3.4 Sillas manuales para tránsito

Las sillas manuales para tránsito (fig.4) generalmente tienen ruedas traseras pequeñas sin bordes para empujar. Estas sillas de ruedas son más vistas en edificios como aeropuertos y hospitales donde los porteros actúan como ayudantes.<sup>7</sup>



**Figura 4.-** Sillas manuales para tránsito  
**Fuente:** <http://www.chairdex.com/types.htm>

### 1.3.5 Sillas para deportes

Desde la década de los setenta, los atletas discapacitados han tenido una gran variedad de sillas de ruedas para deportes (fig.5) cuyo objetivo es ayudarles a alcanzar su máxima capacidad en deporte que desempeñan. Estas sillas de ruedas lucen muy diferentes entre sí, pero usualmente tienen en común:

- marcos livianos hechos de aleaciones
- estabilidad mejorada para giros bruscos
- solidez<sup>8</sup>



**Figura 5.-** Sillas para deportes  
**Fuente:** <http://www.ortosanitas.es/sillas-de-ruedas/silla-de-ruedas-deportiva.html>

---

<sup>7</sup> Resumen Anexo 1.4

<sup>8</sup> Resumen Anexo 1.4

### 1.3.6 Sillas de ruedas que suben escaleras

Subir y bajar escaleras es el máximo desafío para una silla de ruedas, existe algunas soluciones disponibles como son:

- Soportes operados a batería en la parte posterior que actúan como estabilizadores a medida que la silla sube.
- Una serie de ruedas flexibles girando dentro de un sendero de goma que se agarra a los escalones.
- Plataformas independientes que suben escaleras a las que se asegura la silla de ruedas.

La gran mayoría de las sillas de ruedas que suben y bajan escaleras (fig.6) aun necesitan un tercero que actúe como auxiliar. Alternativamente, el usuario de silla de ruedas debe ser capaz de agarrar un pasamano adecuado.<sup>9</sup>



**Figura 6.-** Sillas de ruedas que suben y bajan escaleras

**Fuente:** <http://www.hotfrog.es/Empresas/GRUPO-ROMA-ELEVACI%C3%93N/ORUGAS-SUBE-ESCALERAS-42284>

---

<sup>9</sup> Resumen Anexo 1.4

## 2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

### 2.1 MECANISMOS QUE SUBEN Y BAJAN ESCALERAS

El objetivo de detallar ciertos mecanismos que suben y bajan escaleras, es obtener características técnicas, que servirán como guía y base para el diseño futuro del prototipo que se va a realizar.

### 2.2 SISTEMA INDEPENDIENTE DE MOVILIDAD IBOT 3000

La silla de ruedas iBOT 300 (fig.7) ajusta el centro de gravedad del cuerpo del usuario para mantenerlo nivelado con el nivel del terreno, también puede escalar pendientes de hasta 36 grados, lo cual ofrece 100% de seguridad cuando el usuario maneje en cualquier espacio.

La iBOT 3000 tiene cuatro ruedas del mismo tamaño que rotan y se interponen una sobre otra para subir y bajar escalones. La silla también se levanta sobre dos ruedas para elevar su ángulo de inclinación para que el usuario pueda alcanzar estantes en un librero o pueda sostener conversaciones cara a cara con las personas que estén paradas cerca de él.

La silla además requiere de un cierto esfuerzo, por ejemplo, los usuarios se deben inclinar hacia adelante o hacia atrás para dirigir la silla hacia arriba o hacia abajo.<sup>10</sup>



**Figura 7.-** iBot 3000

**Fuente:** [http://www.integrando.org.ar/investigando/silla\\_ibot.htm](http://www.integrando.org.ar/investigando/silla_ibot.htm)

---

<sup>10</sup> Resumen Anexo 1.5

### 2.2.1 Ficha técnica:

Dimensiones:	950x730x1000 mm
Peso con baterías:	185 kg
Capacidad máx. de carga:	260 kg
Velocidad:	6/7 km/h
Diámetro de ruedas traseras y delanteras:	400 mm
Máxima velocidad de rotación del motor:	70 r.p.m.
Tiempo de funcionamiento:	4 horas
Angulo de inclinación (escaleras rectas y curvas):	36°
Altura de obstáculo p/salvar:	150 mm
Radio de giro	580 mm
Potencia de rodaje:	2 motores 1200 W
Batería de siliconas:	24V-27Ah
Forma de tracción:	En las 4 ruedas (FWD)

**Tabla 1.-**Ficha técnica iBOT 300

Fuente.- [http://www.integrando.org.ar/investigando/silla\\_ibot.htm](http://www.integrando.org.ar/investigando/silla_ibot.htm)

### 2.3 SILLA AUTÓNOMA DEL FUTURO (SAF)

El mecanismo innovador y revolucionario que posee la SAF (fig.8) es el encargado de conseguir que la rueda supere los escales con total facilidad. Puesto que cada rueda deberá salvar la discontinuidad, el mecanismo diseñado deberá ser incorporado a cada una de ellas independientemente. Su componente principal es un apoyo deslizante unido mediante un par motorizado a la estructura de la silla.

Como elemento motriz del apoyo deslizante se diseñará un sistema piñón-cremallera. Para su síntesis se ha obligado a que la dirección de la trayectoria del centro de la rueda sea ligeramente ascendente y rectilínea.

Gran modularidad en su diseño que es debido a su concepción que lleva a implementar mecanismos y sistemas de control diferenciados. Esta modularidad repercute muy positivamente en su sencillez de control.

Elevada seguridad de funcionamiento, característica siempre importante y más tratándose de asistencia a personas con discapacidad.<sup>11</sup>



**Figura 8.- SAF**

**Fuente:** [http://www.uned.es/ribim/volumenes/Vol11N1Enero\\_2007/%20Gonzalez.pdf](http://www.uned.es/ribim/volumenes/Vol11N1Enero_2007/%20Gonzalez.pdf)

### 2.3.1 Ficha técnica

Dimensiones:	568x1200x1055 mm
Peso con baterías:	100 kg
Capacidad máx. de carga:	180 kg
Velocidad:	5/7 km/h
Diámetro de ruedas traseras y delanteras:	400 mm
Máxima velocidad de rotación del motor:	70 r.p.m.
Tiempo de funcionamiento:	4 horas
Angulo de inclinación (escaleras rectas y curvas):	30°
Altura de obstáculo p/salvar:	150 mm
Radio de giro	ninguno
Potencia de rodaje:	3 motores 1200 W totales
Batería de siliconas:	24V-27Ah x 3 Unidades
Forma de tracción:	En las 4 ruedas (FWD)

**Tabla 2.-Ficha técnica SAF**

**Fuente:** [http://www.uned.es/ribim/volumenes/Vol11N1Enero\\_2007/%20Gonzalez.pdf](http://www.uned.es/ribim/volumenes/Vol11N1Enero_2007/%20Gonzalez.pdf)

<sup>11</sup> Resumen Anexo 1.8



## 2.4 ORUGA DORADOS ROBY T-09

Adaptable a distintos tipos de sillas mediante anclajes regulables en altura, longitud y profundidad sin utilizar llaves. La oruga dorados Roby T-09 (fig.9) es adaptable a sillas plegables o rígidas con ruedas posteriores de gran diámetro 50 a 60 mm.

Enganches para respaldos rellenos y sistema de empuje para todos los sistemas de empuje de la silla. Ganchos de fijación para facilitar el enganche de sillas de ruedas con respaldo anatómico o con barra de rigidez posterior.

Los movimientos son realizados sin esfuerzo basta presionar un botón para subir y bajar, los desplazamientos en horizontal son realizados más rápidamente utilizando 4 ruedas auxiliares dotadas de rodamientos de bola.<sup>12</sup>



**Figura 9.- ROBY T-09**

**Fuente:** <http://www.grupodorados.com/articulos-productos-salvaescaleras/50/sillas-y-orugas-moviles/orugas-salvaescaleras/oruga-dorados-roby-t-09.html>

---

<sup>12</sup> Resumen Anexo 1.6

### 2.4.1 Ficha técnica

Dimensiones:	400x1390x950 mm
Peso con baterías:	47 kg
Capacidad máx. de carga:	130 kg
Velocidad:	5 m/min
Máxima velocidad de rotación del motor:	70 r.p.m.
Tiempo de funcionamiento:	4 horas.
Angulo de inclinación (escaleras rectas y curvas):	35°
Altura de obstáculo p/salvar:	180 mm
Radio de giro	20 mm
Potencia de rodaje:	1 motores 400 W totales
Batería sellada con electrolito gelatinosa	12V-12 Ah x 2 Unidades
Forma de tracción:	banda

**Tabla 3.-** Ficha técnica ROBY T-09

**Fuente:** <http://www.grupodorados.com/articulos-productos-salvaescaleras/50/sillas-y-orugas-moviles/orugas-salvaescaleras/oruga-dorados-robby-t-09.html>

### 2.5 GALILEO MOBILITY

El sistema de ruedas Galileo (fig.10) combina las ventajas del manejo de una silla de ruedas ordinaria con la habilidad de escalar con tracción, así que subir por las escaleras ya no sería una dificultad.



**Figura 10.-** Galileo Mobility

**Fuente:** <http://www.ideasgeek.net/2009/09/29/sillas-de-ruedas>

El modo de posición permitirá al usuario colocarse al mismo nivel visual de las demás personas podrá alcanzar objetos que antes no podía alcanzar también cuenta con un respaldo ajustable que permitirá un fácil cambio de asiento.

El sistema de ruedas Galileo ofrece una silla de ruedas que puede subir y bajar escaleras o aceras, viajar a través de la hierba, grava y arena (modo de pista), sigue siendo rápida y ágil a través de superficies normales, tales como el pavimento (modo de rueda) y apoyar la posición vertical.<sup>13</sup>

### 2.5.1 Ficha técnica

Dimensiones:	1000x730x1000 mm
Peso con baterías:	80 kg
Capacidad máx. de carga:	160 kg
Velocidad:	8 km/h
Diámetro de ruedas:	500 mm
Máxima velocidad de rotación del motor:	70 r.p.m.
Tiempo de funcionamiento:	4 horas
Angulo de inclinación (escaleras rectas y curvas):	40°
Altura de obstáculo p/salvar:	150 mm
Radio de giro	500 mm
Potencia de rodaje:	2 motores 1200 W totales
Bateria de silicona:	24V-27Ah x 2 Unidades
Forma de tracción:	Oruga

**Tabla 4.-** Ficha técnica Galileo Mobility

**Fuente:** <http://www.ideasgeek.net/2009/09/29/sillas-de-ruedas-adaptadas-a-barreras-arquitectonicas-galileo-mobility/>

<sup>13</sup> Resumen Anexo 1.7

## 2.6 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

SILLA DE RUEDAS	VARIABLES A ANALIZARSE PARA LA SELECCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA SILLA DE RUEDAS					
	Estabilidad	Angulo de inclinación	Dimensiones	Autonomía	Facilidad de control	Capacidad de Carga Total
iBOT 3000	O	Δ	Δ	X	Δ	O
SAF	X	Δ	X	Δ	X	Δ
Roby T-09	X	Δ	O	O	O	X
Galileo Mobility	O	O	Δ	X	Δ	O

**Tabla 5.-** Variables a analizarse

**Fuente:** Los autores

X  $\Rightarrow$  no recomendado

Δ  $\Rightarrow$  medio

O  $\Rightarrow$  recomendado

## 2.7 CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS

Después de analizar las alternativas previamente especificadas se llego a la conclusión que la silla de ruedas no deberá sobrepasar 1500 mm de alto, 1000 mm de ancho y 1000 mm de largo; su peso máximo será de 100 kg, con una capacidad de carga de 80 kg y un ángulo de inclinación para escaleras rectas y de caracol de 40°.

La forma de tracción será mediante una banda, impulsada por un motor reductor de 0.3 hp a 0.5 hp de potencia y una velocidad de salida entre 300 a 350 rpm; que junto a un engranaje cilíndrico helicoidal de tornillo sin fin y un juego de cadenas y catalina se obtendrá una velocidad periférica entre 1.3 m/s a 1.5 m/s y una velocidad máxima de rotación de 50 a 60 rpm. Las baterías a utilizar serán de litio de 12V a 45 Ah, las mismas serán recargables mediante un conector de 110 V con una duración en trabajo estándar de 4 horas por cada hora de recarga.

### **3 SISTEMAS CONTINUOS**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

Un sistema continuo es una máquina que permite el movimiento continuo o variable de un sistema de un lugar a otro en función de las órdenes del operario.<sup>14</sup>

#### **3.2 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS**

##### **3.2.1 Cuerpo estructural**

El cuerpo estructural varía en función de su utilización, así por ejemplo tenemos el cuerpo tipo tornillo sin fin es un canal en forma de “U”; dentro del cual gira el tornillo sin fin. En el caso de los demás tipos la estructura es muy similar entre unos y otros, una especie de cama es sostenida por elementos verticales y sobre la cama se sitúan los sistemas de arrastre, motriz o conductor; existen aplicaciones en los que la tracción se instala en el centro de la estructura.<sup>15</sup>

##### **3.2.2 Elemento de arrastre**

Es la encargada de generar el movimiento. El arrastre lo puede realizar un tornillo sin fin, rodillos, una cadena o una banda.<sup>16</sup>

##### **3.2.3 Rodamientos**

Son los elementos que se utilizan para sujetar el elemento de arrastre a la estructura o bien a la rueda dentada que da movimiento al elemento de arrastre. Los rodamientos más comúnmente utilizados son cojinetes de bolas y de rodillos para carga axial o transversal.<sup>17</sup>

##### **3.2.4 Sistema motriz**

El sistema motriz genera el movimiento y la potencia necesaria para hacer funcionar al sistema. Comúnmente está formado por un moto-reductor o bien motor y reductor acoplados. En ocasiones, es necesario utilizar elementos intermedios para ajustar la velocidad y la potencia, entre los que se puede mencionar la cadena de rodillos, las fajas y las ruedas dentadas.

Puede darse el caso en que el sistema motriz esté formado únicamente por un motor hidráulico, de ser así no es necesario el uso de reductores puesto que estos equipos son capaces de girar a velocidades bajas suministrando la potencia requerida.<sup>18</sup>

---

<sup>14</sup> Resumen Anexo 1.9

<sup>15</sup> Resumen Anexo 1.9

<sup>16</sup> Resumen Anexo 1.9

<sup>17</sup> Resumen Anexo 1.9

### **3.2.5 Sistema eléctrico**

El sistema eléctrico está compuesto por un circuito de mando y uno de potencia:

- El primero, permite el manejo seguro del equipo.
- El circuito de potencia es el encargado de la circulación de corrientes eléctricas peligrosas.<sup>19</sup>

## **3.3 PRINCIPIOS MECÁNICOS DEL FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA CONTINUO**

Como todas las máquinas los mecanismos están regidos por leyes o principios mecánicos que se citan a continuación.<sup>20</sup>

### **3.3.1 La rotación**

El movimiento de rotación se ve aplicado desde el arranque del motor, este transmite el movimiento al reductor, a su vez el reductor lo entrega directamente al eje del transportador de tornillo sin fin o bien a los elementos intermedios de transmisión de potencia en el caso de los transportadores de cadena y de banda. El movimiento circular es convertido en movimiento lineal por el elemento de arrastre.<sup>21</sup>

### **3.3.2 La fricción**

La fricción es otro de los principios aplicados, se ve presente entre los rodillos y la banda misma, así como la banda con el terreno a recorrer por el operario y varios elementos mecánicos de los cuales se compone la silla.<sup>22</sup>

### **3.3.3 La tensión**

Este principio se aplica principalmente en la banda ya que nos permite su buen funcionamiento si y solo si la banda está lo suficientemente tensa para no resbalar sobre el rodillo que transmite la tracción y la superficie de contacto de la banda.<sup>23</sup>

---

<sup>18</sup> Resumen Anexo 1.9

<sup>19</sup> Resumen Anexo 1.9

<sup>20</sup> Resumen Anexo 1.10

<sup>21</sup> Resumen Anexo 1.10

<sup>22</sup> Resumen Anexo 1.10

<sup>23</sup> Resumen Anexo 1.10

### **3.3.4 La gravedad**

El efecto directo de la fuerza de gravedad sobre los cuerpos, y el hecho de que a los rodillos se les permite girar libremente es la combinación perfecta para generar el movimiento necesario para transportarse de un lugar a otro.<sup>24</sup>

### **3.3.5 El engranamiento**

Este principio mecánico está presente en los sistemas que permiten generar el movimiento a un equipo. Todos estos utilizan ruedas dentadas en el lado de tracción, las cuales al girar engranan perfectamente en la banda o cadena; provocando así el desplazamiento del elemento de arrastre.<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> Resumen Anexo 1.10

<sup>25</sup> Resumen Anexo 1.10

## 4 BANDAS

La banda consiste en una o más capas de material. Muchas bandas para manejo de materiales tienen dos capas: una capa inferior de material para proveer fuerza lineal y forma llamada “carcasa” y una capa superior llamada “cubierta”. La carcasa es generalmente de algodón o plástico o de malla. La cubierta está integrada por distintos compuestos de plástico o hule especificados por el uso de la banda. Las cubiertas pueden ser fabricadas de materiales menos comunes para aplicaciones especiales tales como el uso de silicón en caliente o goma de caucho donde la tracción es esencial.<sup>26</sup>

### 4.1 TIPOS DE BANDAS

Como ya se mencionó antes, existen muchas bandas todas distintas unas de otras, sin embargo, es posible clasificarlas según el material del cual estén fabricadas. Tomando como base el material se clasifican en tres grandes grupos que son; el caucho, el metal, el plástico y el textil.<sup>27</sup>

#### 4.1.1 Bandas de caucho

Las bandas de caucho (fig.11) son las más empleadas actualmente, debido a que se pueden utilizar para propósitos muy variados. Las bandas de caucho están construidas por una serie de capas de distintos materiales por lo que se puede decir que son fabricadas de materiales compuestos.

#### **Materiales:**

- A. Poliuretano termoplástico de superficie lisa no adhesiva.
- B. Poliéster de uno o más tejidos.
- C. Fibra de poliéster saturado con caucho, satinado rectificado.

Las bandas de caucho pueden ser unidas en sus extremos por medio de grapas o bien por medio de vulcanizado. Generalmente las grapas utilizadas son fabricadas en acero inoxidable y cuando se decide por la vulcanización es necesario realizar cortes en forma de zigzag en los extremos de la banda de tal manera que encajen perfectamente ambas puntas.<sup>28</sup>

---

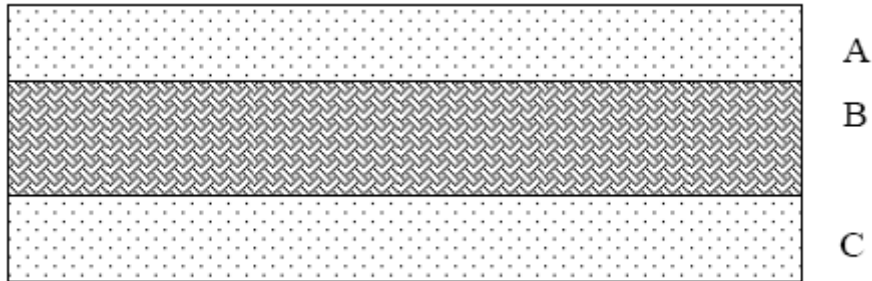
<sup>26</sup> Resumen Anexo 1.11

<sup>27</sup> Resumen Anexo 1.11

<sup>28</sup> Resumen Anexo 1.12



La figura 11 muestra la forma básica de cómo están formadas las bandas de caucho, es importante hacer notar que los materiales de las capas varían de acuerdo a la aplicación de la banda.



**Figura 11.-** Bandas de caucho

**Fuente:** <http://www.bandasybandas.com/index0.php>

#### **4.1.1.1 Ventajas de las bandas de caucho**

- La principal ventaja de esta banda radica en que la inversión inicial es menor comparada con otro tipo
- Existe gran variedad de bandas

#### **4.1.1.2 Desventajas de las bandas de caucho**

- Al iniciar su funcionamiento requiere mucha labor de mantenimiento, porque el ser construidas con caucho provoca una deformación elástica, por ello es necesario monitorear esta deformación a fin de corregir la desalineación que esta elongación provoca y evitar un deterioro prematuro de la banda
- La banda se fabrica en rollos anchos; de estos rollos los distribuidores cortan la banda con las dimensiones que cada cliente requiere y si el corte longitudinal y transversal no está bien hecho esto causará serias dificultades al momento de que se esté alineando la banda
- Con el uso va sufriendo agrietamiento en la superficie que está en contacto<sup>29</sup>

---

<sup>29</sup> Resumen Anexo 1.12

#### 4.1.1.3 Características de las bandas de caucho

- Bajo costo inicial
- Se pueden acoplar a las dimensiones necesitadas por el cliente
- Gran variedad de recubrimientos
- En función del recubrimiento puede soportar altas temperaturas
- Se pueden emplear tanto en ambientes internos como externos
- Baja resistencia a impactos, aunque se pueden colocar rieles que permitan aumentar la resistencia de la banda
- Tiene una baja resistencia a las tensiones elevadas por lo que se puede deformar con facilidad
- Las bandas de caucho se adaptan a cualquier sistema motriz, sin que este represente un factor determinante en el diseño, sea por cadenas, por tornillo sin fin, o por deslizamiento sobre una cuña de chapa
- Gran dificultad en instalación inicial y puesta en marcha, mantenimiento y control continuo<sup>30</sup>

#### 4.1.2 Bandas de metal

Las bandas de metal (fig.12) son aquellas que se construyen con varillas planas o redondas formando una especie de trama.

En el caso de estas bandas la tracción es transmitida por medio de ruedas dentadas al igual que en los de cadena. Las bandas de metal se deslizan sobre guías de metal o bien guías de metal cubiertas con guías de desgaste de plástico.

Existen dos tipos básicos de bandas de metal

- Banda de varillas planas para recorridos rectos o curvos.
- Banda de varillas redondas para recorridos rectos.

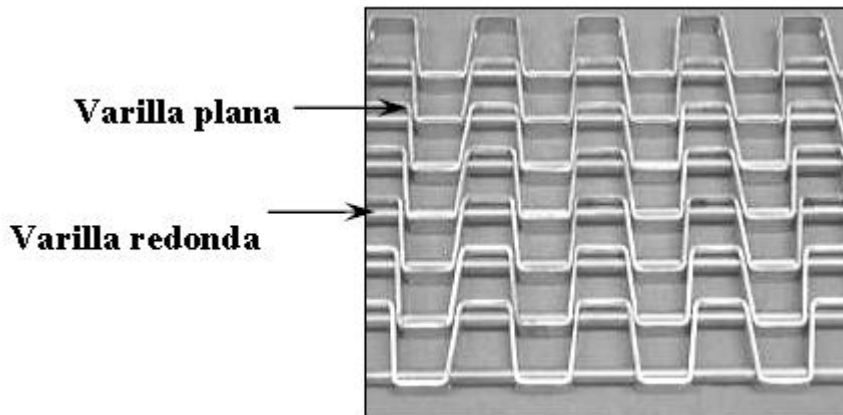
Las varillas planas son deformadas mecánicamente de manera que al final se obtenga una varilla capaz de encajar perfectamente en la varilla siguiente y ésta a su vez en la siguiente y así sucesivamente hasta formar una trama. Cada par de varillas son unidas entre sí por medio de una varilla redonda la cual sirve de pivote

Este tipo de banda es fabricada generalmente con varillas de 9.5 mm de ancho y 1.17 mm de grosor o bien 12.7 mm de ancho y 1.57 mm de grosor.

---

<sup>30</sup> Resumen Anexo 1.12

Los materiales más comúnmente utilizados son acero galvanizado, acero de alto carbono, y aceros inoxidables T-304 y T-316.<sup>31</sup>



**Figura 12.-** Forma básica de una banda de metal  
**Fuente:** <http://www.bandasybandas.com/index0.php>

#### 4.1.2.1 Ventajas de las bandas de metal

- Alta resistencia mecánica a la tracción
- Versatilidad ante los cambios de temperatura

#### 4.1.2.2 Desventajas de las bandas de metal

- Elevado costo
- Poca vida útil

#### 4.1.2.3 Características de las bandas de metal

- Las bandas de metal tiene un elevado costo
- Las dimensiones de las bandas metálicas están estandarizados debido a que su tejido interior consta de alambres normalizado.
- Debido a las características de las bandas metálicas se puede utilizar casi cualquier material para su recubrimiento, ya que tanto por los materiales empleados como por los tipos de banda, las posibilidades de fabricación son infinitas
- Permiten su utilización en aplicaciones extremas de temperatura (de  $-180^{\circ}\text{C}$  a  $1200^{\circ}\text{C}$ ), inclusive en sistemas que estén en contacto con corrosión química

---

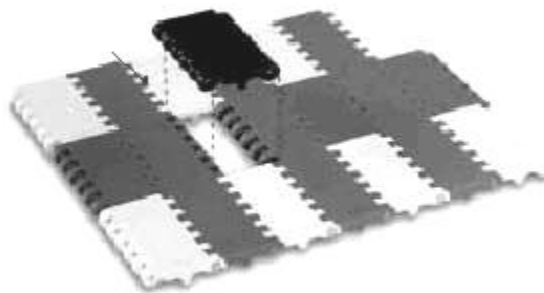
<sup>31</sup> Resumen Anexo 1.13

- Se pueden aplicar en cualquier tipo de ambiente inclusive tienen una gran aplicación sobre superficie congeladas o con nieve
- Mayor capacidad de absorción de impactos
- Tienen una alta resistencia a las tensiones, por su constitución y por su tejido interior tiene bajos niveles de deformación
- La tracción es transmitida por medio de ruedas dentadas al igual que en los de cadena
- Gran dificultad en instalación inicial, estas bandas casi no necesitan mantenimiento una vez instaladas <sup>32</sup>

### 4.1.3 Banda modular plástica

La banda modular plástica (fig.13) es la tecnología para el transporte menos difundida en nuestro medio a pesar de que se encuentra en el mercado desde la década de los años setenta.

Esta banda se construye a partir de módulos plásticos moldeados por inyección ensamblados en unidades denominadas hileras. Cada hilera se une de manera traslapada a otra; tal y como se hace con los ladrillos de construcción, cada par de hileras se une por medio de una varilla plástica.



**Figura 13.-** Forma constructiva de la banda modular de plástico

**Fuente:** <http://www.bandastransportadoras.com/>

La figura 13 ilustra la forma en que los módulos se unen para formar hileras y como las hileras se unen por medio de las varillas para formar finalmente la banda.

La banda siempre se desliza sobre guías plásticas de desgaste en el recorrido de ida y en el recorrido de retorno puede elegirse entre rodillos o guías de desgaste.

Para la tracción se utilizan engranes plásticos o metálicos al igual que en los transportadores de cadena y banda metálica; generalmente se montan sobre ejes cuadrados, sin embargo, también hay piñones para ejes redondos.

---

<sup>32</sup> Resumen Anexo 1.14

Estas bandas están disponibles en pasos que oscilan entre 12.7 mm y 63.5 mm, en cuanto el ancho y el largo no existe más limitación que la resistencia a la tensión de cada banda, es decir que se pueden construir bandas del ancho y largo que se deseen.<sup>33</sup>

#### **4.1.3.1 Ventajas de las bandas de plástico**

- Variedad de materiales en los que la banda está disponible
- Gran vida útil

#### **4.1.3.2 Desventajas de las bandas de plástico**

- Elevado costo.
- Tejidos de unión especiales y limitados.

#### **4.1.3.3 Características de las bandas de plástico**

- Elevado Costo
- Las dimensiones de las bandas de plástico no están estandarizadas pero en caso de dimensiones especiales aumentan los costos ya que su recubrimiento que está constituido por diversos polímeros necesita de moldes para su fabricación
- Para su recubrimiento se utilizaran únicamente polímeros entre los cuales podemos citar: polietileno, polipropileno y poliacetal
- Permiten un amplio rango de temperatura de utilización (-70 a 105 °C)
- Este tipo de bandas solo se pueden aplicar en ambientes interiores ya que su recubrimiento en exteriores se degrada con facilidad
- En este tipo de bandas de plástico su recubriendo es muy frágil y por lo tanto su resistencia al impacto también
- La resistencia a la tensión en este tipo de bandas depende del largo y ancho máximo de la banda ya que no resisten altas deformaciones
- Para la tracción se utilizan engranes plásticos o metálicos los cuales estarán conectados al sistema motriz del equipo
- Presentan las ventajas de su fácil manipulación, limpieza y montaje a la vez que una gran longevidad<sup>34</sup>

---

<sup>33</sup> Resumen Anexo 1.14

<sup>34</sup> Resumen Anexo 1.14

#### **4.1.4 Banda textil**

Son las bandas de uso más común, están constituidas, por varias capas de tejidos engomados, para una buena adherencia, separadas por una capa de goma intermedia que mejora su flexibilidad y recubiertas por capas de goma.

Los tejidos más usuales en la fabricación de bandas transportadoras son los de tipo EP, formado por fibras de poliéster (E) en el sentido longitudinal y de poliamida o nylon (P) en el sentido transversal. Este tipo de tejido proporciona a la banda una elevada resistencia a la rotura y al impacto, así como una gran flexibilidad y un peso reducido.

Dado que este tipo de tejido no es afectado por la humedad, estas bandas pueden ser utilizadas también con los cantos cortados (lonas a la vista en los bordes) en cualquier aplicación, con el consiguiente ahorro de costo y la plena garantía de buen funcionamiento.

En algunos casos, es conveniente utilizar carcasas con la trama reforzada; por ejemplo, bandas que han de ser empalmadas mediante grapas, bandas de elevadores de cangilones, o que precisan mayor resistencia al desgarro longitudinal por alguna otra razón. Este refuerzo puede darse en el propio tejido, o bien mediante una trama adicional metálica o textil.

En otros casos, cuando conviene darle rigidez transversal a la banda, pueden incorporarse tramas rígidas metálicas o textiles, o bien utilizarse tejidos con trama de monofilamento de poliéster.<sup>35</sup>

##### **4.1.4.1 Ventajas de las bandas textiles**

- Elevada resistencia a la rotura
- Elevada resistencia al impacto
- Gran flexibilidad
- Peso reducido

##### **4.1.4.2 Características de las bandas textiles**

- Bajo Costo
- Al ser bandas textiles sus dimensiones están dadas en función de su utilización y requerimiento
- Se puede utilizar una gran cantidad de gomas para su recubrimiento, pueden incorporarse tramas rígidas metálicas

---

<sup>35</sup> Resumen Anexo 1.15

- Este tipo de bandas tienen una gran resistencia a la humedad por sus tejidos varios, lo permite su utilización en ambientes exteriores e interiores
- En virtud del tipo de construcción de su carcasa, este tipo de bandas posee una gran resistencia a los impactos, pero sin carcasa se presentan deformaciones continuas
- Por resistir elevadas tensiones de trabajo con menor número de telas, esta banda presenta una flexibilidad mayor que cualquier otra banda
- Al trabajar con bandas textiles el sistema motriz en su mayoría está por un juego de engranes de metal, y por cadenas, por tornillo sin fin, o por deslizamiento sobre una cuña de chapa
- Siempre que no exista variación en las especificaciones de diseño su instalación será tentativamente sencilla, y su mantenimiento no es muy continuo pero si debe estar sometida a un mantenimiento preventivo en función de las recomendaciones del fabricante <sup>36</sup>

#### 4.1.4.3 Bandas textiles lisas

Las bandas textiles lisas (fig.14) son las más utilizadas por su versatilidad y economía. Las variantes posibles, tanto en la carcasa de refuerzo como en la calidad de las gomas de recubrimiento, hacen que se puedan adaptar prácticamente a todo tipo de superficie.

Incorporan goma en los laterales de la carcasa textil, que la protege tanto de posibles roces contra la estructura del transportador como del ataque de agentes agresivos con los que pueda estar en contacto la banda.

El uso de la banda transportadora lisa, puede estar limitado por el ángulo de inclinación este ángulo puede situarse entre los 18 y los 20°. Cuando el ángulo sea superior, es recomendable utilizar bandas con algún tipo de soporte transversal del material (bandas nervadas).

Las longitudes de cada bobina están limitadas únicamente por sus dimensiones para el transporte y las posibilidades del usuario para su manejo.<sup>37</sup>



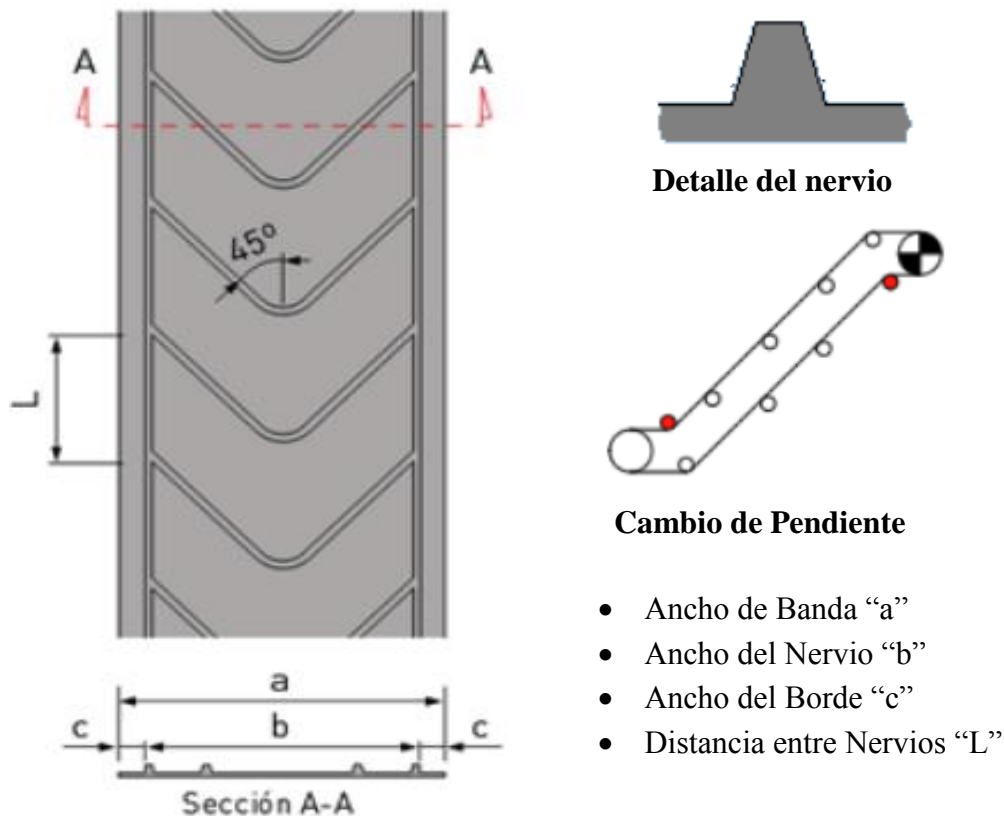
**Figura 14.-** Forma constructiva de la banda textil lisa  
**Fuente:** [http://www.kauman.com/es/products/bt\\_lisas\\_es.asp](http://www.kauman.com/es/products/bt_lisas_es.asp)

<sup>36</sup> Resumen Anexo 1.15

<sup>37</sup> Resumen Anexo 1.15

#### 4.1.4.4 Banda textiles nervadas

La banda textil nervada (fig.15) están formadas por un núcleo textil de tejido EP, (E) poliéster en sentido urdimbre y (P) nylon en sentido trama, de dos o tres capas y cubiertas exteriores de caucho resistente a la abrasión y al ozono, adecuado para trabajar a la intemperie.



**Figura 15.-** Banda textiles nervadas

**Fuente:** [http://www.kauman.com/es/products/bt\\_nervadas\\_es.asp](http://www.kauman.com/es/products/bt_nervadas_es.asp)

En aquellos sistemas en los que hay tramos con cambio de pendiente, hasta un ángulo máximo del orden de 45°, son muy adecuadas en las que las nervaduras dejan libres los bordes de la banda, con objeto de poder instalar un guiado lateral por la cara de trabajo que permita adaptar la banda a las variaciones de inclinación, tal como se indica en los esquemas.

En esta aplicación, se fabrican normalmente con refuerzos de trama rígida, para evitar las deformaciones en los cambios de inclinación.<sup>38</sup>

<sup>38</sup> Resumen Anexo 1.15



## **4.2 FACTORES IMPORTANTES A CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DE LA BANDA**

Para poder obtener un diseño que satisfaga de la mejor manera posible las exigencias de un problema en particular; es necesario tomar en cuenta una serie de factores que influyen de manera directa en la selección de la banda.<sup>39</sup>

### **4.2.1 Tipos de aplicación**

El punto de partida para cualquier diseño es establecer que tipo de aplicación se necesita construir, para ello se debe de conocer cuál será la función que cumplirá la banda, y a que tipo de movimientos esta estará sometida.<sup>40</sup>

### **4.2.2 Características mecánicas**

Todo cuerpo posee propiedades mecánicas, sin importar el material del que esté hecho, la propiedad más importante para la selección de la banda es la dureza, esta propiedad junto a otros factores influye directamente en la selección del material del que esté fabricada la banda.<sup>41</sup>

### **4.2.3 Velocidad de la banda**

Desde el punto de vista de la banda, la velocidad es una variable determinante porque influye directamente en el desgaste y por lo tanto en la vida útil; la velocidad tiene efecto directo en los engranajes y las articulaciones de la banda puesto que cada rotación de los engranajes provoca rozamientos en dichas partes.

El efecto de la velocidad es mayor cuando la banda es corta puesto que una banda corta pasa mayor número de veces que una banda larga viajando a la misma velocidad, esto significa que el desgaste, además de la longitud de la banda; el número de dientes del engranaje es otro factor determinante, es decir que a mayor número de dientes mayor desgaste en módulos y articulaciones.<sup>42</sup>

---

<sup>39</sup> Resumen Anexo 1.16

<sup>40</sup> Resumen Anexo 1.16

<sup>41</sup> Resumen Anexo 1.16

<sup>42</sup> Resumen Anexo 1.16

#### **4.2.4 Textura**

La textura es una de las características físicas que define la superficie de la banda, ya que de ésta depende la adherencia con la superficie en contacto.<sup>43</sup>

#### **4.2.5 Características ambientales de operación**

Otro factor importante en el diseño del transportador es el ambiente en el que operará el equipo, esto influye en la banda a elegir puesto que permite elegir correctamente el polímero, es necesario tener en mente que no es lo mismo operar un equipo en un ambiente seco que en uno polvoriento.<sup>44</sup>

#### **4.2.6 Forma de los ejes para la tracción**

Otra variable influyente en la elección de la banda es la forma de los ejes para la tracción, la mayoría de proveedores de banda fabrican los engranajes con agujeros cuadrados o redondos, por lo tanto la elección entre uno u otro depende de la tensión que soporta la banda; esta tensión es transmitida al eje provocando sobre este una deflexión, esta deformación no debe exceder de ciertos límites, si el producto a transportar genera una tensión ligera bastará usar un eje redondo en tanto que si la tensión es elevada lo mejor será utilizar un eje cuadrado.

Mecánicamente hablando los ejes deberán de evaluarse como una viga simplemente apoyada y comparar el desempeño de cada uno y a partir de esto decidir cual emplear, cada fabricante provee fórmulas matemáticas y tablas útiles para este análisis.

Una ventaja de los ejes cuadrados es el hecho de que no necesitan cuñas para traccionar la banda en tanto que los ejes redondos si las necesitan.<sup>45</sup>

#### **4.2.7 Características corrosivas**

La vida útil de la banda depende de una serie de condiciones, entre ellas se destacan las características corrosivas de la superficie en contacto, una superficie con propiedades corrosivas requerirá de un plástico capaz de soportar la corrosión que la superficie pueda provocar.<sup>46</sup>

---

<sup>43</sup> Resumen Anexo 1.16

<sup>44</sup> Resumen Anexo 1.16

<sup>45</sup> Resumen Anexo 1.16

<sup>46</sup> Resumen Anexo 1.16

## **5 SISTEMA MOTRIZ**

El sistema motriz es el encargado de generar movimiento circular y potencia, este sistema entrega su trabajo al sistema de tracción y éste a su vez produce el movimiento lineal de la banda, el sistema motriz puede estar formado únicamente por un moto-reductor, un motor y una caja reductora o un motor hidráulico.

Si el sistema motriz se acopla a los elementos intermedios de transmisión de potencia, se debe hacer de tal manera que sea posible tensar la cadena o faja según el caso, la forma de tensar la cadena dependerá de la disponibilidad de espacio que se tenga en el lado de la tracción.

### **5.1 REDUCTORES Y MOTO REDUCTORES**

Los Reductores ó moto reductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente.

Al emplear reductores o moto reductores se obtiene una serie de beneficios sobre estas otras formas de reducción.<sup>47</sup>

#### **5.1.1 Ventajas**

- Regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje
- Menor tiempo requerido para su instalación

#### **5.1.2 Elección de un reductor o un motor reductor**

Para seleccionar adecuadamente una unidad de reducción debe tenerse en cuenta la siguiente información básica:

##### **5.1.2.1 Características de operación**

- Potencia (HP tanto de entrada como de salida)
- Velocidad (RPM de entrada como de salida)
- Torque (par) máximo a la salida en kg-m
- Relación de reducción (I)

---

<sup>47</sup> Resumen Anexo 1.17

### 5.1.2.2 Características del trabajo a realizar

- Tipo de máquina motriz (motor eléctrico, a gasolina, etc.)
- Tipo de acople entre máquina motriz y reductor
- Tipo de carga uniforme, con choque, continua, discontinua etc.
- Duración de servicio horas/día
- Arranques por hora, inversión de marcha

### 5.1.2.3 Condiciones del ambiente

- Humedad
- Temperatura

### 5.1.2.4 Ejecución del equipo

- Ejes a 180°, ó, 90°
- Eje de salida horizontal, vertical

## 5.1.3 Fórmula básica para la selección de potencia de un motor reductor

Es difícil encontrar en la práctica, que una unidad de reducción realice su trabajo en condiciones ideales, por tanto, la potencia requerida por la máquina accionada, debe multiplicarse por un factor de servicio ( $F_s$ ), factor que tiene en cuenta las características específicas del trabajo a realizar y el resultado llamado potencia de selección es el que se emplea para determinar el tamaño del reductor en las tablas de selección.<sup>48</sup>

$$\text{Potencia de selección (Pn)} = \text{Potencia requerida (Pr)} \times F_s$$

## 5.2 CADENAS DE TRANSMICIÓN

Una cadena de transmisión (fig.16) es un componente confiable de una máquina, que transmite energía por medio de fuerzas extensibles, y se utiliza sobre todo para la transmisión y transporte de energía en los sistemas mecánicos. La función y las aplicaciones de la cadena son similares a la de una correa.

La cadena de rodillo de acero está formada por una serie de piezas de revolución que actúan como cojinetes, estando situado cada conjunto a una distancia precisa del otro mediante otras piezas planas llamadas placas. El conjunto cojinete está formado por un pasador y un casquillo sobre el que gira el rodillo de la cadena.

---

<sup>48</sup> Resumen Anexo 1.17

El pasador y el casquillo son cementados para permitir una articulación bajo presiones elevadas, y para soportar las presiones generadas por la carga y la acción de engrane impartida a través de los rodillos de cadenas, generalmente las placas exteriores e interiores se someten a un proceso de templado para obtener una mayor tenacidad.<sup>49</sup>

Hay muchas clases de cadena, por ello es conveniente clasificar cada tipo de cadena por el material utilizado en su composición o por el método de construcción de ellas.

### **5.2.1 Clasificación de las cadenas según el material**

- Cadena de hierro fundido
- Cadena de acero de molde
- Cadena forjada
- Cadena de acero
- Cadena plástica

El uso y demanda para los primeros tres tipos de cadena hoy en día ha disminuido, sin embargo, se utilizan solamente en algunas situaciones especiales. Por ejemplo, la cadena del hierro fundido es parte del equipo que se utiliza en el tratamiento del agua; la cadena forjada se utiliza en los transportadores superiores para las fábricas de automóviles.<sup>50</sup>

### **5.2.2 Clasificación de las cadenas según sus aplicaciones**

- Cadena de la transmisión de energía
- Cadena pequeña del transportador de paso largo
- Cadena del transportador de precisión
- Cadena superior
- Cadena de flujo
- Cadena grande del transportador de paso largo

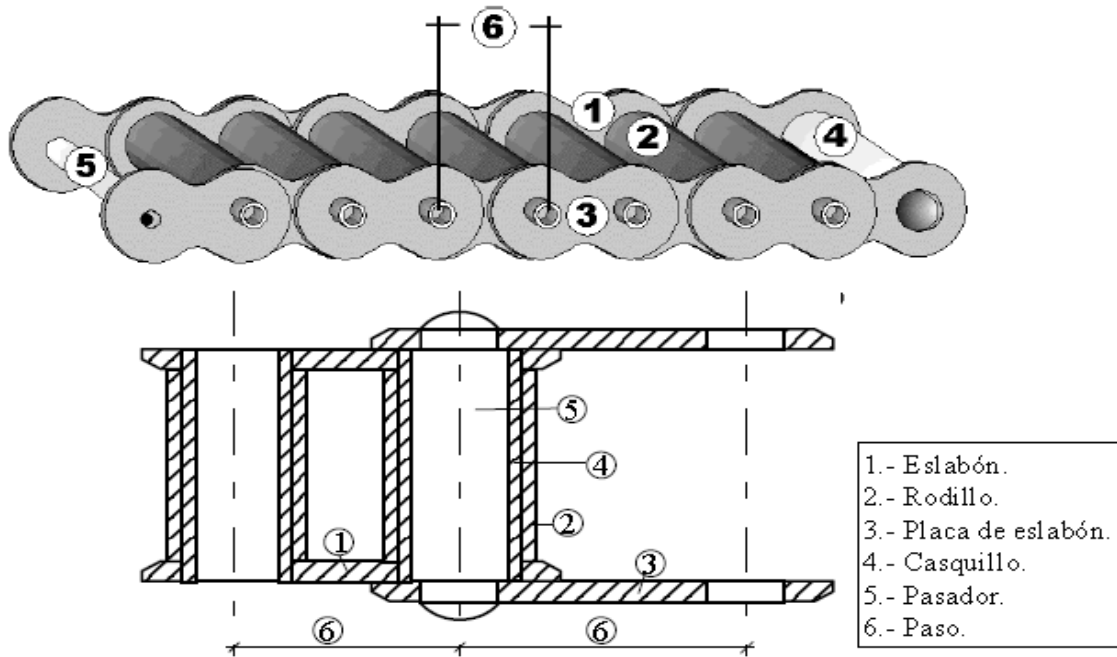
El primero se utiliza para la transmisión de energía, los otros cinco se utiliza para el transporte.

---

<sup>49</sup> Resumen Anexo 1.18

<sup>50</sup> Resumen Anexo 1.18

### 5.2.3 PARTES DE LA CADENA



**Figura 16.-** Partes de una cadena

**Fuente:** <http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema07.pdf>

#### 5.2.3.1 Placa exterior e interior

La placa es un componente que soporta la tensión que se ejerce en la cadena. Estas generalmente están sometidas a cargas de fatiga y acompañado a veces por fuerzas de choque. Por lo tanto, la placa debe tener no solamente gran fuerza extensible estática, sino que también debe soportar a las fuerzas dinámicas de las cargas de choque. Además, la placa debe soportar condiciones ambientales, las que podrían provocar por ejemplo, corrosión, abrasión, etc.<sup>51</sup>

#### 5.2.3.2 Casquillo

El casquillo es de estructura sólida y se rectifican si son curvados mediante esto se da una base cilíndrica perfecta para el rodillo. Esta característica maximiza la duración del rodillo en condiciones de alta velocidad y da una seguridad más consistente de la placa interior sobre el casquillo.<sup>52</sup>

<sup>51</sup> Resumen Anexo 1.18

<sup>52</sup> Resumen Anexo 1.18

### 5.2.3.3 Pasador

El pasador está conforme a las fuerzas que se ejercen sobre ella y de flexiones transmitidas por la placa. Este a su vez actúa junto al casquillo como arco de contacto de los dientes del piñón, cuando las flexiones de la cadena se ejercen durante el contacto con el piñón.

Por lo tanto, las necesidades el pasador deben soportar toda la fuerza de transmisión, resistencia a la flexión, y también deben tener suficiente resistencia contra fuerzas de choque.

<sup>53</sup>

### 5.2.3.4 Rodillo

El rodillo está sometido a la carga de impacto cuando está en contacto con los dientes del piñón con la cadena. Después del contacto, el rodillo cambia su punto del contacto y de balance. Se sostiene entre los dientes del piñón y del casquillo, y se mueve en la cara del diente mientras que recibe una carga de compresión.

Además, la superficie interna del rodillo constituye una pieza del cojinete junto con la superficie externa del buje cuando el rodillo rota en el carril. Por lo tanto, debe ser resistente al desgaste y todavía tener fuerza contra choque, fatiga, y la compresión. <sup>54</sup>

## 5.2.4 DATOS NECESARIOS PARA EL CÁLCULO

Para la selección de la cadena adecuada a una transmisión deberá considerarse los factores siguientes:

- a) Potencia a transmitir en KW
- b) Fuente de potencia
- c) Mecanismo a accionar
- d) Número de r.p.m. de los ejes
- e) Distancia entre centros

---

<sup>53</sup> Resumen Anexo 1.18

<sup>54</sup> Resumen Anexo 1.18

### 5.2.5 FACTOR DE SEGURIDAD Y CARGA DE ROTURA DE LA CADENA

La carga de tracción de trabajo de la cadena, corresponde al esfuerzo a que estará sometida la cadena en las condiciones de trabajo normales.

Para determinar la carga de rotura de la cadena a emplear, a fin de conseguir una duración aceptable de la misma así como poder soportar sobrecargas anormales, deberá aplicarse un factor de seguridad adecuado.

El factor de seguridad "r", depende del tipo de instalación, condiciones de trabajo, limpieza y lubricación, tipo de carga, etc. Estos factores son difíciles de determinar exactamente, normalmente, la experiencia ha demostrado que se puede tomar como factor de seguridad r, un valor comprendido entre 6 y 8.

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO	r
Ambiente idóneo limpio y lubricado	6
Ambiente semilimpio lubricado	8
Ambiente sucio y temperatura > 100°C	10
Ambiente abrasivo sucio > 100°C y extremas condiciones	12

**Tabla 6.-** Factor de seguridad "r"

**Fuente:** <http://www.cadersa.es/Pag88.htm>



## 6 SISTEMA DE MANDO

La palanca de mando (fig.17) es un ordenador personal periférico o el dispositivo general de control que consiste en un palillo handheld donde los pivotes cerca de un extremo transmiten su ángulo en dos o tres dimensiones a una computadora. Las palancas de mando son de uso frecuente para controlar los videojuegos, y tienen generalmente unos o más pulsadores.

Las palancas de mando también se utilizan para controlar las máquinas tales como grúas, carros, vehículos sin tripulación subacuática y cortacéspedes de césped cero del radio que dan vuelta. Las palancas de mando miniatura se han adoptado como dispositivos de entrada para un equipo electrónico más pequeño por ejemplo teléfonos móviles.<sup>55</sup>

### 6.1 JOYSTICK

Un joystick o palanca de mando es un dispositivo de control de dos o tres ejes que se usa desde un ordenador, videoconsola, aviones de caza, grúas, sillas de ruedas eléctricas, máquinas recreativas de salón o móviles.

Se compone de una carcasa con varios botones o mandos y le sale verticalmente una palanca. El usuario puede actuar sobre la palanca, y a cada posición de ella le corresponde un punto de tres coordenadas (x,y,z). De esa manera gracias a sus tres coordenadas podemos lograr un movimiento tridimensional.

Un joystick analógico en su interior tiene dos potenciómetros circulares y perpendiculares, situados en la superficie interior de un casquete esférico, cuyos ejes móviles están unidos a la palanca de control, de esa forma se obtienen tres tensiones,  $v(x)$ ,  $v(y)$  y  $v(z)$ , dichos valores analógicos pueden ser transferidos en digitales por un convertidor.

También existen los joysticks digitales que leen cuatro interruptores encendido/apagado en cruceta situada en la base más sus combinaciones y los botones de acción. El joystick puede transferir movimientos a un objeto en tres dimensiones del espacio, cosa que otros dispositivos como el ratón o el lápiz lo realizan sólo en dos dimensiones.<sup>56</sup>

---

<sup>55</sup> Resumen Anexo 1.19

<sup>56</sup> Resumen Anexo 1.19

## 6.2 TIPOS DE PALANCAS DE MANDO



**Figura 17.-** Tipos de joysticks

**Fuente:** <http://www.wordlingo.com/ma/enwiki/es/Joystick>

### 6.2.1 Palancas de mando universales con microinterruptores

Estas palancas de mando tienen pequeños interruptores que muevan la palanca en un número de direcciones fijas. Están diseñados para el movimiento de ocho posiciones, pero se puede cambiar a cuatro direcciones para aplicaciones más sencillas.

Son bastante precisos y fáciles de controlar. Tienen a producir un chasquido audible cada vez que la palanca cambia de dirección.

### 6.2.2 Palancas de mando universales con interruptores tipo hoja

Estas palancas de mando usan hojas delgadas metálicas para mover la palanca, eliminando el ruido producido por las microinterruptores.

Tienen una sensación más suave que los modelos de microinterruptores, pero tienen que ser reajustadas generalmente para mantener las hojas en la posición adecuada. Son de uso general en aplicaciones que requieren de dos a cuatro direcciones.

### 6.2.3 Palancas de mando rotatorias

Las palancas de mando rotatorias tienen palancas giratorias que permiten que los elementos soporten hasta 12 diversas direcciones desde un punto fijo. Ofrecen generalmente diversos ajustes del movimiento, incluyendo configuraciones de dos, cuatro hasta ocho direcciones.

#### **6.2.4 Palancas de mando de estado sólido**

Estas palancas de mando usan sensores de estado sólido en vez de los interruptores, permitiendo un movimiento mucho más silencioso y suave.

Tienen generalmente ajustes seleccionables por el usuario para movimientos de cuatro y ocho vías. Son más costosos que las palancas de mando universales, pero son más durables y requieren menos mantenimiento.

#### **6.2.5 Palancas de mando análogas**

Las palancas de mando análogas se asemejan a las palancas de vuelo con un sistema de botones de disparo a lo largo de la palanca. Permiten una amplia gama de movimientos además de las dos posiciones iniciales.

#### **6.2.6 Palancas de mando 49-Formas**

Estas palancas de mando permiten 16 direcciones, cada uno disponible en tres diversas intensidades. Incluyendo la posición central, esto asciende a 49 movimientos permitidos.

Son en funcionamiento similar a las palancas de mando análogas, pero tienen un porcentaje de averías más bajo y requieren menos mantenimiento. Los utilizan raramente hoy y son solamente útiles en juegos específicos.

### **6.3 USOS INDUSTRIALES**

Recientemente, el empleo de palancas de mando tiene lugar común en muchos usos industriales y de fabricación, por ejemplo; grúas, plantas de fabricación, equipo de la silvicultura, carros de explotación minera, y excavadores.

De hecho, el uso de tales palancas de mando está en tal alta demanda, que ha substituido virtualmente la palanca de mando mecánica tradicional en casi todos los sistemas de control hidráulicos modernos.

Debido a la naturaleza abusiva de tales usos, la palanca de mando industrial tiende a ser más robusta que el regulador típico del juego de video, y funcionar sobre un alta ciclo de vida.<sup>57</sup>

---

<sup>57</sup> Resumen Anexo 1.19

## **CAPITULO II CÁLCULOS**

### **1 RESTRICCIONES**

- Las dimensiones de la silla de rueda no podrán exceder las dimensiones estipuladas en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 239:2000 y en la norma ISO 7198:85 para silla de ruedas estándar.
- El diámetro máximo de los rodillos deberá ser de 150 mm para que la altura total de la silla de ruedas esté sujeta a la norma ISO 7198:85 para silla de ruedas estándar.
- La distancia entre rodillo y rodillo será el promedio de las hipotenusas entre la huella y la contrahuella de los tres tipos de gradas que están bajo la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 239:2000.
- Se requiere implementar un sistema de cadena - catalina que permita el movimiento de tres rodillos fijados a una banda mediante el accionamiento de un motorreductor que proporcionara una gran cantidad de torque y poca velocidad.
- Los rodillos serán de un diámetro homogéneo, de esta manera la catalina conducida tendrá las mismas dimensiones que la catalina conductora y de igual forma el mismo número de dientes.
- El diseño de la catalina y de sus elementos así como el de la cadena se obtendrán en función de la velocidad periférica requerida que oscilara entre 1,3 m/s y 1.5 m/s.
- Se considerara un peso máximo de la silla de ruedas de 100 kg y del usuario en 80 kg para realizar los cálculos de resistencia de materiales, para de esta manera elegir el material más adecuado para el diseño de la silla de ruedas.
- El péndulo del cual dependerá el asiento deberá tener un ángulo similar o igual al promedio de los ángulos obtenidos entre la hipotenusa y contrahuella de las diferentes gradas.

## 2 CÁLCULO DE LOS ESCALONES

Determinación de los valores correspondientes a la huella y a la contrahuella.

$$2ch + h = 0.64 \text{ mm (Anexo 2.1)}$$

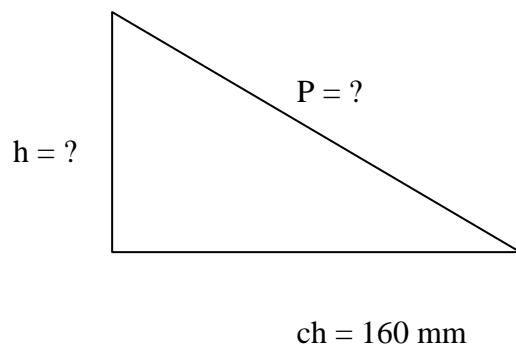
**Donde:**

ch: contra huella

h: huella

Para el propósito de cálculo se utilizara los siguientes valores de la contra huella especificados en la **NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 239:2000**

### 2.1 Contra huella de 160 mm



**Donde:**

P: pendiente

$\alpha$ : Angulo de pendiente

**Desarrollo:**

$$2ch + h = 0.64$$

$$h = 640 - 2(160)$$

$$h = 320 \text{ mm Contra huella 1}$$

**Formula de Pitágoras**

$$P^2 = h^2 + ch^2$$

$$P^2 = (320)^2 + (160)^2$$

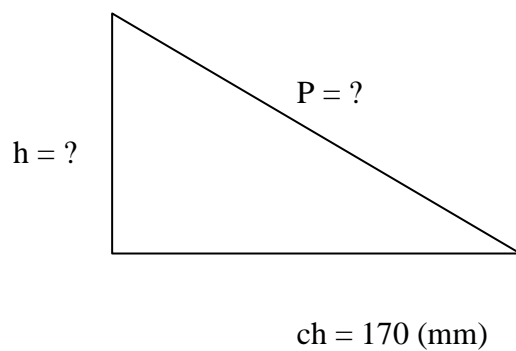
$$P = 357.77 \text{ mm} \quad \text{Peralte 1}$$

## Angulo de peralte

Aplicando tangente se puede obtener el ángulo de la siguiente manera:

$$\alpha = \text{inv. Tg} [(0.16) / (0.32)]$$
$$\alpha = 33.69^\circ \quad \text{Angulo de peralte 1}$$

## 2.2 Contra Huella de 170 mm



**Donde:**

P: pendiente

$\alpha$ : Angulo de pendiente

**Desarrollo:**

$$2ch + h = 0.64$$

$$h = 640 - 2(170)$$

$$h = 300 \text{ mm} \quad \text{Contra huella 2}$$

**Formula de Pitágoras**

$$P^2 = h^2 + ch^2$$

$$P^2 = (300)^2 + (170)^2$$

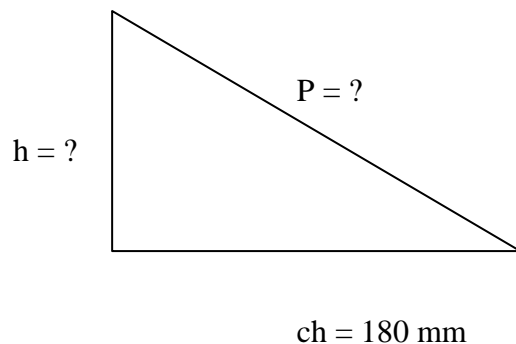
$$P = 344.81 \text{ mm} \quad \text{Peralte 2}$$

### Angulo de peralte

Aplicando tangente se puede obtener el ángulo de la siguiente manera:

$$\alpha = \text{inv. Tg} [(0.17) / (0.30)]$$
$$\alpha = 29.53^\circ \quad \text{Angulo de peralte 2}$$

### 2.3 Contra Huella de 180 mm



**Donde:**

P: pendiente

$\alpha$ : Angulo de pendiente

**Desarrollo:**

$$2ch + h = 0.64$$
$$h = 640 - 2(180)$$
$$h = 280 \text{ mm} \quad \text{Contra huella 3}$$

**Formula de Pitágoras**

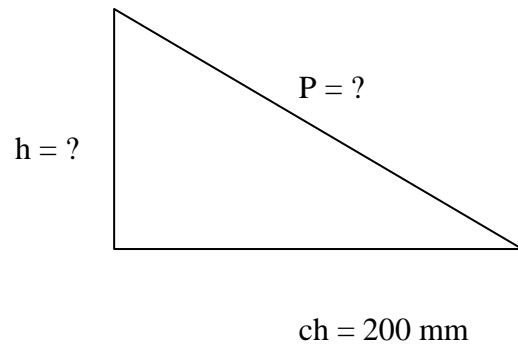
$$P^2 = h^2 + ch^2$$
$$P^2 = (280)^2 + (180)^2$$
$$P = 332.86 \text{ mm} \quad \text{Peralte 3}$$

**Angulo de peralte**

Aplicando tangente se puede obtener el ángulo de la siguiente manera:

$$\alpha = \text{inv. Tg} [(0.18) / (0.28)]$$
$$\alpha = 32.73^\circ \quad \text{Angulo de peralte 3}$$

## 2.4 Contra Huella de 200mm



**Donde:**

P: pendiente

$\alpha$ : Angulo de pendiente

**Desarrollo:**

$$2ch + h = 0.64$$

$$h = 640 - 2(200)$$

$$h = 240 \text{ (mm)} \quad \text{Contra huella 4}$$

**Formula de Pitágoras**

$$P^2 = h^2 + ch^2$$

$$P^2 = (240)^2 + (200)^2$$

$$P = 312.40 \text{ (mm)} \quad \text{Peralte 4}$$

**Angulo de peralte**

Aplicando tangente se puede obtener el ángulo de la siguiente manera:

$$\alpha = \text{inv. Tg} [(0.20) / (0.24)]$$

$$\alpha = 39.80^\circ \quad \text{Angulo de peralte 4}$$



### 3 DISEÑO DE LA CADENA

Según la tabla 8-9 del Prontuario de Máquinas - N. Larburu - 13ra Edición

- Paro un ancho de cadena  $L = 16.51$  mm el paso  $p = 12.7$  mm
- Paro un ancho de cadena  $L = 16$  mm el paso  $p = 15.875$  mm

#### 3.1 Diseño de la cadena con paso 12.7mm y 12 dientes

##### 3.1.1 Cálculo de número de eslabones

$$N = \frac{2C}{p} + \frac{z1 + z2}{2} + \frac{p(z1 + z2)^2}{40 - C} \quad (\text{Anexo 2.2})$$

**Donde:**

- $N$  = número de eslabones ( aproximar a número entero)
- $C$  = distancia entre centros
- $p$  = paso
- $z1$  = número de dientes de la polea conducida
- $z2$  = número de dientes de la polea conductora

**Datos:**

Paso = 12.7 mm

$z1=z2 =12$

$C = 720$  mm

**Desarrollo**

$$N = \frac{2C}{p} + \frac{z1 + z2}{2} + \frac{p(z1 + z2)^2}{40 - C}$$

$$N = \frac{2(720mm)}{12.7mm} + \frac{12 + 12}{2} + \frac{12.7mm(12 + 12)^2}{40 - 720mm}$$

$$N = 113.38 + 12 + 0.0254$$

$$\boxed{N = 125,4 \approx 125}$$

### 3.1.2 Cálculo de la distancia entre centros

$$C = \frac{p}{8} \left[ A + \sqrt{(A + 0.9B)(A - 0.9B)} \right] \quad (\text{Anexo 2.2})$$

$$A = 2N - (z_1 + z_2); \quad B = (z_2 - z_1)$$

**Donde:**

- C = distancia entre centros
- p = paso
- z<sub>1</sub> = número de dientes de la polea conducida
- z<sub>2</sub> = número de dientes de la polea conductora
- A = factor
- B = factor

Con el número de eslabones obtenido recalcular la distancia entre centros para verificar si cumple con la medida de diseño

**Desarrollo**

$$A = 2N - (z_1 + z_2)$$

$$B = (z_2 - z_1)$$

$$A = 2(125) - (12 + 12)$$

$$B = (12 - 12)$$

$$A = 250 - 24$$

$$B = 0$$

$$A = 226$$

$$C = \frac{p}{8} \left[ A + \sqrt{(A + 0.9B)(A - 0.9B)} \right]$$

$$C = \frac{12.7mm}{8} \left[ 226 + \sqrt{(226)(226)} \right]$$

$$C = \frac{12.7mm}{8} [226 + 226]$$

$$\boxed{C = 717,56mm \text{ NO CUMPLE}}$$

### 3.2 Diseño de la cadena con paso 15,875 mm y 12 dientes

#### 3.2.1 Cálculo de número de eslabones

##### Datos:

$$\text{Paso} = 15.875\text{mm}$$

$$z_1 = z_2 = 12$$

$$C = 720\text{mm}$$

##### Desarrollo

$$N = \frac{2C}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{p(z_1 + z_2)^2}{40C}$$

$$N = \frac{2(720\text{mm})}{15.875\text{mm}} + \frac{12 + 12}{2} + \frac{15.875\text{mm}(12 + 12)^2}{40(720\text{mm})}$$

$$N = 90,7 + 12 + 0.3175$$

$$\boxed{N = 103}$$

#### 3.2.2 Cálculo de la distancia entre centros

Con el número de eslabones obtenido recalculamos la distancia entre centros para verificar si cumple con la medida de diseño

$$A = 2N - (z_1 + z_2)$$

$$B = (z_2 - z_1)$$

$$A = 2(103) - (12 + 12)$$

$$B = (12 - 12)$$

$$A = 206 - 24$$

$$B = 0$$

$$A = 182$$

$$C = \frac{p}{8} \left[ A + \sqrt{(A + 0.9B)(A - 0.9B)} \right]$$

$$C = \frac{15.875mm}{8} \left[ 182 + \sqrt{(182)(182)} \right]$$

$$C = \frac{15.875mm}{8} [182 + 182]$$

$$\boxed{C = 722mm \text{ SI CUMPLE}}$$

### 3.2.3 Selección de la cadena

Con los datos obtenidos se selecciona la cadena más adecuada.

Cadena #10 <sup>58</sup>

- Paso (p) = 15.875mm
- Ancho de la cadena (L) = 16mm
- Ancho interior de la cadena (c) = 6.48mm
- Diámetro del rodillo (d) = 10,16mm
- Espesor de la cabeza del rodillo (P) = 1,52mm
- Espesor de la tuerca de la cabeza del rodillo = 4.06mm

### 3.2.4 Cálculo de la tensión de trabajo de la cadena

Con la cadena seleccionada calcular la tensión de trabajo

$$T_t = \frac{T_r}{r} \quad (\text{Anexo 2.2})$$

**Donde:**

T<sub>t</sub> = tensión de trabajo

T<sub>r</sub> = carga de rotura

r = factor de seguridad

---

<sup>58</sup> Datos obtenidos del Anexo 2.3

## **Restricciones**

La tensión de trabajo al cual estará sometida la maquina será 180kg

La carga de rotura es de 2172Kg para la cadena número 10 según la tabla 9 del Prontuario de Máquinas - N. Larburu - 13ra Edición

El factor de seguridad a usarse será de 8 debido a que funcionara en un ambiente semilimpio lubricado.<sup>59</sup>

$$T_t = \frac{T_r}{r}$$

$$T_t = \frac{2172kg}{8}$$

<b>Tt = 272,12kg SI CUMPLE</b>
--------------------------------

**Nota:** La tensión de trabajo con la cadena número 10 está sobredimensionada por lo que se realizara un nuevo cálculo con otra cadena

### **3.3 Diseño de la cadena con paso 12.7mm y 16 dientes**

#### **3.3.1 Cálculo de número de eslabones**

$$N = \frac{2C}{p} + \frac{z1 + z2}{2} + \frac{p(z1 + z2)^2}{40 - C}$$

**Donde:**

- N = número de eslabones ( aproximar a número entero)
- C = distancia entre centros
- p = paso
- z1= número de dientes de la polea conducida
- z2 = número de dientes de la polea conductora

---

<sup>59</sup> Dato obtenido de la Tabla 1 página 28

**Datos:**

Paso = 12.7 mm

$z_1 = z_2 = 16$

$C = 716$  mm

**Desarrollo**

$$N = \frac{2C}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{p(z_1 + z_2)^2}{40C}$$

$$N = \frac{2(716\text{mm})}{12.7\text{mm}} + \frac{16 + 16}{2} + \frac{12.7\text{mm}(16 + 16)^2}{40(716\text{mm})}$$

$$N = 112.755 + 16 + 0.454$$

$$\boxed{N = 129,21 \approx 129}$$

**3.3.2 Cálculo de la distancia entre centros**

$$C = \frac{p}{8} \left[ A + \sqrt{(A + 0.9B)(A - 0.9B)} \right]$$

$$A = 2N - (z_1 + z_2); \quad B = (z_2 - z_1)$$

**Donde:**

- C = distancia entre centros
- p = paso
- $z_1$  = número de dientes de la polea conducida
- $z_2$  = número de dientes de la polea conductora
- A = factor
- B = factor

Con el número de eslabones obtenido recalcular la distancia entre centros para verificar si cumple con la medida de diseño

## Desarrollo

$$A = 2N - (z_1 + z_2)$$

$$B = (z_2 - z_1)$$

$$A = 2(129) - (16 + 16)$$

$$B = (16 - 16)$$

$$A = 258 - 32$$

$$B = 0$$

$$A = 226$$

$$C = \frac{p}{8} \left[ A + \sqrt{(A + 0.9B)(A - 0.9B)} \right]$$

$$C = \frac{12.7\text{mm}}{8} \left[ 226 + \sqrt{(226)(226)} \right]$$

$$C = \frac{12.7\text{mm}}{8} [226 + 226]$$

$$\boxed{C = 717,5 \text{ mm SI CUMPLE}}$$

### 3.3.3 Selección de la cadena

Con los datos obtenidos se selecciona la cadena más adecuada.

Cadena #7<sup>60</sup>

- Paso (p) = 12.7mm
- Ancho de la cadena (L) = 16.51mm
- Ancho interior de la cadena (c) = 7.75mm
- Diámetro del rodillo (d) = 8.51mm
- Espesor de la cabeza del rodillo (P) = 1,40mm
- Espesor de la tuerca de la cabeza del rodillo = 3.81mm

---

<sup>60</sup> Datos obtenidos del Anexo 2.3

### 3.3.4 Cálculo de la tensión de trabajo de la cadena

Con la cadena seleccionada calcular la tensión de trabajo

$$T_t = \frac{Tr}{r}$$

**Donde:**

Tt = tensión de trabajo

Tr = carga de rotura

r = factor de seguridad

#### **Restricciones**

La tensión de trabajo al cual estará sometida la maquina será 180kg

La carga de rotura es de 1588 Kg para la cadena número 7 según la tabla 9 del Prontuario de Máquinas - N. Larburu - 13ra Edición

El factor de seguridad a usarse será de 8 debido a que funcionara en un ambiente semilimpio lubricado.<sup>61</sup>

$$T_t = \frac{Tr}{r}$$

$$T_t = \frac{1588kg}{8}$$

<b>Tt = 198.5 kg SI CUMPLE</b>
--------------------------------

---

<sup>61</sup> Dato obtenido de la Tabla 1 página 28



## 4 DISEÑO DE CATALINA

### 4.1 DISEÑO DE CATALINA CON PASO 15,875 MM Y 12 DIENTES

#### 4.1.1 Diámetro primitivo

$$dp = z \cos \alpha \text{ (Anexo 2.4)}$$

**Donde:**

dp = diámetro primitivo

z = numero de dientes

Con el número de dientes de la polea se obtiene el  $\cos \alpha$  de la tabla 10-9 del Prontuario de Máquinas - N. Larburu - 13ra Edición  $\cos \alpha = 3.864 \text{ mm}$

$$dp = z \cos \alpha$$

$$dp = 12(3.864 \text{ mm})$$

$$\boxed{dp = 46,36 \text{ mm}}$$

#### 4.1.2 Diámetro de fondo

$$df = dp - r \text{ (Anexo 2.4)}$$

**Donde:**

df = diámetro de fondo

dp = diámetro primitivo

r = radio del rodillo

$$df = dp - r$$

$$df = 46.36 \text{ mm} - 5.08 \text{ mm}$$

$$\boxed{df = 41.28 \text{ mm}}$$

### 4.1.3 Diámetro exterior

$$de = dp + 0.8d \text{ (Anexo 2.4)}$$

**Donde:**

de = diámetro exterior

dp = diámetro primitivo

d = diámetro del rodillo

$$de = dp + 0.8d$$

$$de = 46.36mm + 0.8(10.16mm)$$

$$\boxed{de = 54,48 \text{ mm NO CUMPLE}}$$

**Nota:** Realizar el recalcu de las dimensiones de la catalina con un número mayor de dientes ya que esta es muy pequeña para el diseño del mecanismo.

## 4.2 DISEÑO DE CATALINA CON PASO 12.7MM Y 16 DIENTES

### 4.2.1 Diámetro primitivo

$$dp = z \cos \alpha$$

**Donde:**

dp = diámetro primitivo

z = numero de dientes

Con el número de dientes de la polea se obtiene el  $\cos \alpha$  de la tabla 10-9 del Prontuario de Máquinas - N. Larburu - 13ra Edición

$$\cos \alpha = 5.126 \text{ mm}$$

$$dp = z \cos \alpha$$

$$dp = 16(5.126mm)$$

$$\boxed{dp = 82.016 \text{ mm}}$$

#### 4.2.2 Diámetro de fondo

$$df = dp - r$$

**Donde:**

df = diámetro de fondo

dp = diámetro primitivo

r = radio del rodillo

$$df = dp - r$$

$$df = 82.016mm - 4.255mm$$

$$\boxed{df = 77.761 \text{ mm}}$$

#### 4.2.3 Diámetro exterior

$$de = dp + 0.8d$$

**Donde:**

de = diámetro exterior

dp = diámetro primitivo

d = diámetro del rodillo

$$de = dp + 0.8d$$

$$de = 82.016mm + 0.8(8.51mm)$$

$$\boxed{de = 88,824 \text{ mm} \approx 90\text{mm SI CUMPLE}}$$

## 5 DISEÑO DE CADENA A 40 GRADOS

Según la tabla 8-9 del Prontuario de Máquinas - N. Larburu - 13ra Edición

Para un ancho de cadena  $L = 16.51$  mm el paso  $p = 12.7$  mm

### 5.1 Cálculos de número de eslabones

$$N = \frac{2C}{p} + \frac{z1 + z2}{2} + \frac{p(z1 + z2)^2}{40 - C}$$

**Donde:**

- $N$  = número de eslabones ( aproximar a número entero)
- $C$  = distancia entre centros
- $p$  = paso
- $z1$  = número de dientes de la polea conducida
- $z2$  = número de dientes de la polea conductora

**Datos**

Paso = 12.7mm

$z1=z2 =16$

$C = 358$ mm

**Desarrollo**

$$N = \frac{2C}{p} + \frac{z1 + z2}{2} + \frac{p(z1 + z2)^2}{40 - C}$$

$$N = \frac{2(358mm)}{12.7mm} + \frac{16+16}{2} + \frac{12.7mm(16+16)^2}{40(358mm)}$$

$$N = 56.38 + 16 + 0.22$$

$$N=72.6 \approx 73$$

## 5.2 Cálculo de la distancia entre centros

Con el número de eslabones obtenido recalculamos la distancia entre centros para verificar si cumple con la medida de diseño

$$A = 2N - (z_1 + z_2)$$

$$B = (z_2 - z_1)$$

$$A = 2(73) - (16 + 16)$$

$$B = (16 - 16)$$

$$A = 146 - 32$$

$$B = 0$$

$$A = 114$$

$$C = \frac{p}{8} \left[ A + \sqrt{(A + 0.9B)(A - 0.9B)} \right]$$

$$C = \frac{12.7\text{mm}}{8} \left[ 114 + \sqrt{(114)(114)} \right]$$

$$C = \frac{12.7\text{mm}}{8} [114 + 114]$$

<b>C = 360 mm SI CUMPLE</b>
-----------------------------

## 5.3 Selección de la cadena

Con los datos obtenidos seleccionamos la cadena más adecuada.

Cadena #7 <sup>62</sup>

- Paso (p) = 12.7mm
- Ancho de la cadena (L) = 16.51mm
- Ancho interior de la cadena (c) = 7.75mm
- Diámetro del rodillo (d) = 8.51mm
- Espesor de la cabeza del rodillo (P) = 1,40mm
- Espesor de la tuerca de la cabeza del rodillo = 3.81mm

---

<sup>62</sup> Datos obtenidos del Anexo 2.3

#### 5.4 Cálculo de la tensión de trabajo de la cadena

Con la cadena seleccionada calculamos la tensión de trabajo

$$T_t = \frac{T_r}{r}$$

**Donde:**

T<sub>t</sub> = tensión de trabajo

T<sub>r</sub> = carga de rotura

r = factor de seguridad

#### Restricciones

La tensión de trabajo al cual estará sometido la maquina será 180kg

La carga de rotura es de 1588Kg para la cadena número 7 según la tabla 8-9

El factor de seguridad a usarse será de 8 debido a que funcionara en un ambiente semilimpio lubricado.<sup>63</sup>

$$T_t = \frac{T_r}{r}$$

$$T_t = \frac{1588kg}{8}$$

<b>T<sub>t</sub> = 198.5Kg SI CUMPLE</b>
--

---

<sup>63</sup> Dato obtenido de la Tabla 1 página 28

## 6 DISEÑO DEL DENTADO DE LAS RUEDAS PARA CADENAS DE RODILLO

Con la cadena obtenida seleccionar el dentado adecuado para cadenas de rodillo.

Cadena #7 <sup>64</sup>

- b1 máximo= 7.24 mm
- b1 mínimo= 6.99 mm
  
- b2 máximo= 21.16 mm
- b2 mínimo= 20.90 mm
  
- b3 máximo= 35.08 mm
- b3 mínimo= 34.82 mm
  
- Alturas h1= 2.03 mm
- Alturas h2= 2.79 mm
  
- Radios r1 = 0.76 mm
- Radios r2 = 12.70 mm

**Nota:** Seleccionar los valores máximos para el diseño del dentado de las ruedas para cadenas de rodillo.

---

<sup>64</sup> Datos obtenidos del Anexo 2.4

## 7 CÁLCULO DEL TORNILLO SIN FIN Y CORONA

Suponer un modulo que permita soportar una carga similar a la necesitada para la silla de ruedas.

$$m = 2$$

Para velocidades lentas  $\beta = (5 \text{ a } 10)^\circ$

En este caso se seleccionara  $\beta = 10^\circ$  que es el máximo.

### 7.1 CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS QUE CONFORMAN EL DISEÑO DEL TORNILLO SIN FIN Y CORONA

#### 7.1.1 Paso normal o real ( $P_n$ )

$$P_n = \pi \times mn$$

Donde:

$P_n$  = Paso normal o real

$mn$  = Modulo real

$$P_n = \pi \times (2)$$

$$\boxed{P_n = 2 \pi}$$

#### 7.1.2 Diámetro primitivo ( $d_p$ )

El prontuario de maquinas herramientas en la página 339 recomienda que para obtener el diámetro primitivo del sin fin este debe ser igual o similar al diámetro primitivo de la fresa madre con que va ha ser fabricada.

$$d_p \text{ del sin fin} = d_p \text{ de la fresa madre (fresa de construcción)}$$

**Nota:** bajo el mismo principio explicado anteriormente los diámetros primitivos también son iguales o similares.



Según catalogo de herramientas Izar en su página 262 para modulo 2 un diámetro exterior determinado ( $D_e = 60 \text{ mm}$ ).

### 7.1.3 Diámetro exterior ( $d_e$ )

$$d_e = d_p + 2 \text{ mn}$$

Donde:

$d_e$  = Diámetro exterior

$d_p$  = Diámetro primitivo

$$60 = d_p + 2(2)$$

$$d_p = 60 - 4$$

$$\boxed{d_p = 56 \text{ mm}}$$

### 7.1.4 Número de dientes ( $z$ )

$$z = \frac{d_p \times \cos \beta}{mn}$$

$$z = \frac{56 \times \cos 10^\circ}{2}$$

$$\boxed{z = 27.56 \approx 28}$$

### 7.1.5 Módulo circunferencial ( $mc$ )

$$mc = \frac{d_e}{z}$$

$$mc = \frac{60}{28}$$

$$\boxed{mc = 2.14}$$

### 7.1.6 Espesor cordal del diente (e)

$$e = mc \times z \times \text{Sen} \left( \frac{90}{z} \right)$$

$$e = (2.14) \times 28 \times \text{Sen} \left( \frac{90}{28} \right)$$

$$\boxed{e = 3.36 \text{ mm}}$$

### 7.1.7 Altura cordal del diente (ac)

$$ac = mc \left[ 1 + \left( \frac{z}{2} \right) \times \left( 1 - \text{Cos} \left( \frac{90}{z} \right) \right) \right]$$

$$ac = 2.14 \left[ 1 + \left( \frac{28}{2} \right) \times \left( 1 - \text{Cos} \left( \frac{90}{28} \right) \right) \right]$$

$$ac = 2.14 [1 + 14 \times (1 - \text{Cos}(3.21))]$$

$$\boxed{ac = 2.18 \text{ mm}}$$

## 7.2 Cálculo de la carga máxima que soporta el diseño con módulo (mn =2)

### 7.2.1 Área sección (as)

$$as = e \times ac$$

$$as = (3.36) \times (2.18)$$

$$\boxed{as = 7.32 \text{ mm}^2}$$

**Nota:** Para este caso se a utilizar Hierro Fundido con las siguientes aleaciones 85% Cu, 5% Sn, 5% Pb, 5%Zn.<sup>65</sup>

El mismo cuenta con un  $S_y = 15 \text{ kgf} / \text{mm}^2$

### 7.2.2 Carga máxima del sistema (Cmax)

$$C_{\text{max}} = S_y \times a_s \times F_s$$

$$C_{\text{max}} = 15 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \times 7.32 \text{ (mm}^2\text{)} \times 3$$

<b>C max = 329.4 kg</b>
-------------------------

**Nota:** Para el diseño se necesita un **Cmax = 180 kg**, por lo tanto el cálculo es muy alto, por esto se recalculará con modulo 1.75.

---

<sup>65</sup> Datos obtenidos Anexo 2.6

## 8 RECÁLCULO DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL TORNILLO SIN FIN

Suponer un modulo que permita soportar una carga similar a la necesitada para la silla de ruedas.

$$m = 1.75$$

Para velocidades lentas  $\beta = (5 \text{ a } 10)^\circ$

En este caso se seleccionara  $\beta = 10^\circ$  que es el máximo.

### 8.1 CÁLCULO DEL LOS PARÁMETROS QUE CONFORMAN EL DISEÑO DEL TORNILLO SIN FIN Y CORONA

#### 8.1.1 Paso normal o real ( $P_n$ )

$$P_n = \pi \times mn$$

$$P_n = \pi \times (1.75)$$

$$\boxed{P_n = 1.75 \pi}$$

#### 8.1.2 Diámetro primitivo ( $d_p$ )

El prontuario de maquinas herramientas en la página 339 recomienda que para obtener el diámetro primitivo del sin fin este debe ser igual o similar al diámetro primitivo de la fresa madre con que va ha ser fabricada.

$$d_p \text{ del sin fin} = d_p \text{ de la fresa madre (fresa de construcción)}$$

**Nota:** bajo el mismo principio explicado anteriormente los diámetros primitivos también son iguales o similares.

Según catalogo de herramientas Izar en su página 262 para modulo 2 un diámetro exterior determinado ( $D_e = 60 \text{ mm}$ ).

### 8.1.3 Diámetro exterior (de)

$$de = dp + 2mn$$

$$60 = dp + 2(1.75)$$

$$dp = 60 - 3.5$$

$$\boxed{dp = 56.5 \text{ mm}}$$

### 8.1.4 Número de dientes (z)

$$z = \frac{dp \times \cos \beta}{mn}$$

$$z = \frac{56.5 \times \cos 10^\circ}{2}$$

$$\boxed{z = 31.79 \approx 32}$$

### 8.1.5 Módulo circunferencial (mc)

$$mc = \frac{de}{z}$$

$$mc = \frac{60}{32}$$

$$\boxed{mc = 1.76}$$

### 8.1.6 Espesor cordal del diente (e)

$$e = mc \times z \times \text{Sen} \frac{(90)}{(z)}$$

$$e = (1.76) \times 32 \times \text{Sen} \frac{(90)}{(32)}$$

$$\mathbf{e = 2.76 \text{ mm}}$$

### 8.1.7 Altura cordal del diente (ac)

$$ac = mc \left[ 1 + \left( \frac{z}{2} \right) \times \left( 1 - \text{Cos} \left( \frac{90}{z} \right) \right) \right]$$

$$ac = 1.76 \left[ 1 + \left( \frac{32}{2} \right) \times \left( 1 - \text{Cos} \left( \frac{90}{32} \right) \right) \right]$$

$$ac = 1.76 [1 + 16 \times (1 - \text{Cos}(2.81))]$$

$$\mathbf{ac = 2.76 \text{ mm}}$$

## 9 RECÁLCULO DE LA CARGA MÁXIMA QUE SOPORTA EL TORNILLO SIN FIN CON MÓDULO (MN =1.75)

### 9.1 Área de sección (as)

$$as = e \times ac$$

$$as = (1.80) \times (2.76)$$

$$as = 4.97 \text{ mm}^2$$

Para nuestro caso vamos a utilizar Hierro Fundido con las siguientes aleaciones 85% Cu, 5% Sn, 5% Pb, 5%Zn.<sup>66</sup>

El mismo cuenta con un  $Sy = 15 \text{ kg / mm}^2$

### 9.2 Carga máxima del sistema (Cmax)

$$C \text{ max} = Sy \times as \times Fs$$

$$C \text{ max} = 15 \text{ (kg/mm}^2) \times 4.97 \text{ (mm}^2) \times 3$$

$$C \text{ max: } 223.65 \text{ kg}$$

**Nota:** Para el diseño se necesita un **Cmax = 180 kg**, por lo tanto el cálculo realizado es suficiente para el diseño.

### 9.3 Paso circunferencial o aparente (Pc)

$$Pc = \pi \times mc$$

$$Pc = \pi \times (1.76)$$

$$Pc = 1.76 \pi$$

---

<sup>66</sup> Datos obtenidos Anexo 2.6

#### 9.4 Paso de la hélice (H)

$$H = \frac{\pi \times dp}{\operatorname{tg} \beta}$$

$$H = \frac{\pi \times (56.5)}{\operatorname{tg}(10)}$$

$$\mathbf{H = 1006.80 \text{ mm}}$$

#### 9.5 Angulo de la hélice (tgβ)

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\pi \times dp}{H}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\pi \times (56.5)}{(1006.80)}$$

$$\mathbf{\operatorname{tg} \beta = 0.1763}$$

#### 9.6 Paso axial (px)

$$px = \frac{H}{z}$$

$$px = \frac{1006.80}{32}$$

$$\mathbf{px = 31.46 \text{ mm}}$$

#### 9.7 Addendum (a)

$$a = mn$$

$$\mathbf{a = 1.75}$$



### 9.8 Dedendum (b)

$$b = 1.25 \times (mn)$$

$$b = 1.25 \times (1.75)$$

$$\boxed{b = 2.187}$$

### 9.9 Diámetro exterior (de)

$$de = \frac{mn \times z}{\cos \beta} + 2 \times mn$$

$$de = \frac{(1.75) \times (32)}{\cos(10)} + 2 \times (1.75)$$

$$de = 56.86 + 3.5$$

$$\boxed{de = 60.36 \approx 60 \text{ mm}}$$

## 10 CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL DISEÑO DE LA CORONA

### 10.1 Módulo axial ( $m_{x1}$ )

$$m_{x1} = m$$

$$m_{x1} = 1.75$$

### 10.2 Módulo normal ( $m_{n2}$ )

$$m_{n2} = m_{x1} \times \cos \beta_2$$

$$m_{n2} = 1.75 \times \cos (10)$$

$$m_{n2} = 1.72$$

### 10.3 Módulo circunferencial ( $m_{c2}$ )

$$m_{c2} = m_{x1}$$

$$m_{c2} = 1.75$$

### 10.4 Paso axial ( $P_{x1}$ )

$$P_{x1} = m_{x1} \times \pi$$

$$P_{x1} = 1.75 \pi$$

### 10.5 Paso normal (Pn2)

$$Pn2 = Px1 \times \text{Cos}\beta2$$

$$Pn2 = (1.75 \pi) \times \text{Cos} (10)$$

$$\mathbf{Pn2 = 5.414}$$

### 10.6 Paso circunferencial (Pc2)

$$Pc2 = Px1$$

$$\mathbf{Pc2 = 1.75 \pi}$$

### 10.7 Diámetro primitivo (dp2)

$$dp2 = mc2 \times z2$$

$$dp2 = 56.5 \text{ (mm)} \text{ (Calculado previamente)}$$

### 10.8 Número de dientes (z2)

$$z2 = \frac{dp2}{mc2}$$

$$z2 = \frac{56.5}{1.75}$$

$$\mathbf{z2 = 32}$$

### 10.9 Paso de la hélice (Ph2)

$$Ph2 = \pi \times dp2 \times tg\beta1$$

Donde:

Tg $\beta$ 1 = Angulo de la hélice del tornillo sin fin (su cálculo fue realizado en los cálculos del Tornillo Sin Fin)

$$Ph2 = \pi \times (56.5) \times Tg (80)$$

$$\mathbf{Ph2 = 1006.62 (mm)}$$

### 10.10 Addendum (a)

$$a2 = mn$$

$$\mathbf{a2 = 1.75}$$

### 10.11 Dedendum (b2)

$$b2 = 1.2 \times mn$$

$$b2 = 1.2 \times (1.75)$$

$$\mathbf{b2 = 2.1}$$

### 10.12 Diámetro exterior de garganta

$$de = m \times (z2+2)$$

$$de = (1.75) \times (32+2)$$

$$\mathbf{de = 59.5 mm}$$

### 10.13 Diámetro exterior máximo

$$det2 = de2 + 1.5 \times m$$

$$det2 = 59.5 + 1.5 \times (1.75)$$

$$\mathbf{det2 = 62.125 \text{ mm}}$$

### 10.14 Diámetro exterior mínimo

$$det2 = de2 + m$$

$$det2 = 59.5 + 1.75$$

$$\mathbf{det2 = 61.25 \text{ mm}}$$

### 10.15 Ancho de la corona (B)

Si tiene de 1 a 2 filetes

$$B = 7.5 \times m + 6$$

$$B = 7.5 \times (1.75) + 6$$

$$\mathbf{B = 19.125 \text{ mm}}$$

Si tiene de 3 o 8 filetes

$$B = 6.75 \times m + 6$$

$$B = 6.75 \times (1.75) + 6$$

$$\mathbf{B = 17.182 \text{ mm}}$$

### 10.16 Radio de la garganta (R)

Donde:

dp1 = diámetro primitivo del tornillo sin fin

$$R = \frac{dp1}{2} - m$$

$$R = \frac{58.25}{2} - (1.75)$$

<b>R = 27.37 mm</b>
---------------------

## 11 CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL DISEÑO DEL TORNILLO SIN FIN

### 11.1 Módulo axial (mx1)

$$m_{x2} = m_{x1}$$

$$m_{x1} = 1.75$$

### 11.2 Módulo normal (mn1)

$$m_{n1} = m_{n2}$$

$$m_{n1} = 1.72$$

### 11.3 Angulo de la base del diente ( $\beta$ )

$$\text{sen}\beta_1 = \frac{m_{n1}}{m_{x1}}$$

$$\text{sen}\beta_1 = \frac{1.72}{1.75}$$

$$\beta_1 = 80^\circ$$

### 11.4 Módulo circunferencial (mc1)

$$m_{c1} = \frac{m_n}{\text{Cos}\beta_1}$$

$$m_{c1} = \frac{1.75}{\text{Cos}(80)}$$

$$m_{c1} = 10.07$$

### 11.5 Paso axial (Px1)

$$Px1 = mx1 \times \pi$$

$$Px1 = 1.75 \times \pi$$

$$\boxed{Px1 = 1.75 \pi}$$

### 11.6 Paso normal (Pn1)

$$Pn1 = Px1 \times \text{Sen } \beta 1$$

$$Pn1 = (1.75 \pi) \times \text{Sen } (80)$$

$$\boxed{Pn1 = 5.4142}$$

### 11.7 Paso circunferencial (Pc1)

$$Pc1 = \frac{Pn1}{\text{Cos } \beta 1}$$

$$Pc1 = \frac{5.4142}{\text{Cos}(80)}$$

$$\boxed{Pc1 = 31.17}$$

### 11.8 Diámetro primitivo (de1)

$$dp1 = \frac{d}{\text{cos } \beta 2^2}$$

$$dp1 = \frac{56.5}{\text{cos}(10)^2}$$

$$\boxed{dp1 = 58.25 \text{ mm}}$$



### 11.9 Paso de la hélice (Ph1)

$$Ph1 = \frac{\pi \times dp1}{tg \beta1}$$

$$Ph1 = \frac{\pi \times (58.25)}{tg(80)}$$

$$\mathbf{Ph1 = 32.26 \text{ mm}}$$

### 11.10 Número de dientes (z1)

$$z = \frac{Ph1}{Px1}$$

$$z = \frac{32.26}{1.75\pi}$$

$$\mathbf{Z = 5.76 \approx 6}$$

### 11.11 Addendum (a1)

$$a1 = m$$

$$\mathbf{a1 = 1.75}$$

### 11.12 Dedendum (b1)

$$b1 = 1.2 \times m$$

$$b1 = 1.2 \times (1.75)$$

$$\mathbf{b1 = 2.1}$$

### 11.13 Diámetro exterior (de1)

$$de1 = d1 + 2 \times m$$

$$de1 = 58.25 + 2 \times (1.75)$$

$$\boxed{de1 = 61.75 \text{ mm}}$$

### 11.14 Longitud del tornillo sin fin (L)

$$L = 6 \times px1$$

$$L = 6 \times (1.75\pi)$$

$$\boxed{L = 33 \text{ mm}}$$

### 11.15 Distancia entre centros (C)

$$C = \frac{d1 + d2}{2}$$

$$C = \frac{58.25 + 56.5}{2}$$

$$\boxed{C = 57.375 \text{ mm}}$$

### 11.16 Relación de engranes (i)

$$i = \frac{z2}{z1}$$

$$i = \frac{32}{6}$$

$$\boxed{i = 5.33 \approx 5}$$

Para que la silla de ruedas tenga una velocidad periférica de 1.38 m/s se necesita que las revoluciones del sistema alcance los 60 (rpm), en función de los cálculos realizados se obtuvo las revoluciones recomendadas para poder escoger el motor reductor, de la siguiente manera:

<b>RPM</b>	<b>Z</b>
X	32
60	6

$$x = \frac{32 \times 60}{6}$$

**x = 320 rpm**

En base a este cálculo se puede encontrar un motor que se acople a las revoluciones deseadas o que tenga un valor aproximado.

<b>MOTORES</b>	<b>VARIABLES A ANALIZARSE PARA LA SELECCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR</b>					
	<b>Dimensiones</b>	<b>Potencia</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Torque</b>	<b>Temperatura Máxima de Trabajo</b>	<b>Peso</b>
BMC200C-4929C-10	O	Δ	O	Δ	O	Δ
BMCXPR-2716C-11.25	Δ	X	Δ	X	O	Δ
MC200C-4129C-10	X	O	Δ	O	O	X
BMCW172-4023C-20	Δ	X	X	Δ	O	O

**Tabla 7.-** Variables a analizarse para la selección de motores

**Fuente:** Los autores

X  $\Rightarrow$  no recomendado

Δ  $\Rightarrow$  medio

O  $\Rightarrow$  recomendado

El motor reductor que se asemeja más tanto en revoluciones como en dimensiones de diseño del sistema tiene las siguientes características:<sup>67</sup>

- Modelo: BMC 200 C – 4229 C 10
- Radio de Cilindro: 6
- RPM Salida: 340 (rpm)
- RPM Entrada(Motor): 3400 (rpm)
- Voltios: 24 (V)
- HP: 0.44
- Torque: 81 (plg-lb)
- Peso: 18.9 (lb)
- Frenado: 35 (pl/lb)

En función de los datos del motor reductor se recalculara la corona y del tornillo sin fin.

---

<sup>67</sup> Modelo obtenido del Anexo 2.9

## 12 RECÁLCULO DE LA CORONA

RPM	Z
340	x
60	6

$$x = \frac{340 \times 6}{60}$$

$$\boxed{x = 29}$$

### 12.1 Módulo axial (mx1)

$$mx1 = m$$

$$\boxed{mx1 = 1.75}$$

### 12.2 Módulo normal (mn2)

$$mn2 = mx1 \times \text{Cos } \beta_2$$

$$mn2 = 1.75 \times \text{Cos } (10)$$

$$\boxed{mn2 = 1.72}$$

### 12.3 Módulo circunferencial (mc2)

$$mc2 = mx1$$

$$\boxed{mc2 = 1.75}$$

#### 12.4 Paso axial (Px1)

$$P_{x1} = m_{x1} \times \pi$$

$$P_{x1} = 1.75 \pi$$

#### 12.5 Paso normal (Pn2)

$$P_{n2} = P_{x1} \times \cos \beta_2$$

$$P_{n2} = (1.75 \pi) \times \cos (10)$$

$$P_{n2} = 5.4142$$

#### 12.6 Paso circunferencial (Pc2)

$$P_{c2} = P_{x1}$$

$$P_{c2} = 1.75 \pi$$

#### 12.7 Diámetro primitivo (dp2)

$$d_{p2} = m_{c2} \times z_2$$

$$d_{p2} = (1.75) \times (29)$$

$$d_{p2} = 50.75 \text{ (mm)}$$

#### 12.8 Paso de la hélice (Ph2)

$$P_{h2} = \pi \times d_{p2} \times \tan \beta_1$$

$$P_{h2} = \pi \times (50.75) \times \tan (10)$$

$$P_{h2} = 28.11 \text{ mm}$$

### 12.9 Addendum (a2)

$$a_2 = m$$

$$a_2 = 1.75$$

### 12.10 Dedendum (b2)

$$b_2 = 1.2 \times m_n$$

$$b_2 = 1.2 \times (1.75)$$

$$b_2 = 2.1$$

### 12.11 Diámetro exterior de garganta

$$d_e = m \times (z_2 + 2)$$

$$d_e = (1.75) \times (29 + 2)$$

$$d_e = 54.25 \text{ mm}$$

### 12.12 Diámetro exterior máximo

$$d_{e2} = d_e + 1.5 \times m$$

$$d_{e2} = 54.25 + 1.5 \times (1.75)$$

$$d_{e2} = 56.875 \text{ mm}$$

### 12.13 Diámetro exterior mínimo

$$de2 = de + m$$

$$de2 = 54.25 + 1.75$$

$$\boxed{de2 = 56 \text{ mm}}$$

### 12.14 Ancho de la corona (B)

Si tiene de 1 a 2 filetes

$$B = 7.5 \times m + 6$$

$$B = 7.5 \times (1.75) + 6$$

$$\boxed{B = 19.125 \text{ (mm)}}$$

Si tiene de 3 o 8 Filetes

$$B = 6.75 \times m + 6$$

$$B = 6.75 \times (1.75) + 6$$

$$\boxed{B = 17.182 \text{ (mm)}}$$

### 12.15 Radio de la garganta (R)

Donde:

dp1 = diámetro primitivo del tornillo sin fin

$$R = \frac{dp1}{2} - m$$

$$R = \frac{57.37}{2} - (1.75)$$



$$R = 26.935 \text{ (mm)}$$

### 13 RECÁLCULO DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL DISEÑO DEL TORNILLO SIN FIN

#### 13.1 Módulo axial (mx1)

$$m_{x2} = m_{x1}$$

$$m_{x1} = 1.75$$

#### 13.2 Módulo normal (mn1)

$$m_{n1} = m_{x1} \times \text{sen } \beta_1$$

$$m_{n1} = 1.75 \times \text{sen } (80)$$

$$m_{n1} = 1.72$$

#### 13.3 Módulo circunferencial (mc1)

$$m_{c1} = \frac{m_n}{\text{Cos } \beta_1}$$

$$m_{c1} = \frac{1.75}{\text{Cos}(80)}$$

$$m_{c1} = 10.07$$

#### 13.4 Paso axial (Px1)

$$P_{x1} = m_{x1} \times \pi$$

$$P_{x1} = 1.75 \times \pi$$

$$P_{x1} = 1.75 \pi$$

### 13.5 Paso normal (Pn1)

$$P_{n1} = P_{x1} \times \text{Sen } \beta_1$$

$$P_{n1} = (1.75 \pi) \times \text{Sen } (80)$$

$$P_{n1} = 5.4142$$

### 13.6 Paso circunferencial (Pc1)

$$P_{c1} = \frac{P_{n1}}{\text{Cos } \beta_1}$$

$$P_{c1} = \frac{5.4142}{\text{Cos}(80)}$$

$$P_{c1} = 31.17$$

### 13.7 Angulo de la hélice (tgβ)

$$\text{tg } \beta = \frac{P_{c1}}{P_{x1}}$$

$$\text{tg } \beta = \frac{31.18}{1.75\pi}$$

$$\text{tg } \beta = 5.675$$

### 13.8 Diámetro primitivo (dp1)

$$d_{p1} = \frac{d}{\text{cos } \beta^2}$$

$$d_{p1} = \frac{56.5}{\text{cos}(10)^2}$$

$$\mathbf{dp1 = 57.37 \text{ mm}}$$

### 13.9 Paso de la hélice (Ph1)

$$Ph1 = \frac{\pi \times dp1}{tg\beta1}$$

$$Ph1 = \frac{\pi \times (57.37)}{tg(80)}$$

$$\mathbf{Ph1 = 31.76 \text{ mm}}$$

### 13.10 Número de dientes (z1)

$$z = \frac{Ph1}{Px1}$$

$$z = \frac{31.76}{1.75\pi}$$

$$\mathbf{Z = 5.76 \approx 6}$$

### 13.11 Adendum (a1)

$$a1 = m$$

$$\mathbf{a1 = 1.75}$$

### 13.12 Dedendum (b1)

$$b1 = 1.2 \times m$$

$$b1 = 1.2 \times (1.75)$$

$$\mathbf{\phantom{b1 = 1.2 \times (1.75)}}$$

$$b1 = 2.1$$

### 13.13 Diámetro exterior (de1)

$$de1 = d1 + 2 \times m$$

$$de1 = 57.37 + 2 \times (1.75)$$

$$de1 = 60.87 \text{ mm}$$

### 13.14 Longitud del tornillo sin fin (L)

$$L = 6 \times px1$$

$$L = 6 \times (1.75\pi)$$

$$L = 33 \text{ mm}$$

### 13.15 Distancia entre centros (C)

$$C = \frac{d1 + d2}{2}$$

$$C = \frac{54.25 + 57.37}{2}$$

$$C = 55.81 \text{ mm}$$

### 13.16 Relación de engranes (i)

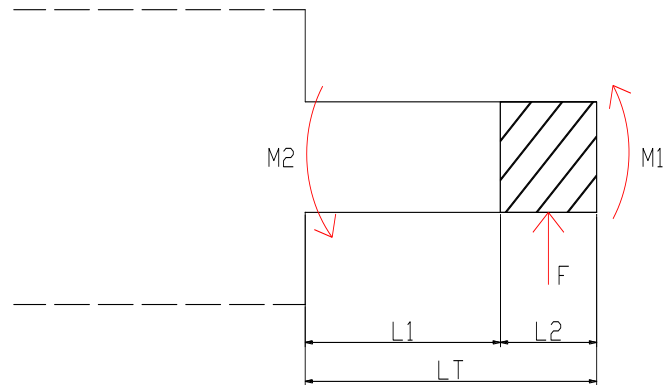
$$i = \frac{z2}{z1}$$

$$i = \frac{29}{6}$$

$$i = 4.83 \approx 5$$

## 14 CÁLCULO DEL EJE MOTRIZ

### 14.1 CÁLCULO DEL TORNILLO SIN FIN



Datos:

- $L_1 = 66.3 \text{ mm}$
- $L_2 = 33 \text{ mm}$
- $r = 30.435 \text{ mm}$
- Torque =  $9.15 \text{ Nm}$ <sup>68</sup>

#### 14.1.1 Cálculo de la fuerza

$$T = F \times r$$

$$F = \frac{9.15 \text{ Nm}}{0.030435 \text{ m}}$$

$$F = 300.64 \text{ N}$$

#### 14.1.2 Cálculo del área

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi (30.435)^2 \text{ mm}^2$$

$$A = 2908.54 \text{ mm}^2$$

---

<sup>68</sup> Dato obtenido Anexo 2.9

### 14.1.3 Cálculo del esfuerzo

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{300.64 \text{ N}}{2908.54 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma = 0.1033 \text{ MPa}$$

Nota: El esfuerzo al cual está sometido el eje es un esfuerzo de flexión y cortante de tracción, para lo cual se usará un hierro fundido con un esfuerzo de fluencia  $S_y = 300 \text{ MPa}$ , módulo de elasticidad de  $E = 170 \text{ Gpa}$ , y un factor de seguridad  $F_s = 2$ , puesto que es el que se sugiere en “Prontuario de Máquinas y Herramientas” de N. Larburu.

### 14.1.4 Esfuerzo de deflexión

$$\delta = \frac{PL}{EA}$$

$$\delta = \frac{(300.64 \text{ N})(99.3 \text{ mm})}{170 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} (2908.54 \text{ mm}^2)}$$

$$\delta = 6.037 \times 10^{-5} \text{ mm}$$

### 14.1.5 Esfuerzo cortante de tracción

$$\delta = \frac{M \times C}{J} = \frac{16M}{\pi d^3} \text{ para barra cilindra maciza}$$

$$\delta = \frac{16 (9150 \text{ Nmm})}{\pi (60.87)^3 \text{ mm}^3}$$

$$\delta = 0.20 \text{ Mpa}$$

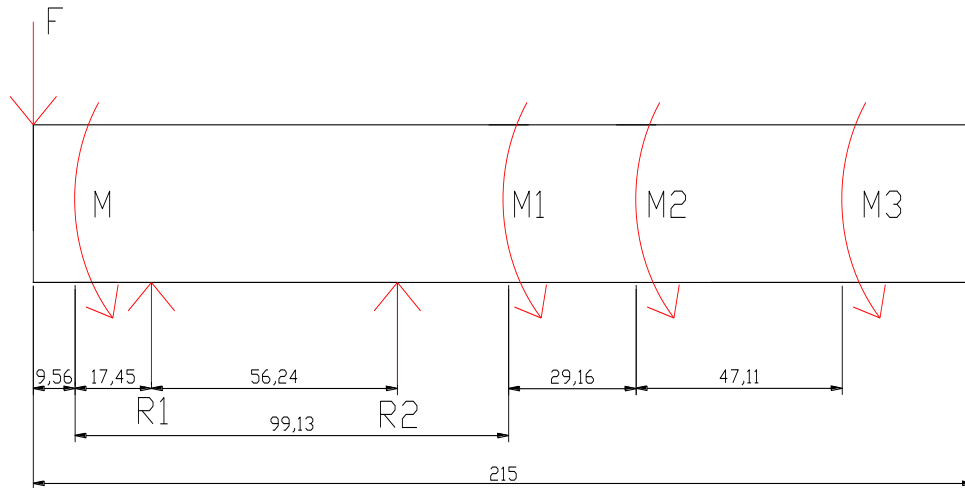
### 14.1.6 Esfuerzo cortante máximo

$$\delta_{\text{max}} = \frac{0.6 S_y}{F_s}$$

$$\delta_{\text{max}} = \frac{0.6 (300 \text{ MPa})}{2}$$

$$\delta_{\max} = 90 \text{ MPa}$$

## 14.2 CÁLCULO DE LA CADENA, CATALINA Y RUEDA



Datos:

M = Momento de la corona,  $M = 9.15 \text{ Nm}$

M' = Momento de la corona

M1 = Momento de la catalina1

M2 = Momento de la catalina2

M3 = Momento de la rueda

F = 300.64 N

### 14.2.1 Sumatoria de fuerzas

$$\Sigma f = 0$$

$$R1 + R2 - F = 0$$

$$R1 + R2 = 300.64 \text{ N}$$

### 14.2.2 Sumatoria de momentos

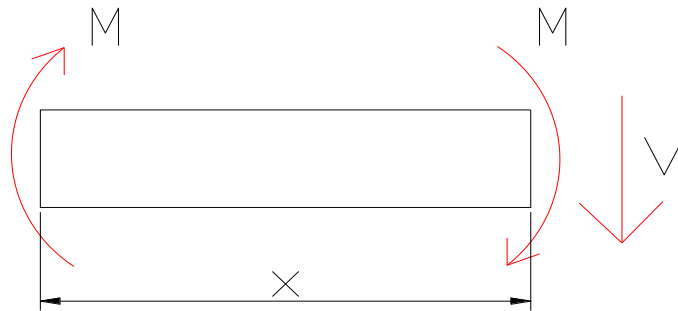
$$\Sigma M = 0$$

$$17.45R1 + 56.42R2 + M1 + M2 + M3 = 0$$

### 14.2.3 Cálculo de momentos

#### 14.2.3.1 Tramo 1

$$0 < x < 17.45\text{mm}$$



#### 1.1.1.1.1 Sumatoria de fuerzas

$$\Sigma F_y = 0$$

$$V = 0$$

#### 1.1.1.1.2 Sumatoria de momentos

$$\downarrow \Sigma M = 0$$

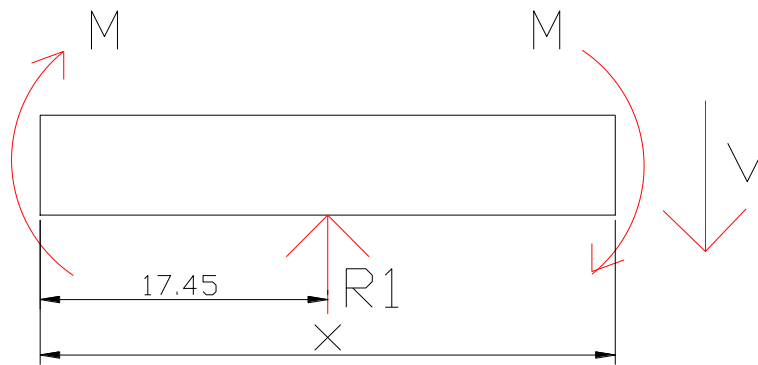
$$M = M'$$

$$M' = 9.15 \text{ Nm}$$

#### 14.2.3.2 Tramo 2

$$0 < x < 56.24 \text{ mm}$$





**1.1.1.1.3 Sumatoria de fuerzas**

$$\Sigma F_y = 0$$

$$V = R1$$

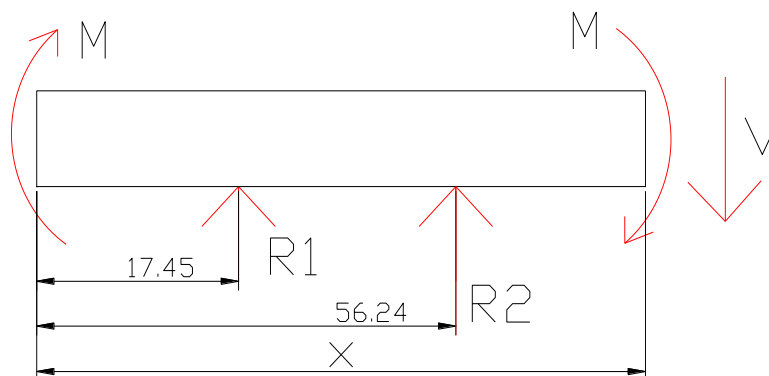
**1.1.1.1.4 Sumatoria de momentos**

$$\downarrow \Sigma M = 0$$

$$M = -M' - R1(x - 17.45)$$

**14.2.3.3 Tramo 3**

$$0 < x < 99.13 \text{ mm}$$



**1.1.1.1.5 Sumatoria de fuerzas**

$$\Sigma F_y = 0$$

$$V = R1 + R2$$

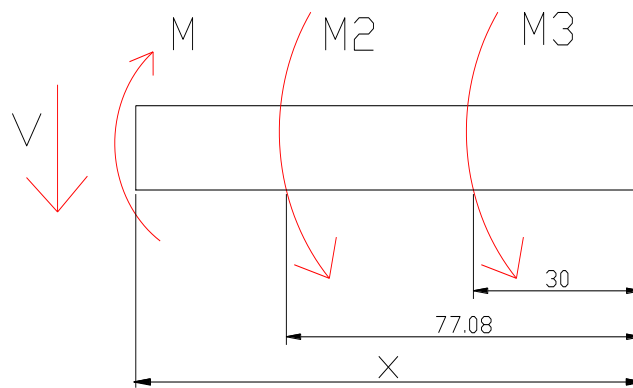
#### 1.1.1.1.6 Sumatoria de momentos

$$\downarrow \Sigma M = 0$$

$$M = -M' - R_1(x - 17.45) - R_2(x - 56.24)$$

#### 14.2.3.4 Tramo 4

$$99.13 > \alpha > 185 \text{ mm}$$



#### 1.1.1.1.7 Sumatoria de fuerzas

$$\Sigma F_y = 0$$

$$V = 0$$

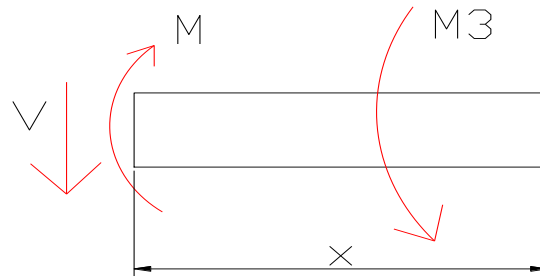
#### 1.1.1.1.8 Sumatoria de momentos

$$\Sigma M \uparrow = 0$$

$$M = M_2 + M_3$$

#### 14.2.3.5 Tramo 5

$$185 > x > 215 \text{ mm}$$



#### 1.1.1.1.9 Sumatoria de fuerzas

$$\Sigma F_y = 0$$

$$V = 0$$

#### 1.1.1.1.10 Sumatoria de momentos

$$\Sigma M \uparrow = 0$$

$$M = M3$$

$$M3 = 9.15 \text{ Nm}$$

#### 14.2.4 Cálculos de área

$$A_s = \pi r^2$$

$$A_s = \pi (15)^2 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 706.5 \text{ mm}^2$$

#### 14.2.5 Cálculo de esfuerzo

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{300.64 \text{ N}}{706.5 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma = 0.425 \text{ MPa}$$

Nota: El esfuerzo al cual está sometido el eje es un esfuerzo de flexión y cortante de tracción, para lo cual se usará un acero cementado ASTM 1018 con un esfuerzo de fluencia  $S_y = 220$  MPa, módulo de elasticidad de  $E = 205$  Gpa, y un factor de seguridad  $F_s = 2$ .

#### 14.2.6 Esfuerzo de deflexión

$$\delta = \frac{PL}{EA}$$

$$\delta = \frac{(300.64 \text{ N})(215 \text{ mm})}{205 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} (706.5 \text{ mm}^2)}$$

$$\delta = 4.463 \times 10^{-4} \text{ mm}$$

#### 14.2.7 Esfuerzo cortante de tracción

$$\delta = \frac{M \times C}{J} = \frac{16M}{\pi d^3} \text{ para barra cilindra maciza}$$

$$\delta = \frac{16 (9150 \text{ Nmm})}{\pi (15)^3 \text{ mm}^3}$$

$$\delta = 13.8 \text{ Mpa}$$

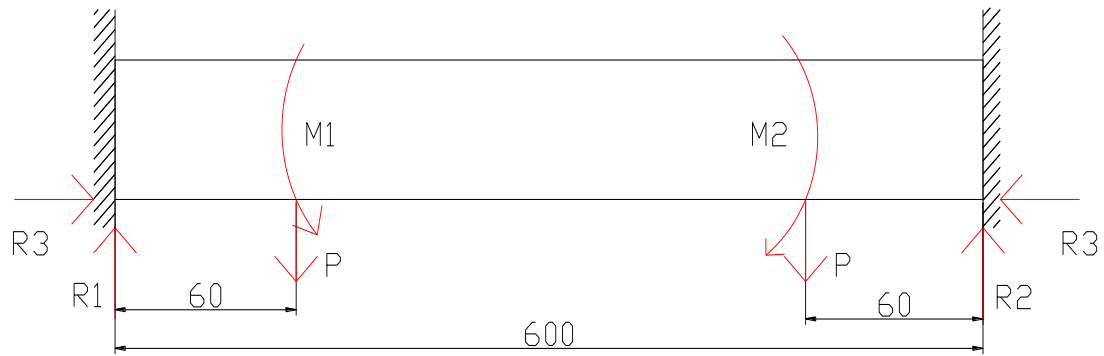
#### 14.2.8 Esfuerzo cortante máximo

$$\delta_{\text{max}} = \frac{0.6 S_y}{F_s}$$

$$\delta_{\text{max}} = \frac{0.6 (220 \text{ MPa})}{2}$$

$$\delta_{\text{max}} = 66 \text{ MPa}$$

## 15 CÁLCULO DEL EJE DEL ASIENTO



### 15.1 Sumatoria de fuerzas

$$\Sigma f_y = 0$$

$$R_1 + R_2 - 2P = 0$$

$$1) \quad 2P = R_1 + R_2$$

$$\Sigma f_x = 0$$

$$R_3 + R_4 = 0$$

### 15.2 Sumatoria de momentos

$$\Sigma M \downarrow = 0$$

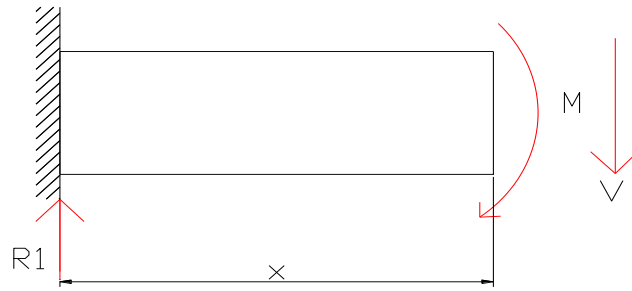
$$M = 60P - M_1 + 540P + M_2 - 600R_2$$

$$2) \quad M = M_2 - 600R_2 - M_1 + 600P$$

### 15.3 Cálculos de momentos

#### 15.3.1 Tramo 1

$$0 < \alpha < 60 \text{ mm}$$



### 15.3.1.1 Sumatoria de fuerzas

$$\Sigma F_y = 0$$

$$V = R1 - P$$

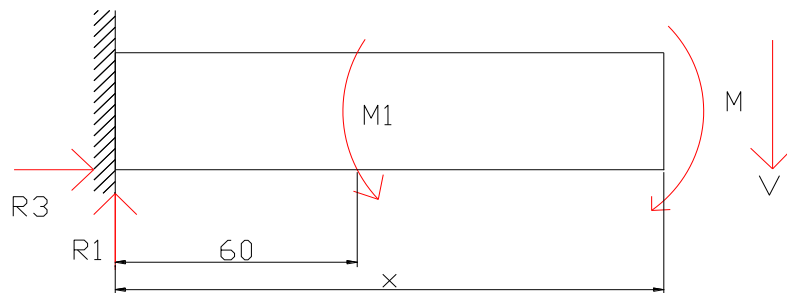
### 15.3.1.2 Sumatoria de momentos

$$\downarrow \Sigma M = 0$$

$$M = - R1 (x)$$

### 15.3.2 Tramo 2

$$60 < \alpha < 540 \text{ mm}$$



### 15.3.2.1

### 15.3.2.2 Sumatoria de fuerzas

$$\Sigma F_y = 0$$

$$V = R1 - 2P$$

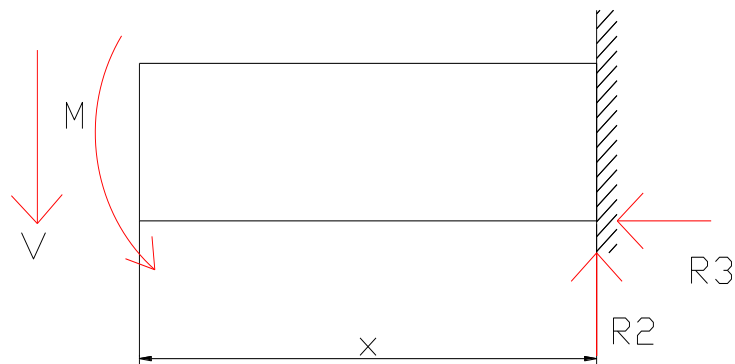
### 15.3.2.3 Sumatoria de momentos

$$\downarrow \Sigma M = 0$$

$$M = M1 - R1 (x) - P (x-60)$$

### 15.3.3 Tramo 3

$$540 > x > 600 \text{ mm}$$



#### 15.3.3.1 Sumatoria de fuerzas

$$\Sigma Fy = 0$$

$$V = R2 - P$$

#### 15.3.3.2 Sumatoria de momentos

$$\downarrow \Sigma M = 0$$

$$M = R2 (x)$$

## 15.4 Cálculo de fuerzas

$$\text{Si } \begin{cases} P = 45 \text{ Kg} \\ R1 = R2 \end{cases}$$

$$1) 2P = R1 + R2$$

$$R1 + R2 = 90 \text{ kg}$$

$$R1 = 45 \text{ kg} = R2$$

$$2) M1 = R1 (x)$$

$$M1 = 45 \text{ kg (60mm)}$$

$$M1 = 2700 \text{ kg mm} = M2$$

### 15.5 Cálculos de área

$$As = \pi r^2$$

$$As = \pi (20)^2 \text{ mm}^2$$

$$As = 1256 \text{ mm}^2$$

### 15.6 Cálculo fuerza total

$$FTy = R1 + R2$$

$$FTy = (45 + 45) \text{ kg}$$

$$FTy = 90 \text{ kgf} \times \frac{9.8067 \text{ N}}{1 \text{ kgf}}$$

$$FTy = 882.603 \text{ N}$$

### 15.7 Cálculo de esfuerzo

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{882.603 \text{ N}}{1256 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma = 0.702 \text{ MPa}$$

Nota: El esfuerzo al cual está sometido el eje es un esfuerzo de flexión y cortante de tracción, para lo cual se usará un ASTM A 36 con un esfuerzo de fluencia  $S_y = 248 \text{ MPa}$ , módulo de elasticidad de  $E = 200 \text{ Gpa}$ , y un factor de seguridad  $F_s = 2$ .



### 15.8 Esfuerzo de deflexión

$$\delta = \frac{PL}{EA}$$

$$\delta = \frac{(882.603 \text{ N})(600 \text{ mm})}{200 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} (1256 \text{ mm}^2)}$$

$$\delta = 2.108 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

### 15.9 Esfuerzo cortante de tracción

$$\delta = \frac{M \times C}{J} = \frac{16M}{\pi d^3} \text{ para barra cilindra maciza}$$

$$\delta = \frac{16 (26.478 \text{ Nmm})}{\pi (40)^3 \text{ mm}^3}$$

$$\delta = 2.108 \times 10^{-3} \text{ Mpa}$$

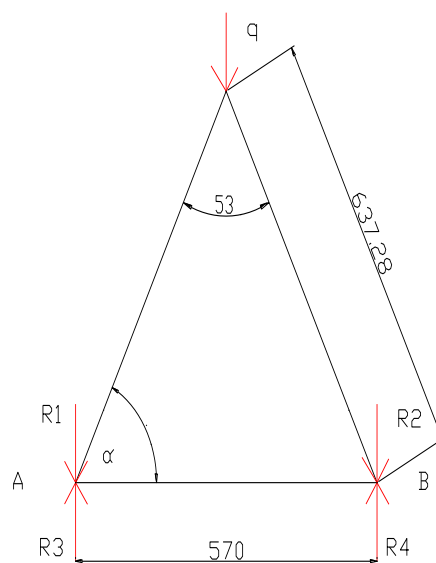
### 15.10 Esfuerzo cortante máximo

$$\delta_{\text{max}} = \frac{0.6 S_y}{F_s}$$

$$\delta_{\text{max}} = \frac{0.6 (248 \text{ MPa})}{2}$$

$$\delta_{\text{max}} = 74.4 \text{ MPa}$$

## 16 CÁLCULO DEL TRIÁNGULO DE LA ESTRUCTURA



Donde:

$R1 = R2 = 7.07 \text{ kg} \Rightarrow$  peso perfil cuadrado 30mmx30mm del triángulo<sup>69</sup>

$q = 40 \text{ kg} \Rightarrow$  peso de usuario<sup>70</sup>

### 16.1 Sumatoria de fuerzas

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R3 + R4 = q + R1 + R2$$

$$R3 + R4 = (40 + 7.07 + 7.07) \text{ kg}$$

$$R3 + R4 = 54.14 \text{ kg}$$

---

<sup>69</sup> Dato obtenido Anexo 2.10

<sup>70</sup> Dato obtenido Anexo 2.10

## 16.2 Sumatoria de momentos

$$\Sigma MA = 0$$

$$40 \text{ kg} (285) \text{ mm} + 7.07 \text{ kg} (570) \text{ mm} - 570 \text{ mm} (R4) = 0$$

$$570 \text{ mm} (R4) = 11400 \text{ kg mm} + 4029.9 \text{ kg mm}$$

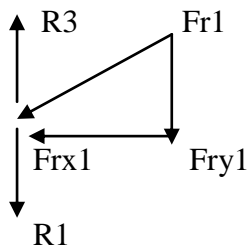
$$R4 = \frac{15429.9 \text{ kg mm}}{570 \text{ mm}}$$

$$R4 = 27.07 \text{ kg}$$

$$\text{Si: } R3 = 54.14 \text{ kg} - R4$$

$$R3 = 27.07 \text{ kg}$$

### 16.2.1 Nudo A



#### 16.2.1.1 Sumatoria de fuerzas

$$\Sigma Fy = 0$$

$$Fry1 + R1 - R3 = 0$$

$$Fry1 = R3 - R1$$

$$Fry1 = (27.07 - 7.07) \text{ kg}$$

$$Fry1 = 20 \text{ kg}$$

#### 16.2.1.2 Cálculo de Fr1

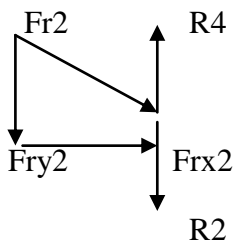
$$\text{sen } 63^\circ = \frac{Fry1}{Fr1}$$

$$Fr1 = \frac{20 \text{ kg}}{\text{sen } 63^\circ}$$

$$Fr1 = 22.446 \text{ kg}$$

$$Fr1 = 220.12 \text{ N}$$

## 16.2.2 Nudo B



### 16.2.2.1 Sumatoria de fuerzas

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F_{ry2} + R_4 - R_2 = 0$$

$$F_{ry2} = R_2 - R_4$$

$$F_{ry2} = (27.07 - 7.07) \text{ kg}$$

$$F_{ry2} = 20 \text{ kg}$$

### 16.2.2.2 Cálculo de Fr2

$$\text{sen } 63^\circ = \frac{F_{ry2}}{Fr_2}$$

$$Fr_2 = \frac{20 \text{ kg}}{\text{sen } 63^\circ}$$

$$Fr_2 = 22.446 \text{ kg}$$

$$Fr_2 = 220.12 \text{ N}$$

## 16.3 Cálculo del área

$$A_s = b \times h$$

$$A_s = (30) \text{ mm} \times (30) \text{ mm}$$

$$A_s = 900 \text{ mm}^2$$

## 16.4 Cálculo del esfuerzo

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{220.12 \text{ N}}{900 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma = 0.244 \text{ MPa}$$

El esfuerzo al cual está sometido el eje es un esfuerzo de flexión, para lo cual se usará un acero laminado ASTM A500-93 con un esfuerzo de fluencia  $S_y = 235 \text{ MPa}$ , con un factor de seguridad  $r = 2$ .

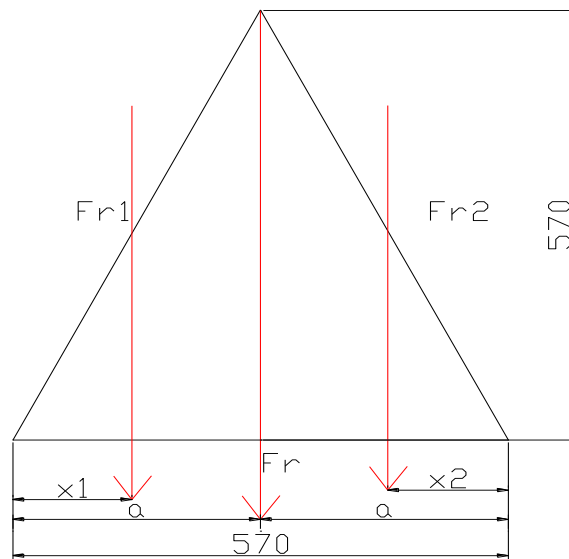
### 16.5 Esfuerzo de deflexión

$$\delta = \frac{PL}{EA}$$

$$\delta = \frac{(220.12 \text{ N})(637.28 \text{ mm})}{200 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} (900 \text{ mm}^2)}$$

$$\delta = 7.70 \times 10^{-5} \text{ mm}$$

## 17 REDUCCIÓN DE LA CARGA DISTRIBUIDA A PUNTUAL



Nota: Para diseño en los triángulos la  $Fr$  se coloca a  $1/3$  del ángulo recto

### 17.1 Triángulo 1

$$Fr1 = \frac{b \times h}{2}$$

$$x1 = 2/3 a$$

$$Fr1 = \frac{285 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}}{2}$$

$$x1 = 2/3 (285) \text{ mm}$$

$$Fr1 = 5700 \text{ kg mm}$$

$$x1 = 190 \text{ mm}$$

$$Fr1 = 5.7 \text{ kg m}$$

### 17.2 Triángulo 2

$$Fr2 = \frac{b \times h}{2}$$

$$x1 = a + 1/3 a$$

$$Fr2 = \frac{285 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}}{2}$$

$$x1 = 285 + 1/3 (285) \text{ mm}$$

$$Fr2 = 5700 \text{ kg mm}$$

$$x1 = 380 \text{ mm}$$

$$Fr2 = 5.7 \text{ kg m}$$

### 17.3 Comprobación de fuerzas

$$Fr = Fr1 + Fr2$$

$$Fr = (5.7 + 5.7) \text{ kg}$$

$$Fr = 11.4 \text{ kg}$$

$$Fr = 111.7958 \text{ N}$$

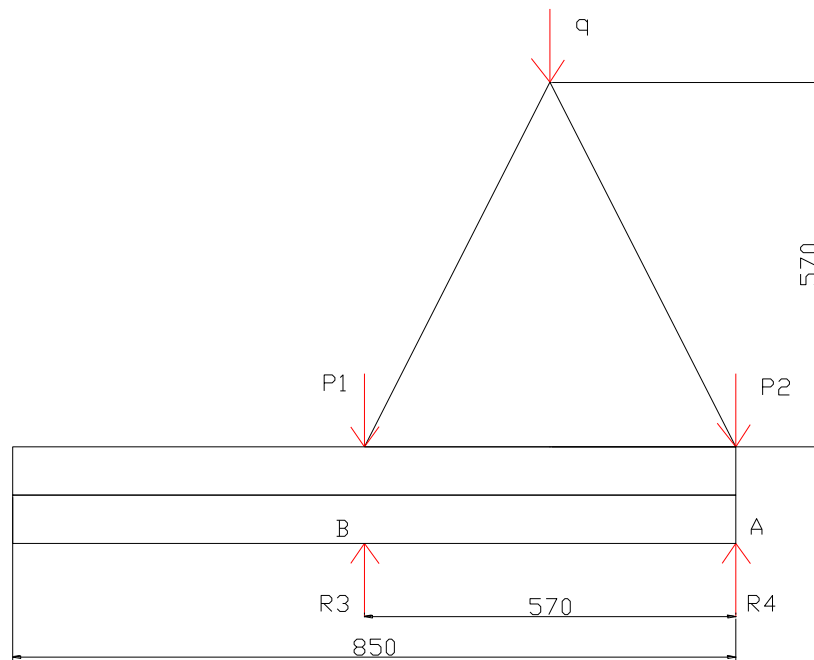
### 17.4 Comprobación de distancias

$$X = \frac{x1 + x2}{2}$$

$$X = \frac{(190 + 380) \text{ mm}}{2}$$

$$X = 285 \text{ mm}$$

## 18 CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA



Donde:

$P1 = P2 = 7.07 \text{ kg} \Rightarrow$  peso perfil cuadrado 30mmx30mm del triángulo<sup>71</sup>

$q = 40 \text{ kg} \Rightarrow$  peso de usuario

$p = 4.712 \text{ kg} \Rightarrow$  peso perfil rectangular 30mmx20mm de la barra<sup>72</sup>

### 18.1 Sumatoria de fuerzas

$$\sum F_y \downarrow = 0$$

$$2p + P1 + P2 + q - R3 - R4 = 0$$

$$R3 + R4 = 2(4.712 \text{ kg}) + 7.07 \text{ kg} + 7.07 \text{ kg} + 40 \text{ kg}$$

1)  $R3 + R4 = 63.564 \text{ Kg.}$

---

<sup>71</sup> Dato obtenido Anexo 2.10

<sup>72</sup> Dato obtenido Anexo 2.10



## 18.2 Sumatoria de momentos

$$\sum MA \uparrow = 0$$

$$q (285 \text{ mm}) + P1 (570 \text{ mm}) - R3 (570 \text{ mm}) + 2p (425 \text{ mm}) = 0$$

$$570 R3 = 40 \text{ kg} (285 \text{ mm}) + 7.07 \text{ kg} (570 \text{ mm}) + 2 (4.712 \text{ kg}) (425 \text{ mm})$$

$$R3 = \frac{19435.1 \text{ kg mm}}{570 \text{ mm}}$$

$$R3 = 34.096 \text{ kg}$$

R3 en ecuación 1

$$R3 + R4 = 63.564 \text{ kg}$$

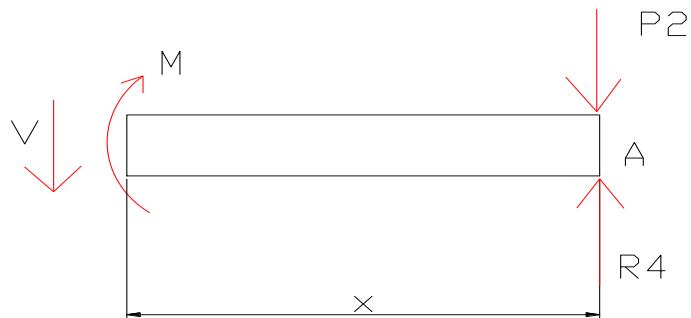
$$R4 = (63.564 - 34.09) \text{ kg}$$

$$R4 = 29.467 \text{ Kg}$$

## 18.3 Cálculo de Momentos

### 18.3.1 Tramo 1

$$0 > x > 285 \text{ mm}$$



#### 18.3.1.1 Sumatoria de Fuerzas

$$\sum Fy \downarrow = 0$$

$$V - R4 + P2 = 0$$

$$V = (29.464 - 7.07) \text{ kg}$$

$$V = 22.934 \text{ kg}$$

### 18.3.1.2 Sumatoria de Momento

$$\sum M \downarrow = 0$$

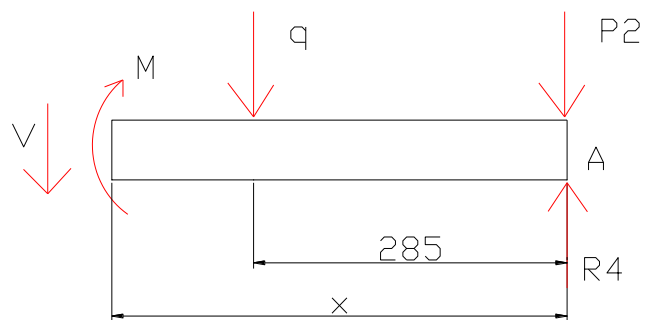
$$M = R4x - P2x$$

$$M = 29.464x - 7.07x$$

$$M = 22.394x$$

### 18.3.2 Tramo 2

$$0 > x > 570 \text{ mm}$$



#### 18.3.2.1 Sumatoria de Fuerzas

$$\sum Fy \downarrow = 0$$

$$V - R4 + P2 + q = 0$$

$$V = (29.464 - 7.07 - 40) \text{ kg}$$

$$V = -17.606 \text{ kg}$$

#### 18.3.2.2 Sumatoria de Momento

$$\sum M \downarrow = 0$$

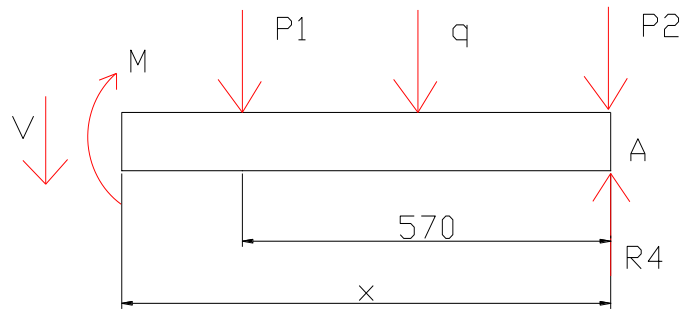
$$M + q(x - 285 \text{ mm}) + P2(x) - R4(x) = 0$$

$$M = 29.464x \text{ kg mm} - 40x \text{ kg mm} + 11400 \text{ kg mm} - 7.07x \text{ kg mm}$$

$$M = -17.603x \text{ kg mm} + 11400 \text{ kg mm}$$

### 18.3.3 Tramo 3

$$0 > x > 850 \text{ mm}$$



#### 18.3.3.1 Sumatoria de Fuerzas

$$\sum F_y \downarrow = 0$$

$$V - R4 - R3 + P2 + P1 + q = 0$$

$$V = (29.464 + 34.09 - 7.07 - 7.07 - 40) \text{ kg}$$

$$V = 9.414 \text{ kg}$$

#### 18.3.3.2 Sumatoria de Momento

$$\sum M \downarrow = 0$$

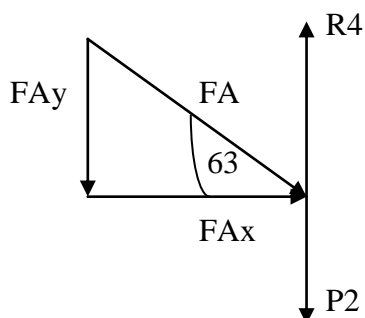
$$M + P1 (x-570\text{mm}) - R3 (x-570\text{mm}) + q (x-285 \text{ mm}) + P2 (x) - R4 (x) = 0$$

$$M = -7.07x \text{ kg mm} + 4029.9 \text{ kg mm} + 34.09x \text{ kg mm} - 19431.3 \text{ kg mm} - 40x \text{ kg mm} + 11400 \text{ kg mm} - 7.07x \text{ kg mm} + 29.464x \text{ kg mm}$$

$$M = -9.414x \text{ kg mm} - 4001.4 \text{ kg mm}$$

### 18.4 Sumatoria de fuerzas para el triángulo de soporte

#### 18.4.1 Nudo A



### 18.4.1.1 Sumatoria de fuerzas

$$\Sigma F_y = \downarrow 0$$

$$F_{Ay} + R_4 - P_2 = 0$$

$$F_{Ay} = (7.07 - 29.464) \text{ kg}$$

$$F_{Ay} = - 22.394 \text{ kg}$$

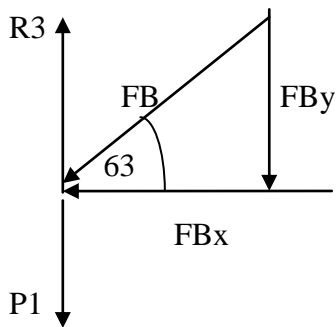
### 18.4.1.2 Fuerza en A

$$\text{Sen } \alpha = \frac{F_{Ay}}{F_A}$$

$$F_A = \frac{- 22.394}{\text{sen } 63^\circ}$$

$$F_A = - 25.13 \text{ kg} \approx 246.44 \text{ N}$$

### 18.4.2 Nudo B



#### 18.4.2.1 Sumatoria de fuerzas

$$\Sigma F_y \downarrow = 0$$

$$F_{By} + R_3 - P_1 = 0$$

$$F_{By} = (7.07 - 34.09) \text{ kg}$$

$$F_{By} = - 27.02 \text{ kg}$$

### 18.4.2.2 Fuerza en B

$$\text{Sen } \alpha = \frac{F_{By}}{FB}$$

$$FB = \frac{-27.03}{\text{sen } 63^\circ}$$

$$FB = -30.33 \text{ kg} \approx 297.435 \text{ N}$$

## 18.5 Triángulo de soporte

### 18.5.1 Cálculo del área del triángulo

$$A_s = b \times h$$

$$A_s = (30) \text{ mm} \times (30) \text{ mm}$$

$$A_s = 900 \text{ mm}^2$$

### 18.5.2 Cálculo del esfuerzo A

$$\sigma = \frac{FA}{A}$$

$$\sigma = \frac{246.44 \text{ N}}{900 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma = 0.273 \text{ MPa}$$

### 18.5.3 Cálculo del esfuerzo B

$$\sigma = \frac{FB}{A}$$

$$\sigma = \frac{297.435 \text{ N}}{900 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma = 0.33 \text{ MPa}$$

### 18.5.4 Esfuerzo de deflexión A

$$\delta = \frac{PL}{EA}$$

$$\delta = \frac{(246.44 \text{ N})(637.28 \text{ mm})}{200 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} (900 \text{ mm}^2)}$$

$$\delta = 1.3 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

El esfuerzo al cual está sometido el eje es un esfuerzo de flexión, para lo cual se usará un acero laminado ASTM A500-93 con un esfuerzo de fluencia  $S_y = 235 \text{ MPa}$ , con un factor de seguridad  $r = 2$ .

### 18.5.5 Esfuerzo de deflexión B

$$\delta = \frac{PL}{EA}$$

$$\delta = \frac{(297.435 \text{ N})(637.28 \text{ mm})}{200 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} (900 \text{ mm}^2)}$$

$$\delta = 1.579 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

### 18.6 Cálculo de fuerzas para los travesaños

$$\sum F_y \downarrow = F$$

$$F = 2p + P1 + P2 + q$$

$$F = 2(4.712 \text{ kg}) + 7.07 \text{ kg} + 7.07 \text{ kg} + 40 \text{ kg}$$

$$F = 63.564 \text{ kg} \approx 623.35 \text{ N}$$

#### 18.6.1 Cálculo del área de la base

$$A_s = b \times h$$

$$A_s = (30) \text{ mm} \times (20) \text{ mm}$$

$$A_s = 600 \text{ mm}^2$$

#### 18.6.2 Cálculo del esfuerzo

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{623.35 \text{ N}}{600 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma = 1.0308 \text{ MPa}$$

### 18.6.3 Esfuerzo de deflexión

$$\delta = \frac{PL}{EA} \text{ Triángulo}$$

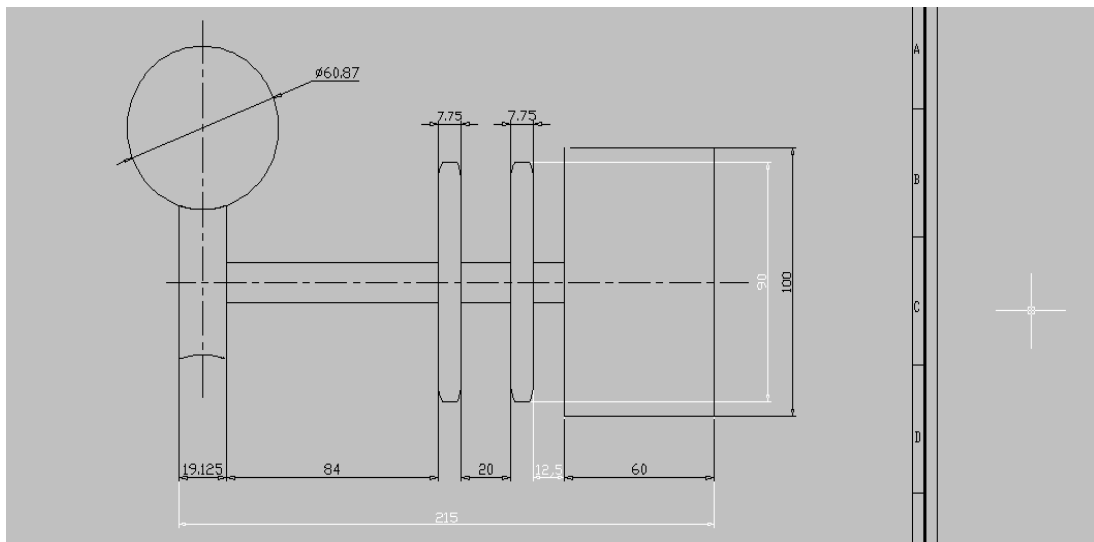
$$\delta = \frac{(623.35 \text{ N})(850 \text{ mm})}{200 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} (600 \text{ mm}^2)}$$

$$\delta = 4.415 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

## CAPÍTULO 3 SIMULACIÓN

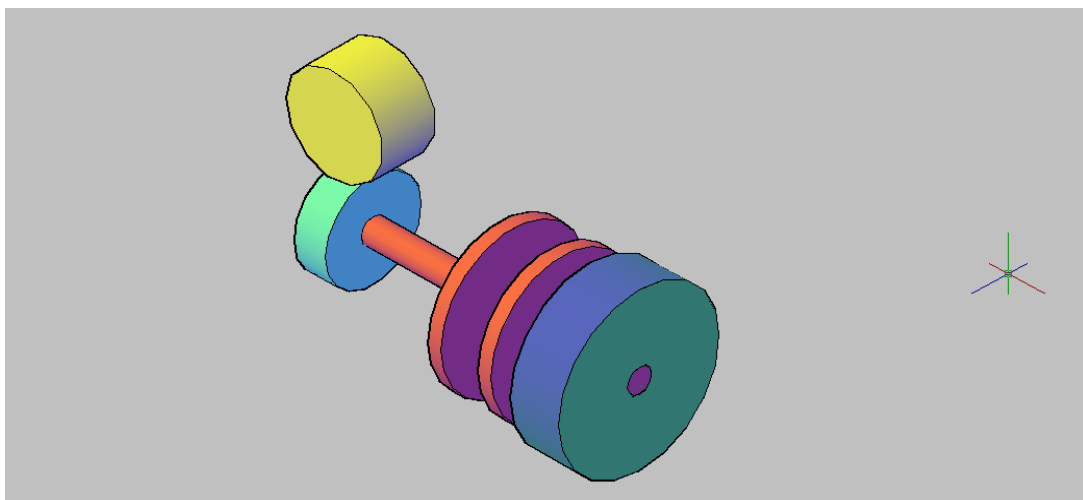
### 1 Diseño de planos 2D

Realizar los planos en el software de diseño Solidworks de todos los elementos que constituyan la silla de ruedas en dos dimensiones.



### 2 Planos 3D

Con las medidas especificadas se da los espesores a los elementos diseñados en dos dimensiones para transformarlos a tres dimensiones.



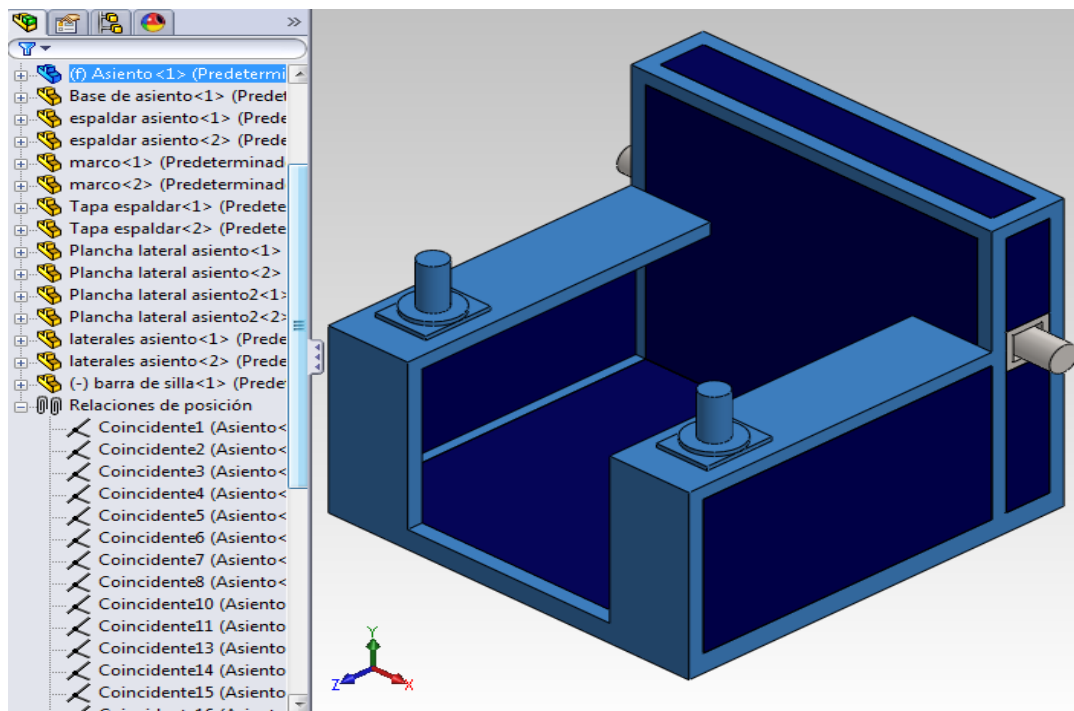


## 2.1 Ensamble

Teniendo los elementos en tres dimensiones se realiza el ensamble para el movimiento y de esta manera disminuir las relaciones de posición entre estos.

## 2.2 Ensamble del asiento

Ensamblar las planchas y de los perfiles cuadrados y rectangulares tal como indican los planos. Las relaciones de posición se reducen a “coincidente”.

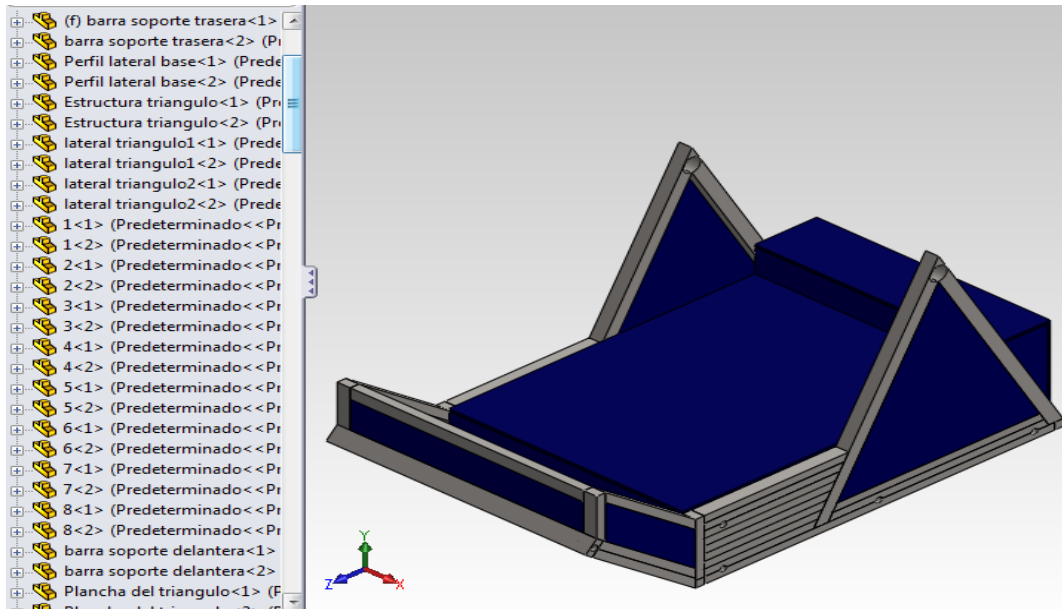


En eje que cruza la silla sus relaciones de posición será de “tangencia” y “distancia”.



## 2.3 Ensamble de la estructura

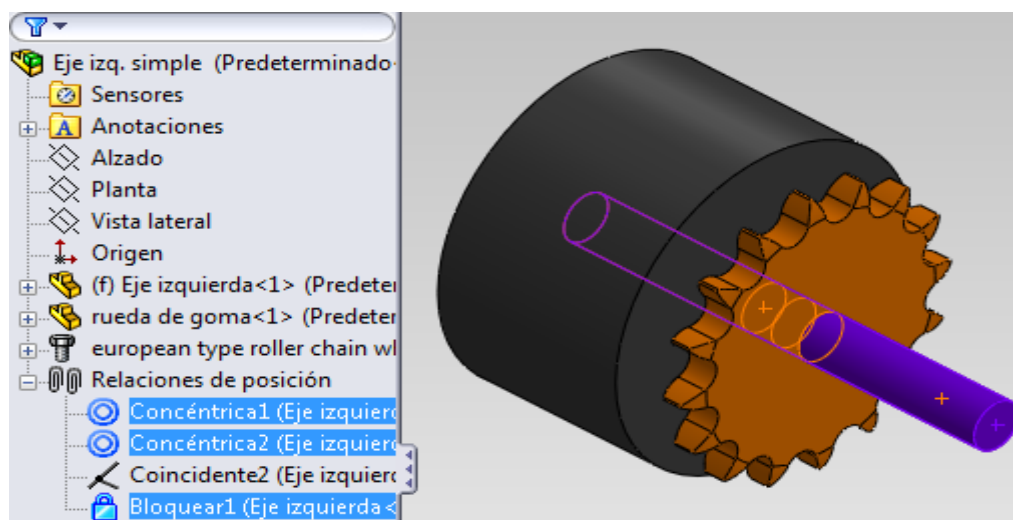
Ensamblar las planchas y de los perfiles cuadrados y rectangulares tal como indican los planos. Las relaciones de posición se reducen a “coincidente”.



## 2.4 Ensamble de ejes

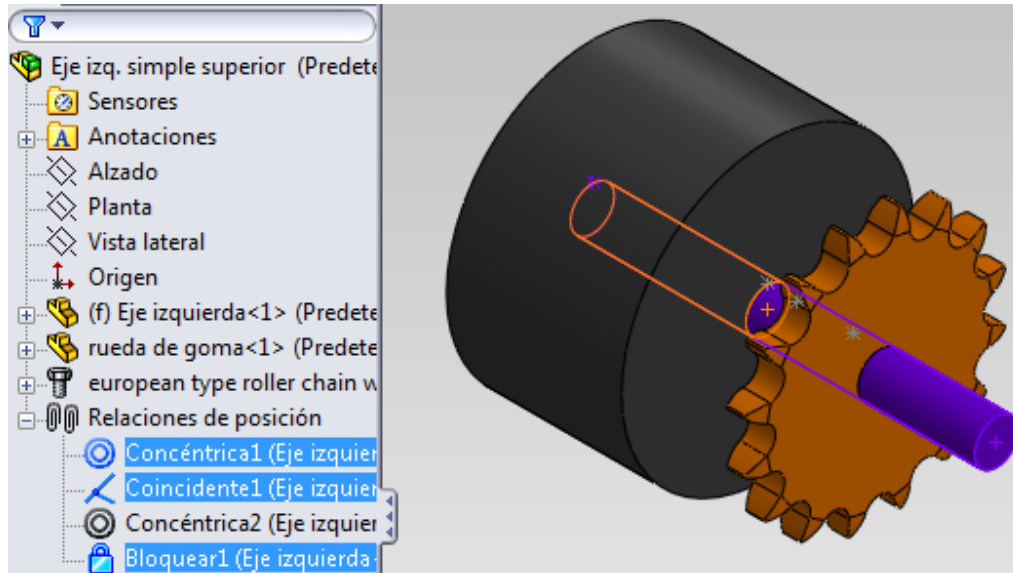
Para ensamblar se utiliza relaciones de posición de “concentricidad” de los elementos con el eje de “coincidencia” de los puntos marcados en los elementos (rueda, catalina), y de “bloqueo” ya que así queda estático con respecto al eje, de esta manera girara con el eje.

Eje trasero con una catalina.

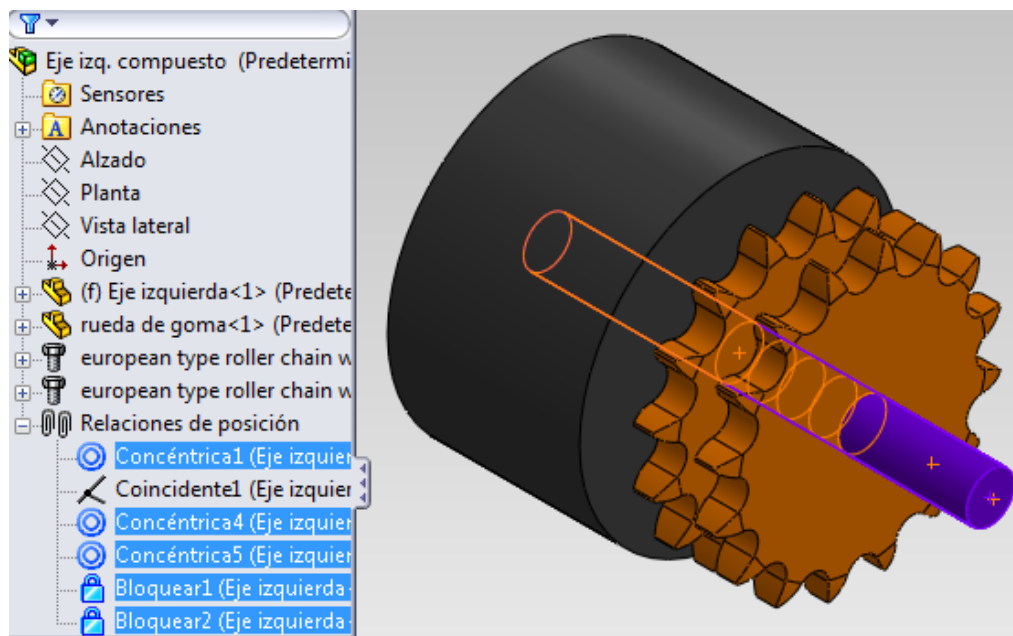


Si existe exceso de relaciones (excesivamente definido) se debe borrar la relación de coincidencia y dejar la de bloqueo.

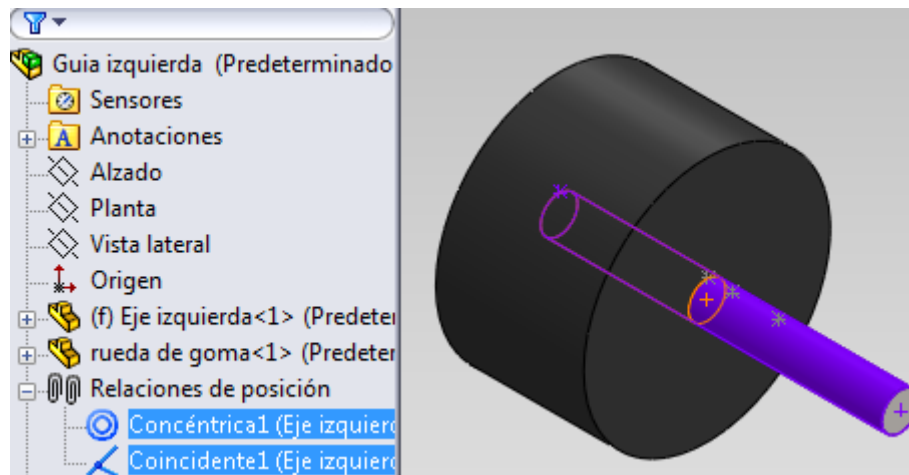
Eje delantero con una catalina a distinta distancia.



Eje de salida de la potencia del motor con las dos catalinas.

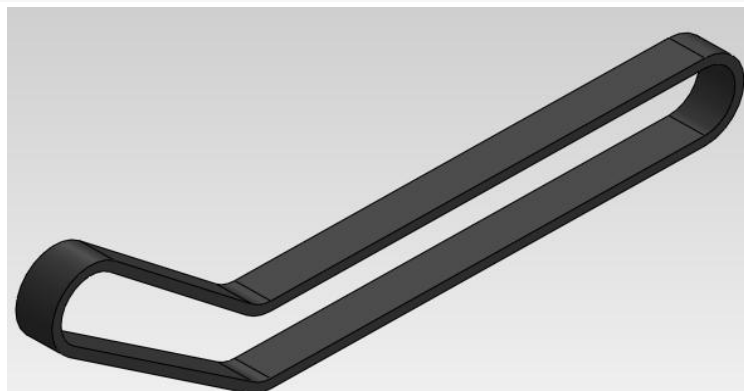
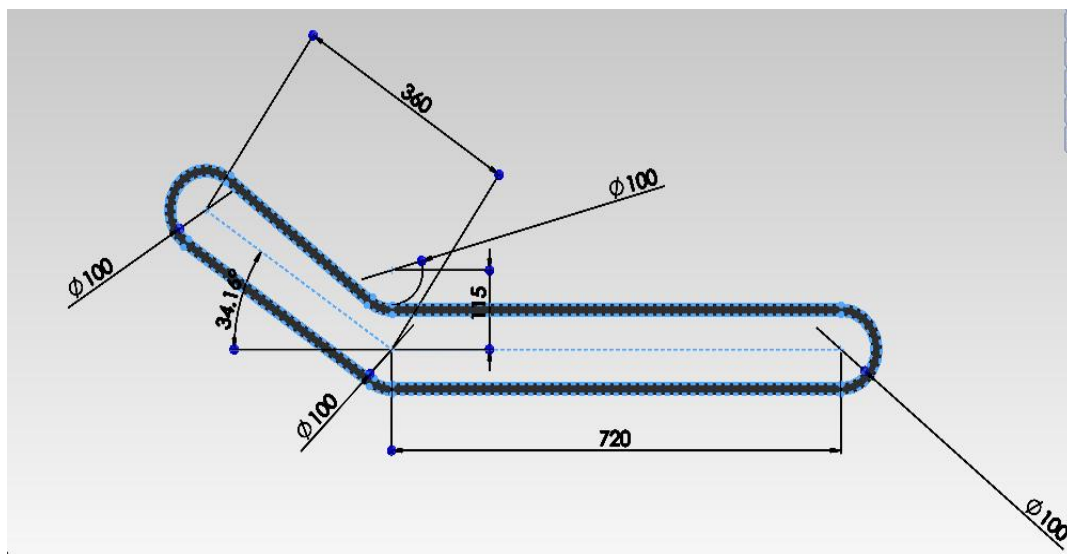


Eje de fijación de la banda sin catalinas.



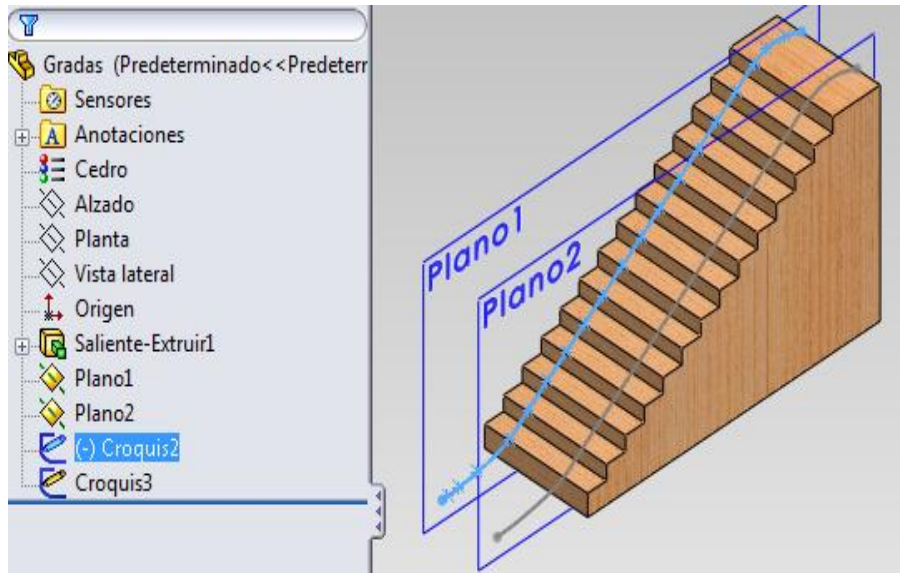
### 3 Diseño de la banda

Diseñar el elemento banda con las medidas especificadas en los planos.



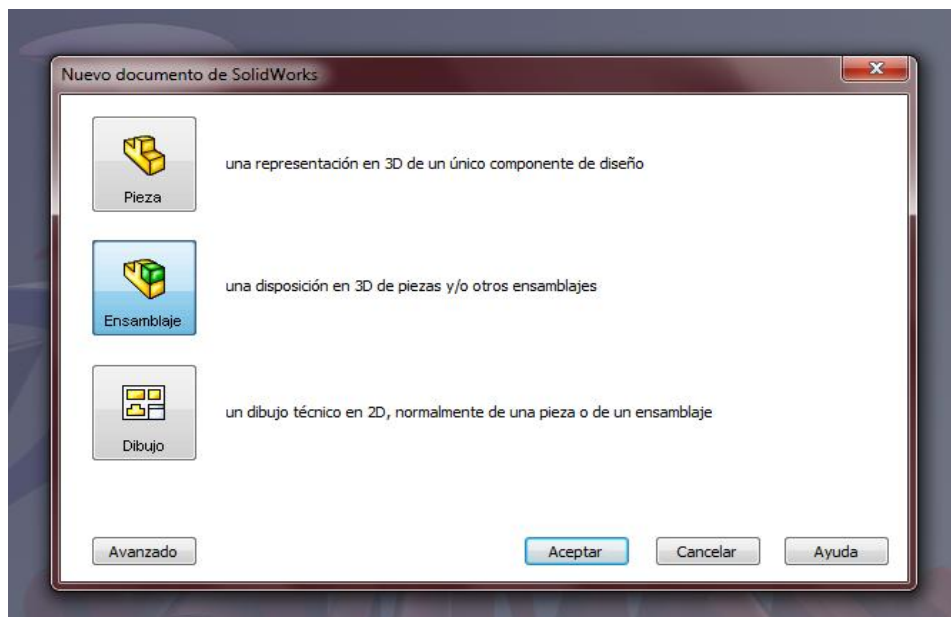
#### 4 Diseño de la grada

Realizar el elemento gradas que va a ser por donde va a transitar la silla de ruedas, trazar líneas de trayectoria en planos paralelos a la vista lateral, las trayectorias se realiza con la herramienta de croquis spline.

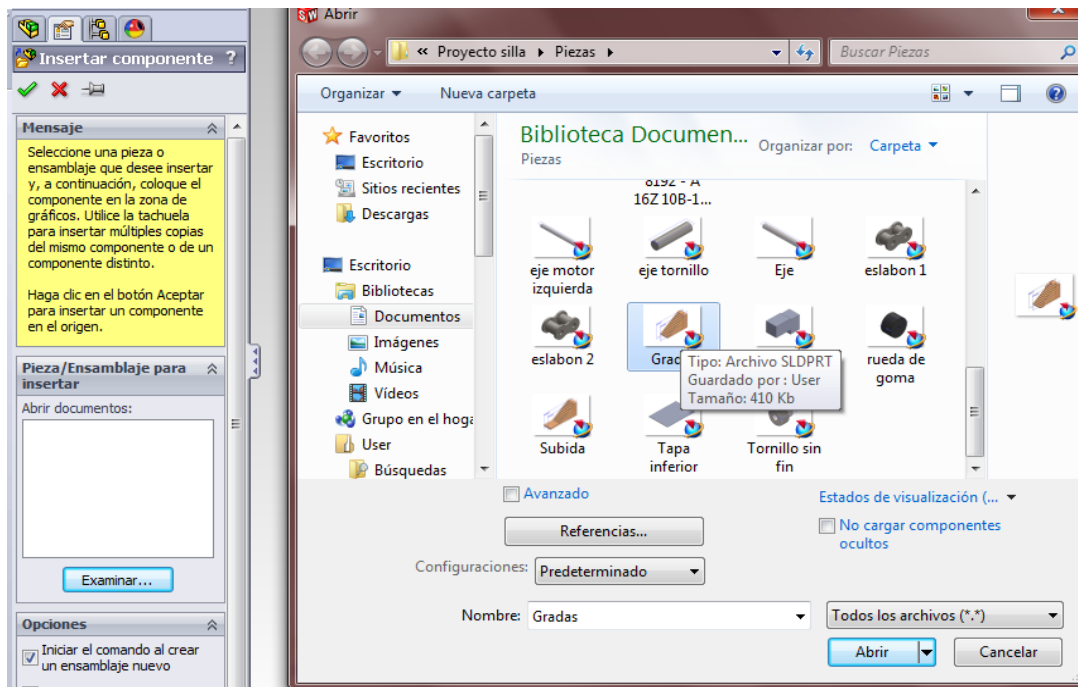


#### 5 Ensamble final

Se realizara un nuevo ensamble con los ensambles parciales y los elementos diseñados.

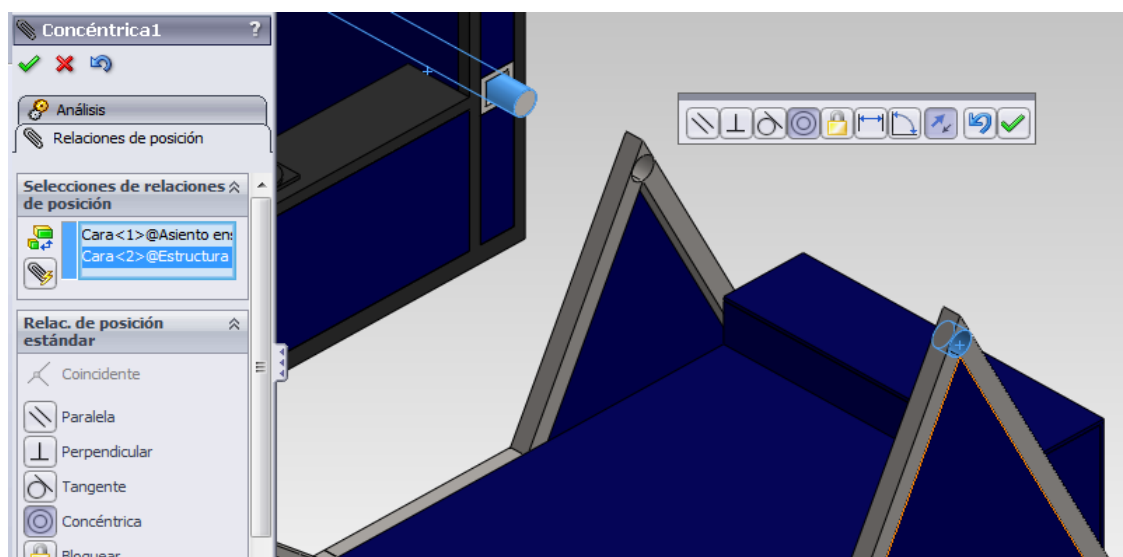


Ingresar primero las gradas en “insertar componentes” y sucesivamente todos los ensambles parciales y elementos del mismo modo que las gradas.

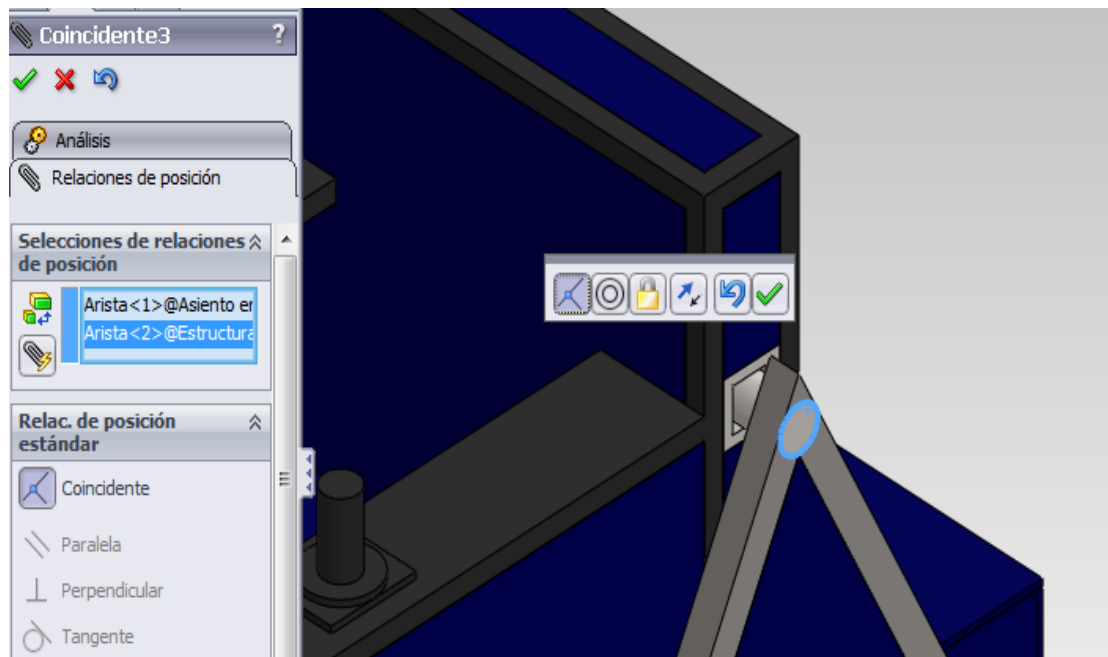


Para ensamblar el asiento con la estructura se debe utilizar relaciones de posición de “concentricidad” con el eje del asiento, de “coincidencia” y de “paralelo” de la base del asiento y el piso de la estructura.

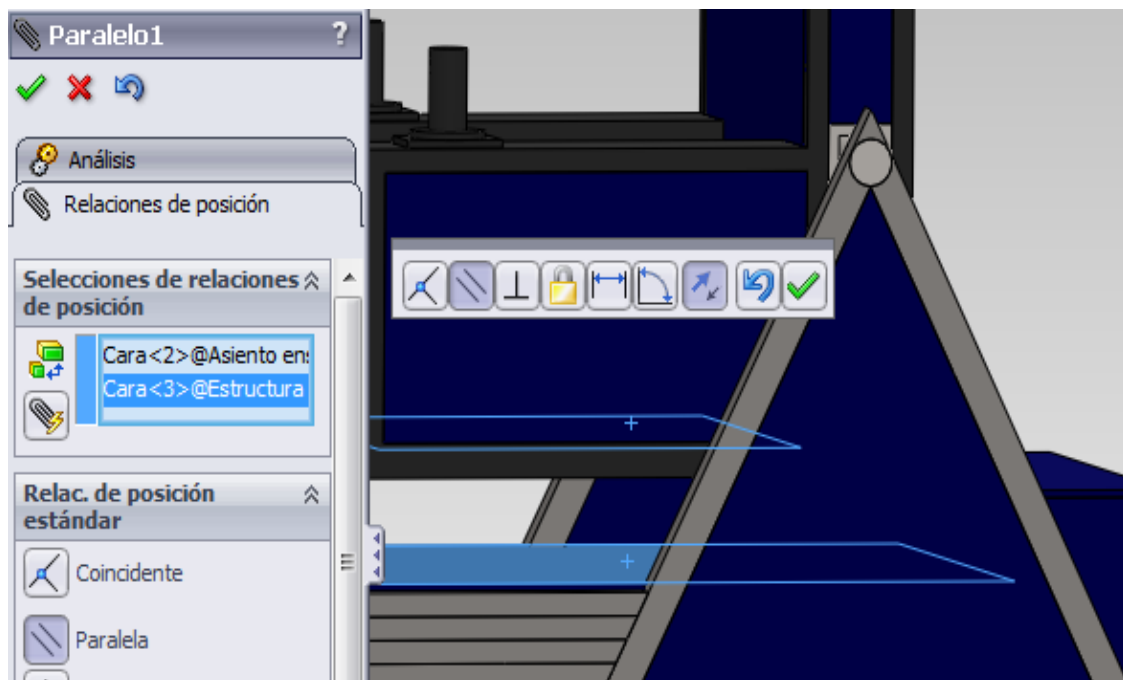
Relación de posición de concéntrica.



Relación de posición de coincidencia.



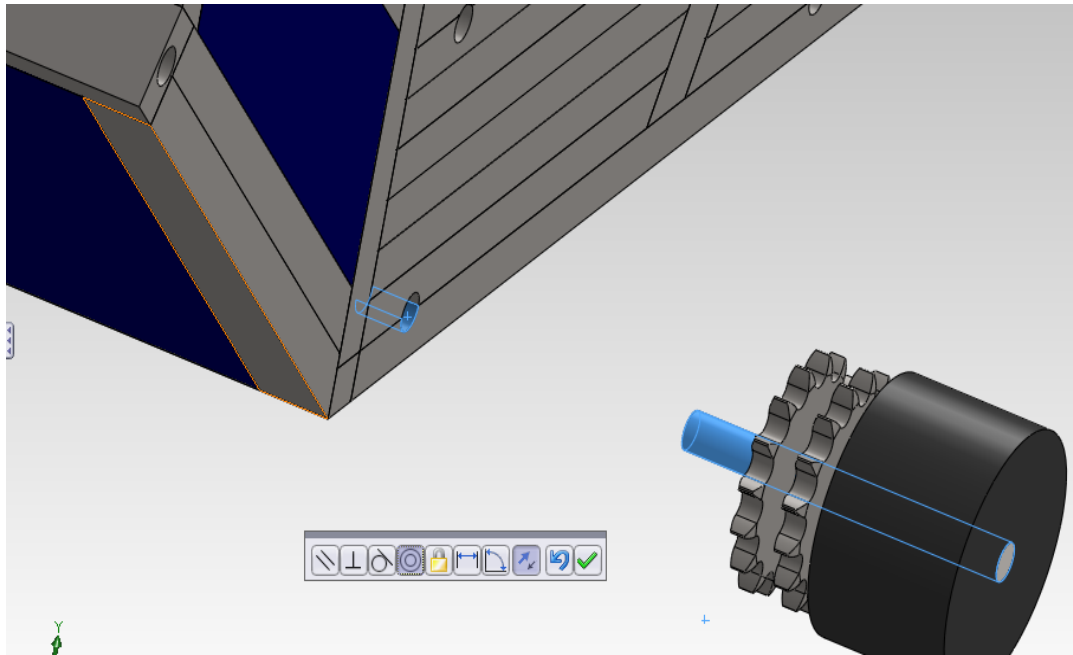
Relación de posición de paralelo.



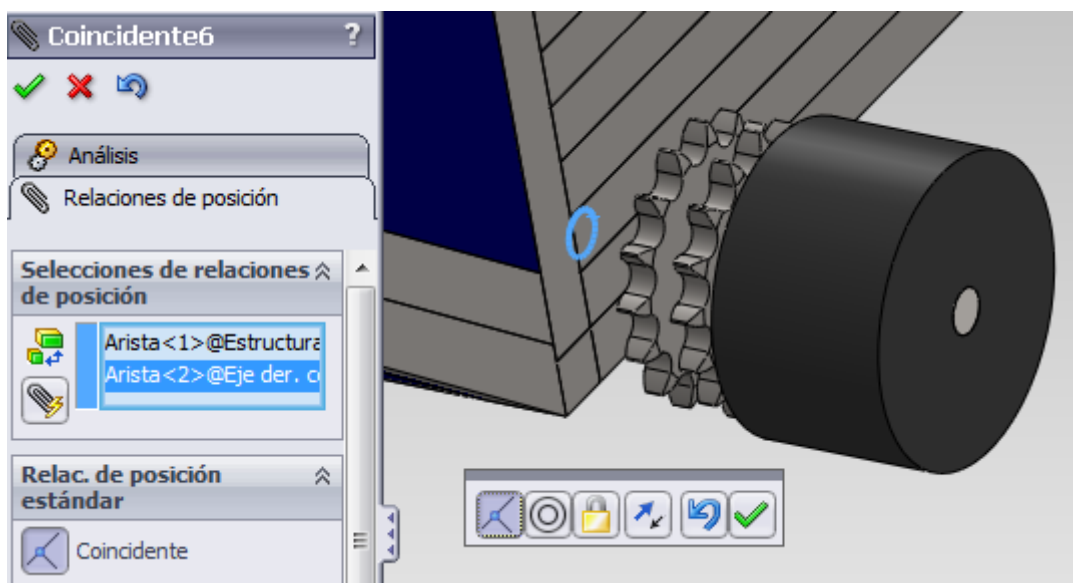


Para ensamblar los ejes se debe utilizar relaciones de posición de “concentricidad” y “coincidencia” para que de esta manera no se salgan de su lugar pero si giren.

Relación de posición de concentricidad.



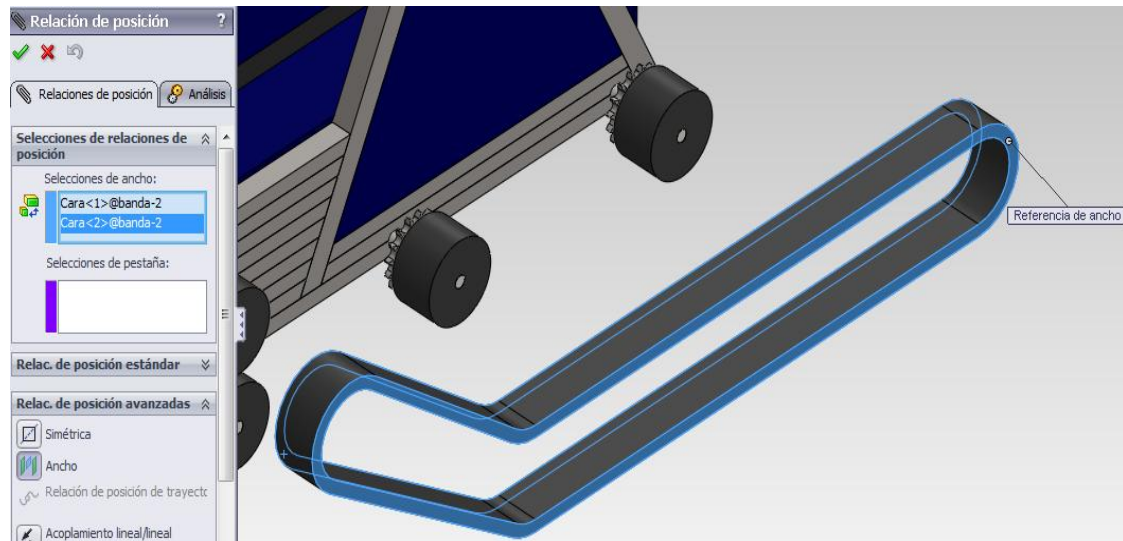
Relación de posición de coincidencia.



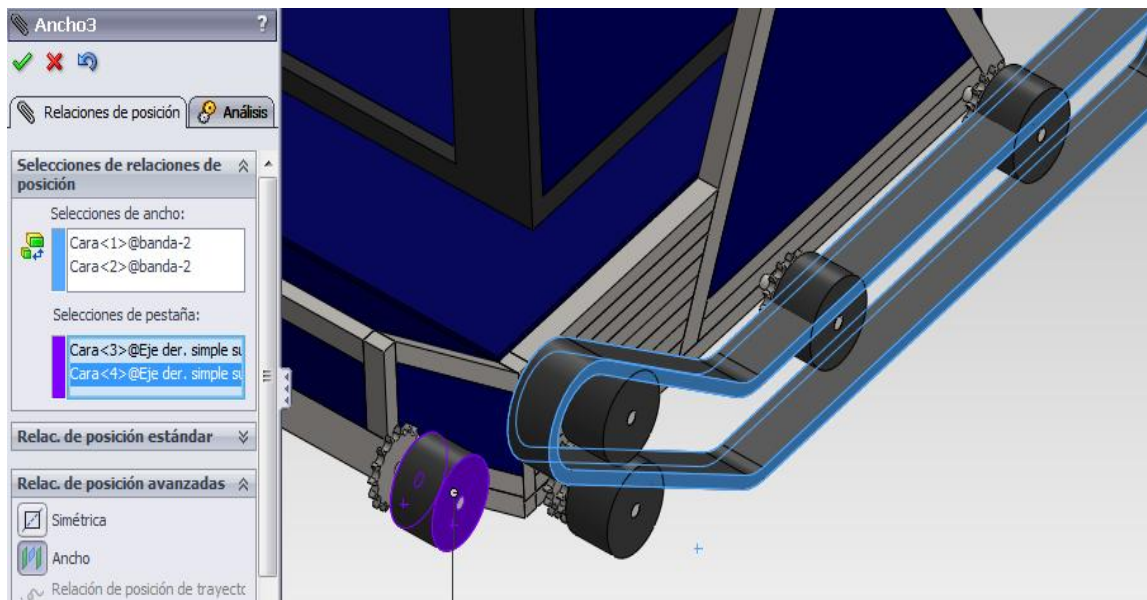


Para ensamblar las bandas se debe usar relaciones de posición de “ancho” (relación de posición avanzada) y de “coincidencia”.

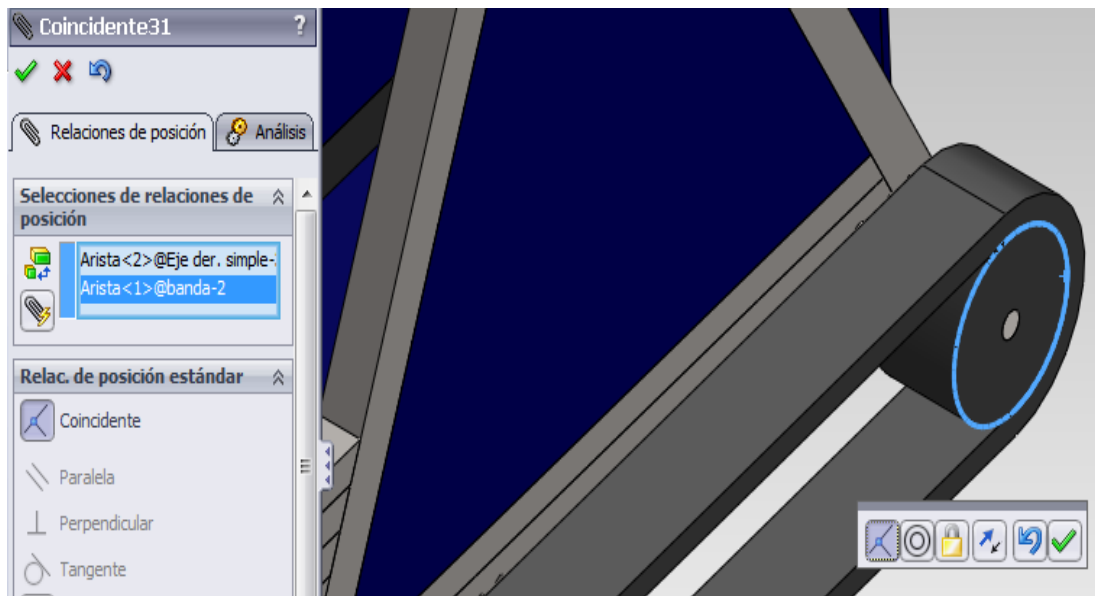
Relación de posición de ancho cara 1.



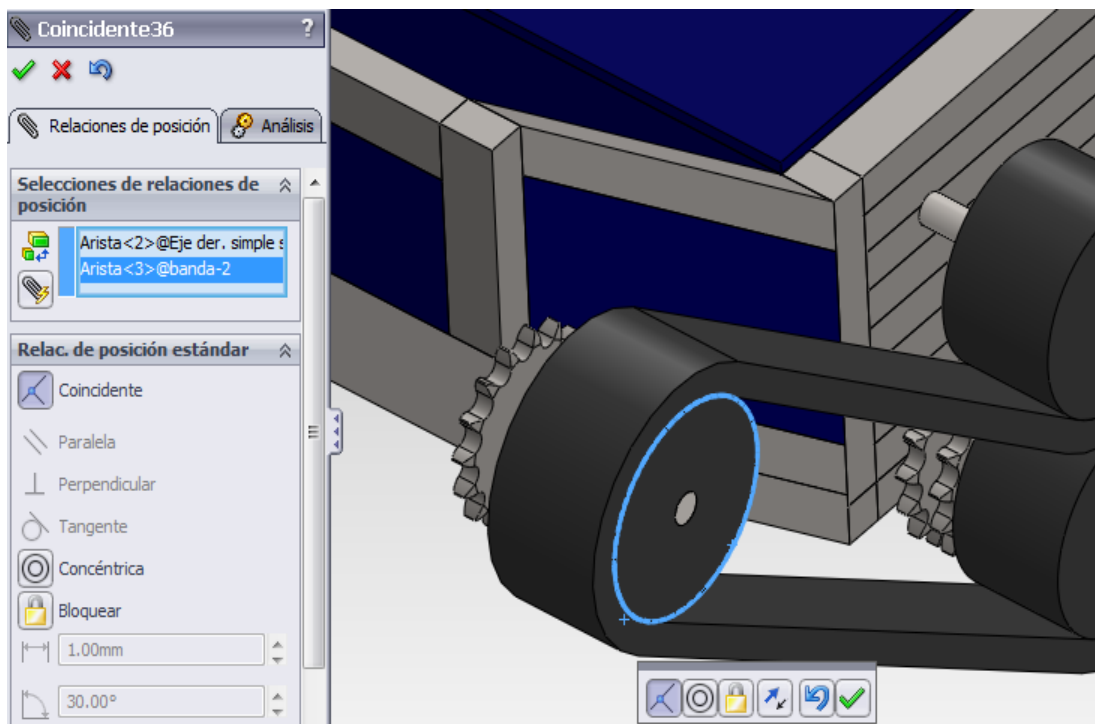
Relación de posición de ancho cara 2.



Relación de posición de coincidencia arista 1.

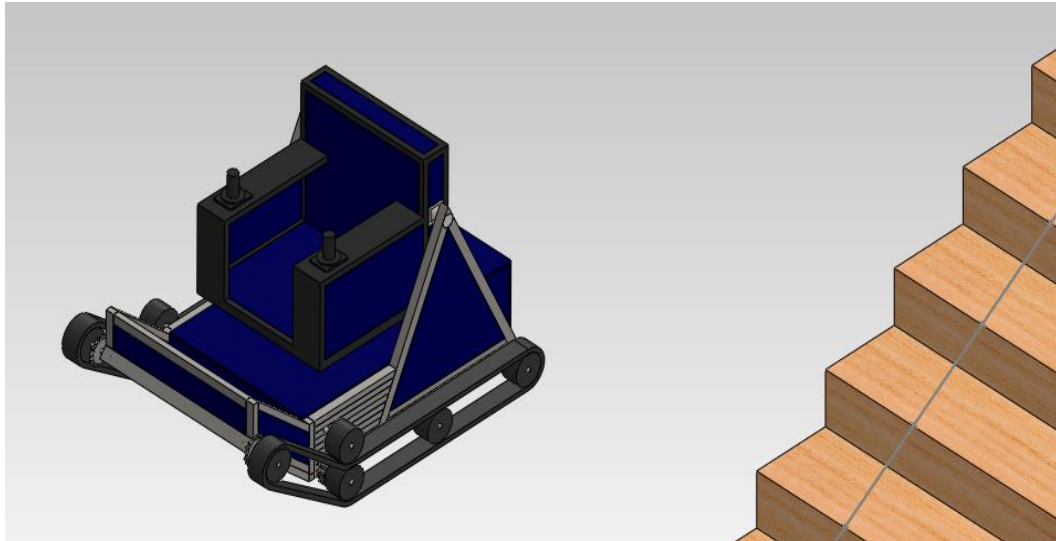


Relación de posición de coincidencia arista 2.

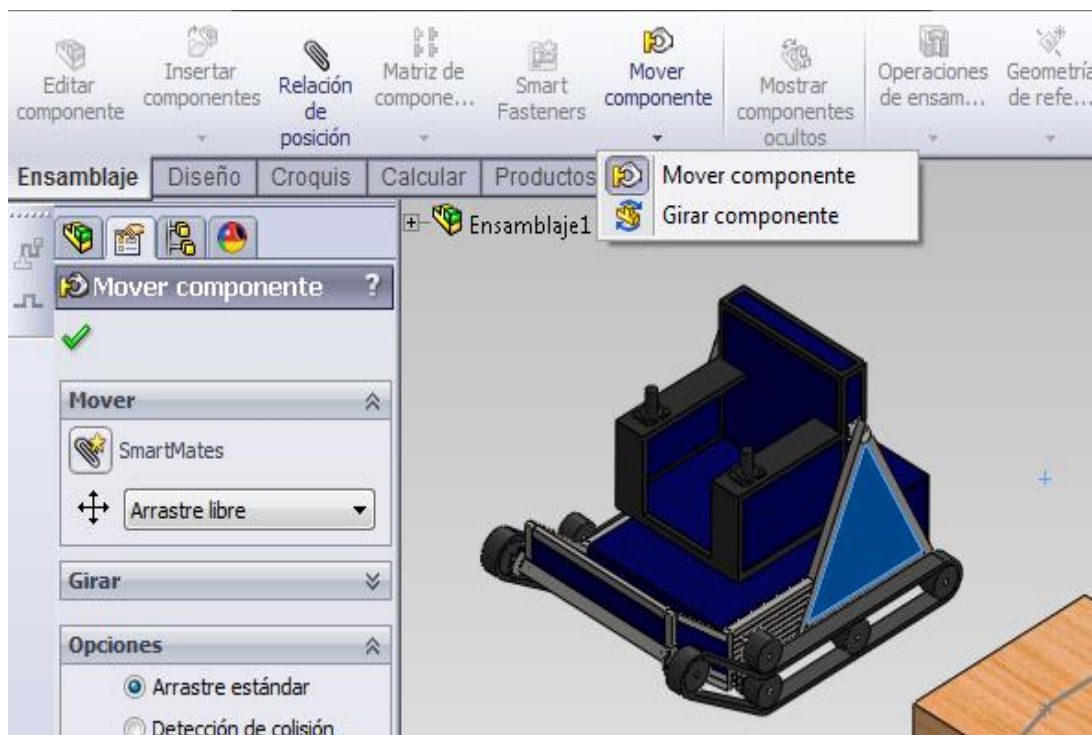


## 6 Relación silla de ruedas grada

Una vez ensamblada la silla de ruedas se debe relacionarla con respecto a las gradas.

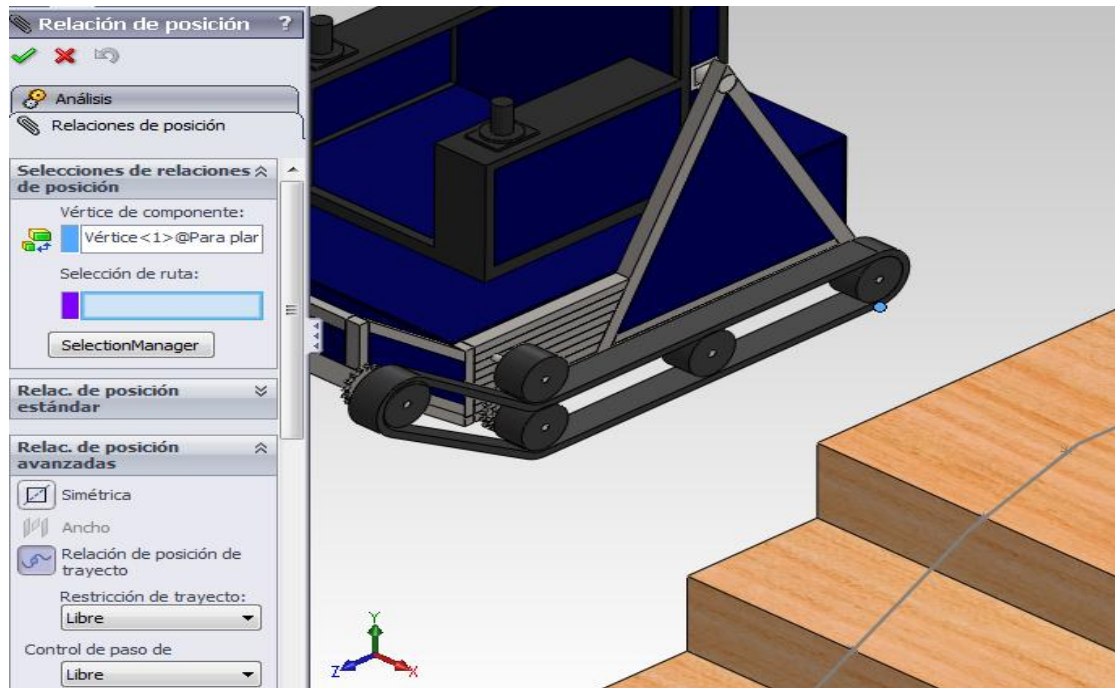


Con la relación avanzada de “trayectoria” se debe establecer el recorrido de la silla de ruedas. Para mover componentes se debe usar la herramienta de ensamble “mover”.

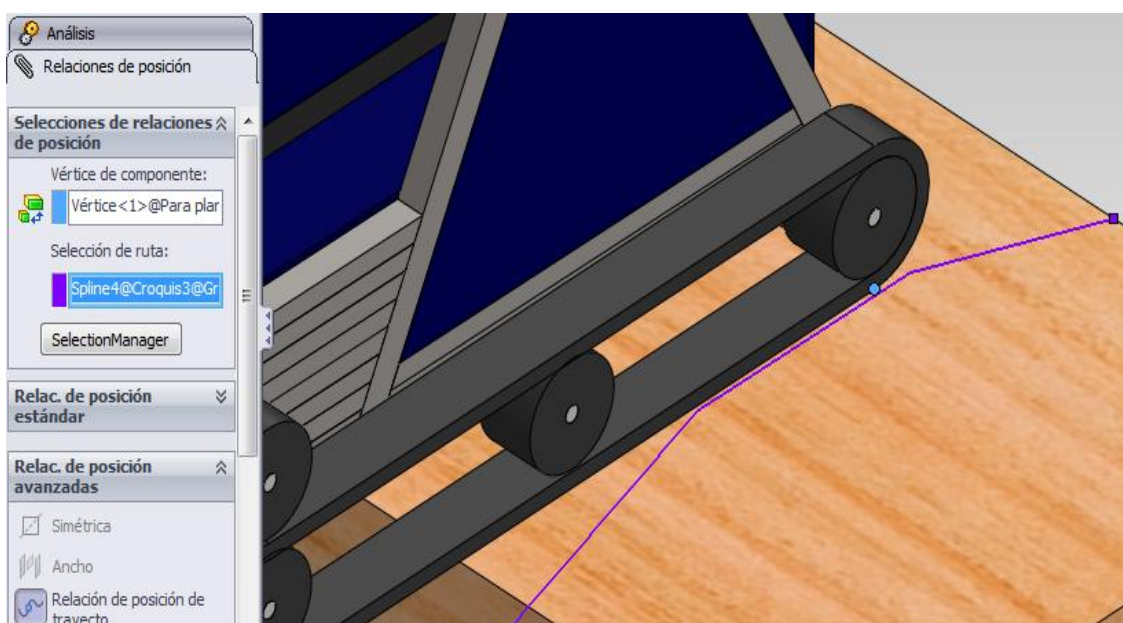


Esta relación de trayectoria se la realiza con una de las bandas, con los puntos y con la trayectoria deseada.

Relación de posición con la banda.



Relación de posición con un punto.



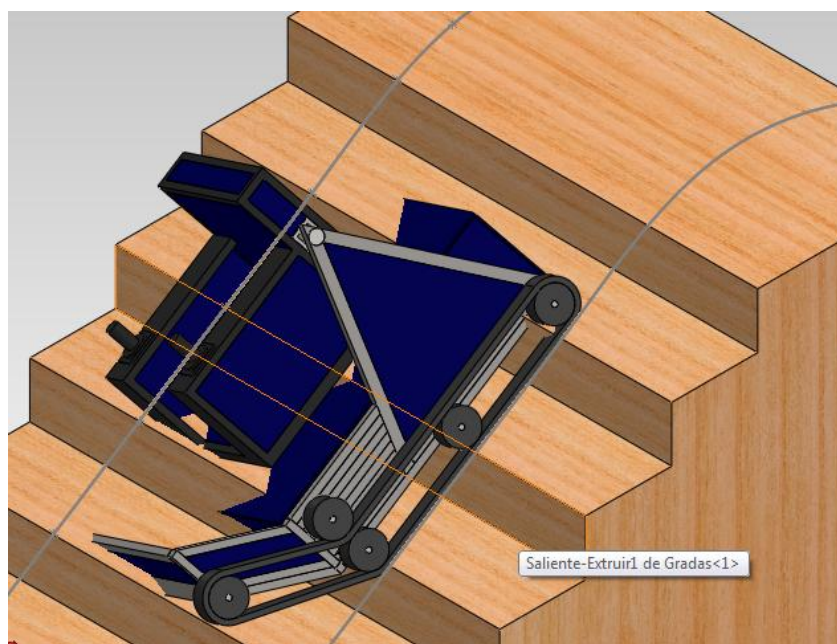


## Relación de posición de trayectoria.

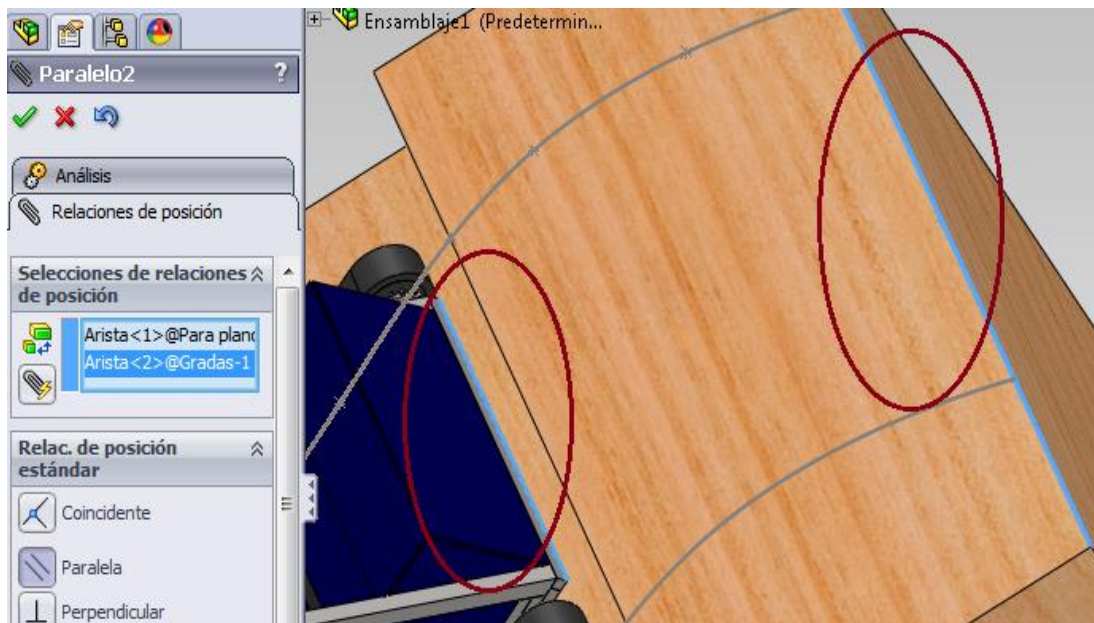


## 7 Trayectoria

Si se realiza el ensamble de silla de ruedas y gradas solo con la relación de posición de trayectoria la silla de ruedas se moverá sin control. Por esto es necesario relacionar alguna parte de la silla de ruedas con las gradas de tal manera que siempre se mantengan una encima de otra y que la silla no se entierre o se mueva a sitios no deseados.

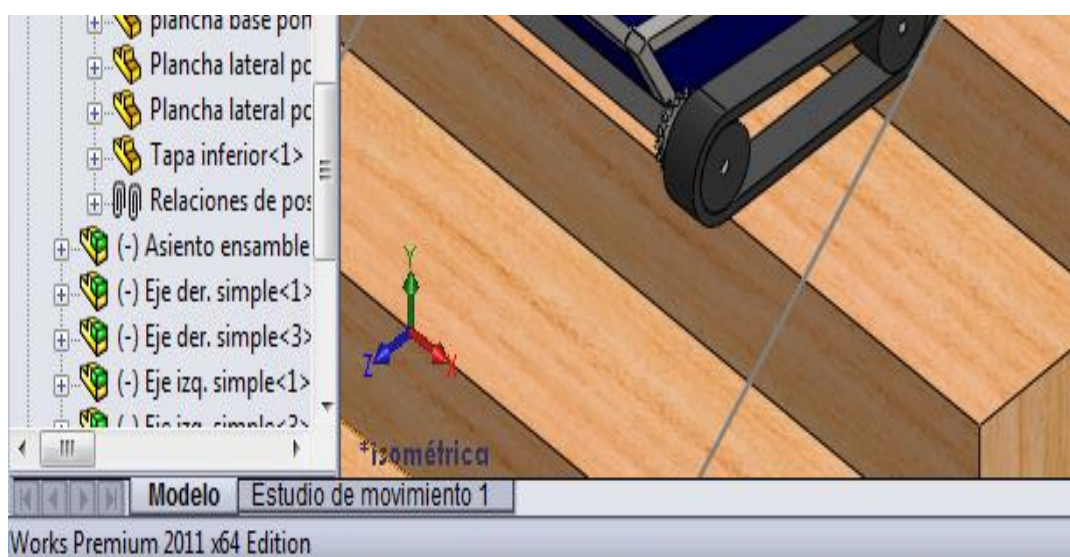


Seleccionar las aristas de las gradas con la relación de posición estándar “paralelo”.



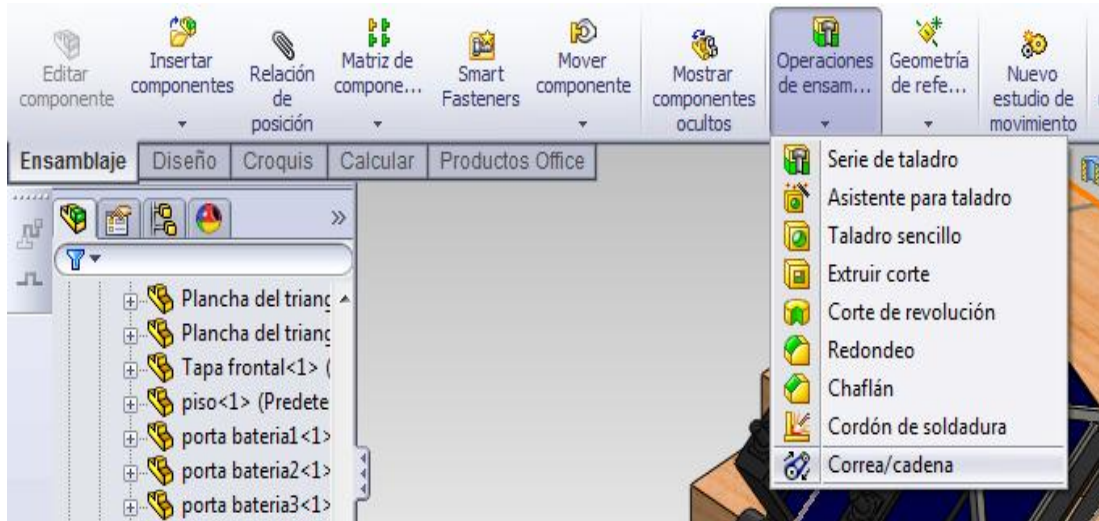
## 8 Estudio del movimiento

Realizar el estudio de movimiento para visualizar si la trayectoria silla de ruedas gradas es el correcto, esta opción se encuentra en la parte inferior de la ventana.

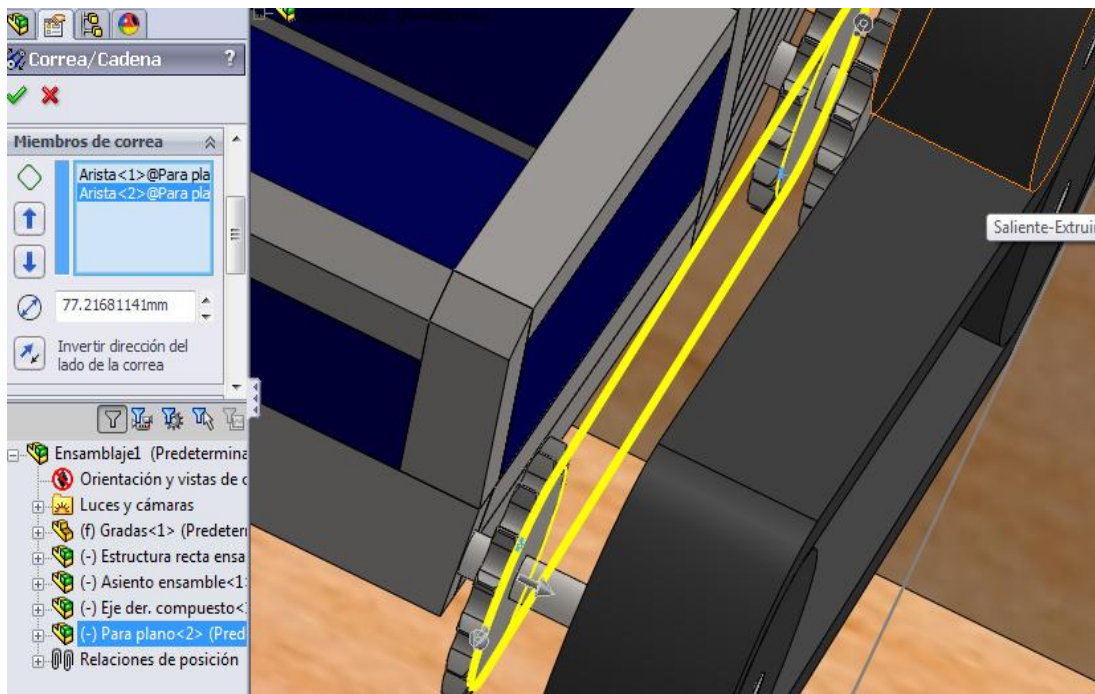


## 9 Ensamble correa – catalina

Ensamblar la cadena en las catalinas con opciones de ensamble, correa/cadena.

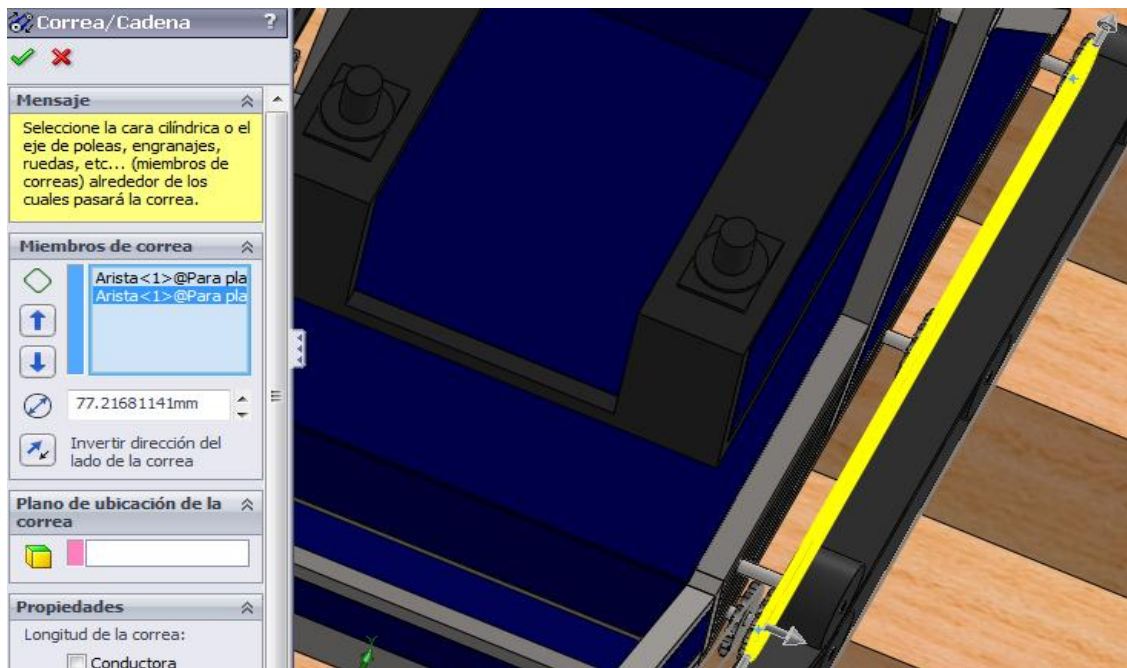


Elegir las catalinas que se desea enlazar con cadena. Cada cadena se creara de manera independiente.

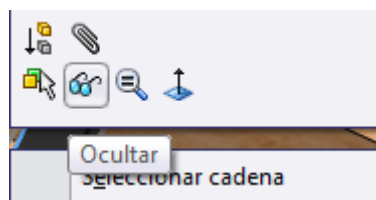




Realizar el mismo procedimiento para el lado izquierdo de la silla de ruedas



Para ocultar las líneas que representan las cadenas, se debe seleccionar la opción ocultar que cada cadena posee.



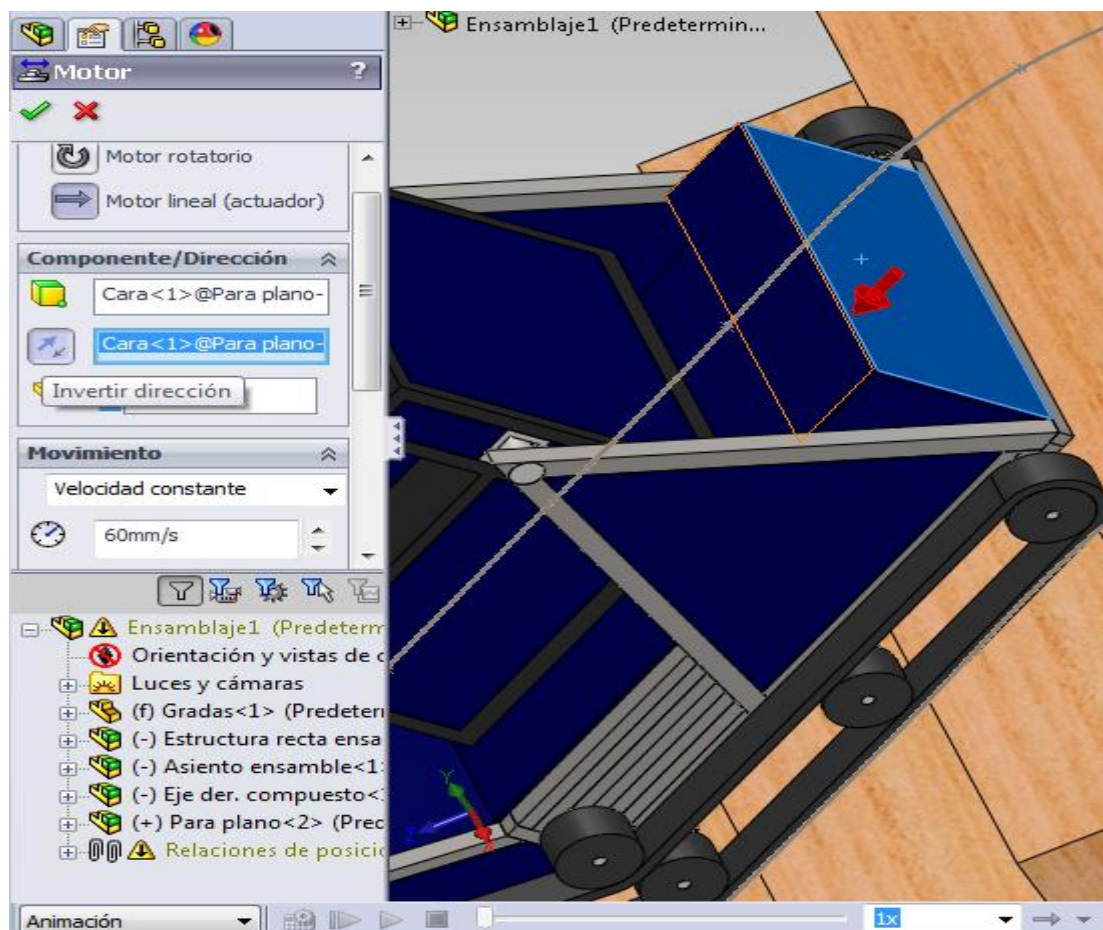


## 10 Motores

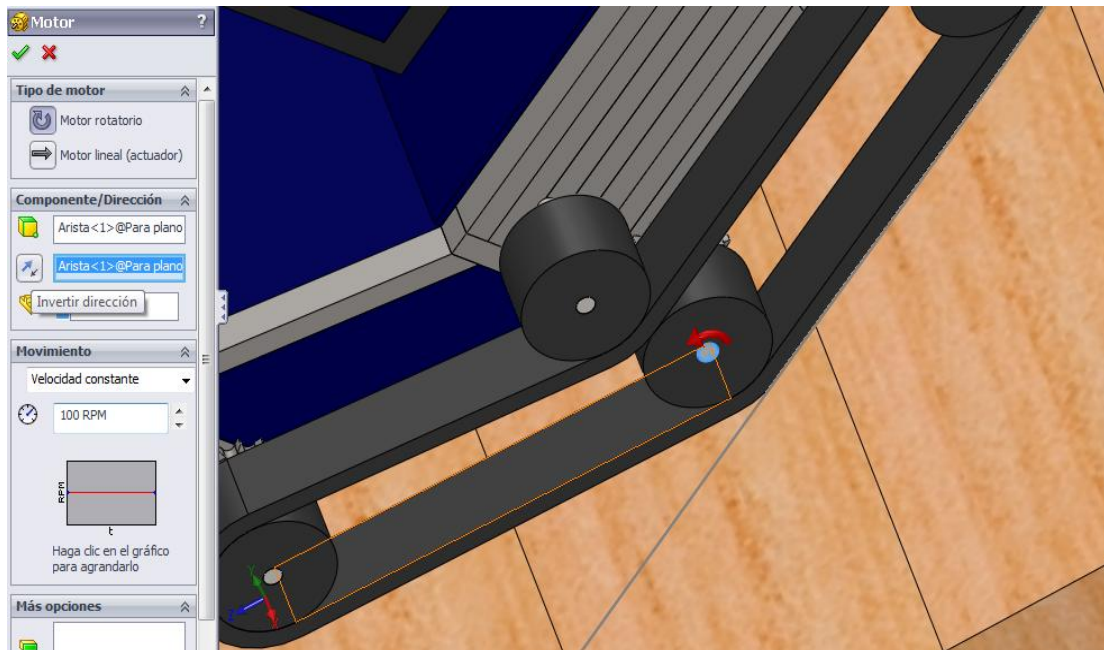
Colocar los motores, uno lineal para el movimiento rectilíneo y dos rotatorios para el giro de las ruedas.



Motor lineal



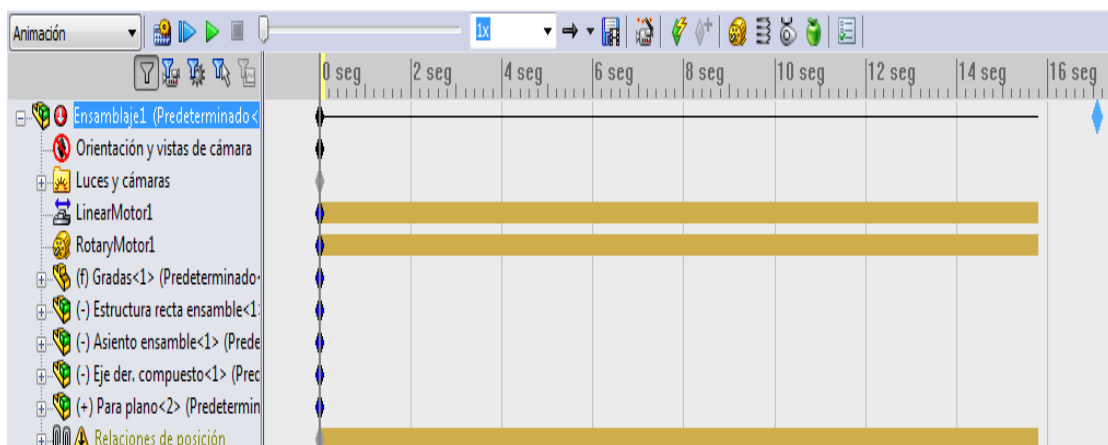
## Motores rotatorios



El otro motor se deberá colocar en el mismo sitio pero en el lado izquierdo.

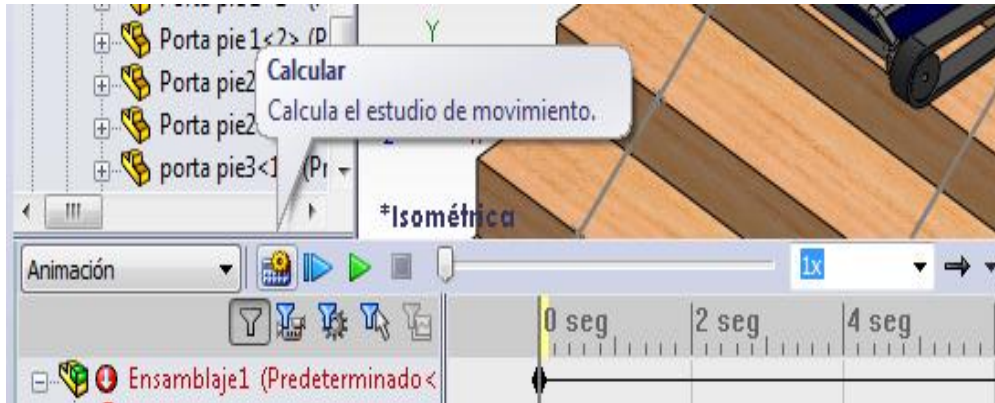
## 11 Animación

Seleccionar la opción de animación y establecer el tiempo que durara la animación arrastrando el rombo negro que se encuentra en la barra de tiempo.

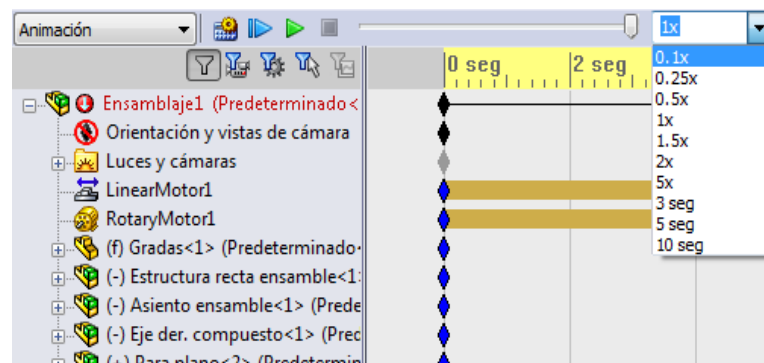


Verificar los movimientos para saber si esta correcto o hace falta algún tipo de modificación en los ensambles o en las velocidades de los motores, esto se realiza con la opción reproducir.

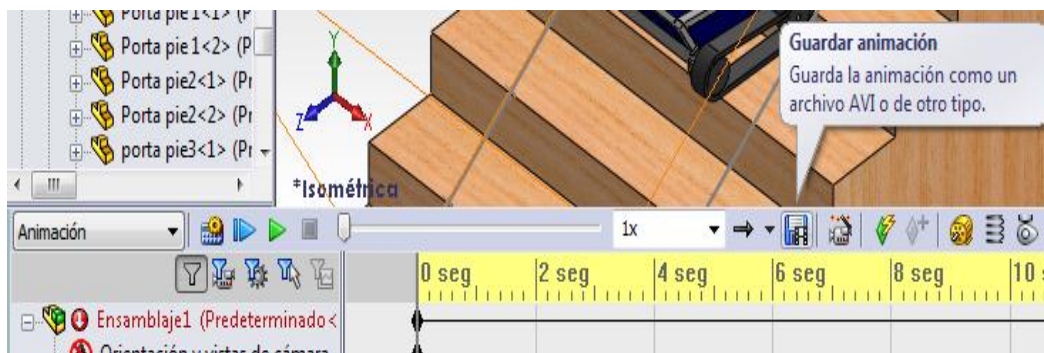
Calcular todos los movimientos que se producen durante la animación.



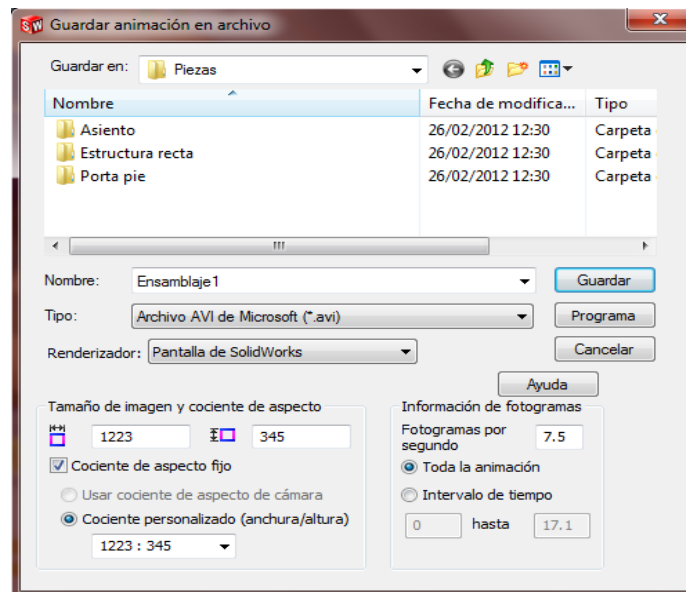
Variar la velocidad de reproducción de la animación.



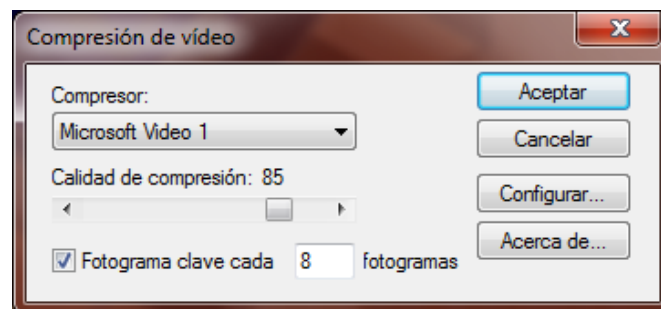
Guardar Animación



Proporcionar el nombre y ubicación al archivo



Durante la grabación se podrá realizar acercamientos giros y vistas para detallar los movimientos que se requiera de la silla de rueda, todos estos cambios se grabaran.



## **CAPÍTULO IV**

### **MANUAL DE USUARIO, MANUAL DE MANTENIMIENTO Y COSTOS**

#### **1 MANUAL DE USUARIO**

##### **1.1 INTRODUCCIÓN**

Por favor lea cuidadosamente este manual antes de utilizar su silla de ruedas. El uso inapropiado de esta puede ocasionar daños, lesiones o accidentes viales, de esta manera disfrutara al máximo de su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras*.

La silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras ha sido diseñada y simulada para proveer una confortable, segura y accesible solución para sus necesidades de movilidad.

##### **1.2 ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD**

El usuario debe estar familiarizado con el uso y operación de su silla de ruedas antes de manejarla para lo cual necesita mantener siempre en mente las siguientes advertencias:

###### **Reglas de tránsito para silla de ruedas**

Las reglas de tránsito que se aplican para los peatones son las que rigen a los usuarios de silla de ruedas sin importar del tipo que estas sean.

Por su seguridad siga el reglamento para peatones:

- Conduzca sobre la acera, en calles de un solo sentido o en áreas exclusivas de peatones. Nunca circule donde hay vehículos motorizados o en caminos de doble circulación
- Por favor no circule en su silla de ruedas después de consumir alcohol o cuando este cansado
- Por favor sea cuidadoso cuando maneje su silla de ruedas ya que esta no fue diseñada para utilizarse en las calles por la noche
- Antes se subir o bajar escaleras la silla de ruedas debe estar lo más recto posible frente a los escalones, para garantizar un ascenso y descenso perfecto
- Conduzca por la acera y al encontrar obstáculos o escalones al ingreso de edificios, casas, etc. siempre verifique que estos espacios estén libres de peatones

### 1.3 CONOCIENDO SU SILLA DE RUEDAS AUTÓNOMA QUE PERMITE SUBIR Y BAJAR ESCALERAS

Para conseguir un manejo seguro de su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* tome en cuenta las siguientes consideraciones:

- Familiarícese con los movimientos básicos de su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* como son: acelerar, frenar, reversa y vuelta
- Comience con el manejo de su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* en lugares abiertos.
- Cuando este acostumbrado con el manejo de su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* en áreas abiertas comience a practicar en áreas concurridas, áreas angostas, así como en escalones.
- Procure la compañía de alguna persona las primeras veces que circule en las calles.
- No suba pasajeros en su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras*.
- El peso máximo que soporta su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* es de 80 kg por lo que no se debe exceder este.
- Maneje sin compañía únicamente cuando este seguro de un manejo perfecto.
- No se levante o salga de *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* mientras esté en movimiento. Puede perder el balance y sufrir algún daño por causa de una caída
- Asegúrese de que su ropa no se enrede en las cadenas, llantas y banda de su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras*, realizar este paso cada vez que suba o baje escaleras
- Evite el manejo de su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* en calles con tráfico pesado, caminos lodosos, con grava suelta, accidentados, o estrechos
- Manténgase alejado de lugares donde podrían quedar atascadas las bandas de su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras*
- No maneje su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* en exteriores cuando es de noche, cuando este lloviendo, con viento o neblina.

- No maneje su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* en pistas en forma de “S” o haciendo movimientos erráticos o repentinos.
- Bajo ninguna circunstancia debe utilizar su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* como asiento en vehículos de motor como autobuses, automóviles, trenes, etc.

### **Rampas, Cuestas y Bajadas**

- No maneje su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* en subidas o bajadas con un grado mayor de inclinación que el señalado en su Tabla de especificaciones.
- Siempre utilice velocidad constante para subir o bajar pendientes.
- No circule su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* en caminos con grandes desniveles o grietas.
- Por favor vaya despacio cuando este en un camino con inclinación.
- No realizar inclinaciones hacia adelante al subir una pendiente o hacia atrás al bajar una pendiente ya que el péndulo de la silla lo hará por usted.

### **Acerca de celulares y otros equipos eléctricos**

- No utilice celulares u otros mecanismos de radio comunicación mientras circule en su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras*
- Siempre apague su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* para realizar alguna llamada, una vez que termine vuelva a encenderla.
- No cargue su celular o cualquier otro mecanismo eléctrico a la batería de su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras*

**Nota:** Su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* puede ser susceptible a interferencias electromagnéticas (EMI), la energía electromagnética es emitida de fuentes tales como estaciones de radio, estaciones de TV, transmisores de radio amateur, radios de dos vías y teléfonos celulares. Estas interferencias pueden ocasionar que los frenos de los servomotores se liberen, la Silla de Ruedas se mueva de manera autónoma o circule en direcciones no previstas. Estas interferencias pueden causar daño permanente en el sistema de control de su Silla.

## **1.4 SILLA DE RUEDAS AUTÓNOMA QUE PERMITE SUBIR Y BAJAR ESCALERAS**

### **1.4.1 Antes de manjar su silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras**

- Asegúrese que el asiento esté debidamente instalado en su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras*
- Coloque los brazos en los descansabrazos acomodándose de manera que pueda maniobrar las palancas de su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras*, y permitiendo descansar sus brazos sobre ellos
- Revise que las baterías de su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* se encuentre en perfecto estado y verifique que tengan suficiente carga para su recorrido
- Verifique que las palancas del joystick (control de mando) funcione correctamente
- Asegúrese que el freno electromagnético trabaje de manera correcta

### **ADVERTENCIA**

- Asegúrese de que el sistema del electro frenó de su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras*, ubicado en la parte delantera este activado al subir o bajar escaleras
- Para verificar el perfecto funcionamiento del electro frenó, deje las palancas en posición neutral o en el centro e intente mover la silla este debe estar perfectamente bloqueada
- Para su protección el freno electromagnético se activará de manera automática cuando baje una pendiente o escalera esto limitará la velocidad a un nivel seguro
- Utilice siempre el cinturón de seguridad de su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras*
- Mantenga los pies sobre los descansa pies de su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* mientras circule, suba o baje escaleras



## ATENCIÓN

- No se pare sobre los descansa pies, esto podría provocar que la silla se volteara ocasionándole daños o lesiones
- No apague su Silla de ruedas cuando esta esté en marcha, subiendo o bajando rampas y escaleras ya que hacer una parada repentina puede ocasionarle algún accidente o lesión
- No maneje a alta velocidad cuando este en el interior de algún lugar
- No coloque objetos magnéticos cerca del control de la Silla, podría afectar su operación
- Cerciórese de que no haya objetos o personas atrás de su Silla cuando circule en reversa

### **1.4.2 Manejando su silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras**

- Al mover ambas palancas hacia adelante usted avanzara y viceversa para retroceder
- Al mover la palanca derecha hacia adelante y la izquierda hacia atrás usted girara en sentido anti horario y para el sentido horario se realizara el proceso en viceversa. Tenga cuidado con la velocidad de la silla al realizar el giro ya que tomara tiempo para que el usuario se acostumbre
- Mantenga la velocidad constante al circular
- Puede circular a mayor velocidad cuando esté en áreas despejadas o en propiedad privada

### **1.4.3 Descender o ascender pendientes o escaleras**

Al subir alguna pendiente o escaleras, mantenga su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* siempre en movimiento, si debe detenerse, al reiniciar la marcha avance lentamente y vaya acelerando de manera gradual.

Cuando circule cuesta abajo, o escalones abajo vaya lentamente y siempre en línea recta por el centro, si su Silla de Ruedas comenzará a avanzar más rápido de lo que usted desea, libere las palancas del joystick, o coloque en posición neutral o central y detenga la marcha por completo, después empuje ligeramente las palancas hacia adelante hasta que avance a la velocidad deseada y continúe descendiendo.

**Nota:** se han realizado varios cálculos de inclinación con la *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* cuyos resultados han demostrado que el grado máximo de inclinación que puede ascender de manera segura es de 40 grados con la capacidad máxima de peso y de igual manera para la bajada.

#### ATENCIÓN

- Cuando el terreno sea inclinado no maneje en forma de zig zag y asegúrese de que la cima de la pendiente no supere la altura de su cabeza, de lo contrario evite arriesgarse al intentar subirla.
- Siempre conduzca la Silla de Ruedas para Subir y Bajar Escaleras en el centro de una pendiente o de una escalera y en línea recta, esto realmente reduce la posibilidad de una caída o tropiezo. Siempre extreme precauciones al subir y bajar escaleras.
- Nunca intente subir o bajar alguna pendiente o escalera que pueda resultar extremadamente riesgosa (superficies o escalones cubiertas de nieve, hielo, mojadas o en mal estado)

#### **1.4.4 Deteniendo su silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras**

- Libere completamente las palancas, o colóquelas en posición neutral para que su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* frene la marcha y se detenga
- Apague su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras*

## 2 MANUAL DE MANTENIMIENTO

Para un buen funcionamiento y evitar cualquier tipo de desperfecto o daño futuro de su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* realice las siguientes inspecciones y mantenimientos.

### 2.1 INSPECCIÓN

Los primeros ajustes en su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* serán para adaptar la altura de sus componentes a las medidas del usuario, para los ajustes posteriores siga estos procedimientos.

Nº	COMPONENTE	REVISIÓN			
		Inicial	Semanal	Mensual	Periódica
1	<b>General (Localización y resolución de problemas mecánicos)</b> <i>La silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras debe rodar suavemente en línea recta (no debe oponer resistencia o jalarsse a algún lado)</i>	X			X
2	<b>Tapicería del respaldo y asiento</b> Verifique que no tenga rasgaduras o que haya dado mucho de sí	X			X
3	<b>Asiento</b> Deberá estar bien sujeto al chasis de su <i>silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras</i>	X		X	X
4	<b>Bandas</b> Verifique que estén bien templadas y que no presenten movimiento lateral excesivo	X		X	
5	<b>Cadenas</b> Verifique que estén bien templadas y que no presenten ningún movimiento lateral	X		X	
6	<b>Eje del asiento</b> Verifique que el eje del asiento se encuentre bien ajustado al triangulo del chasis de su <i>silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras</i>	X		X	
5	<b>Limpieza</b> Mantenga limpia la tapicería y los descansabrazos	X		X	

**Tabla 8.-** Inspección de la silla de ruedas

**Fuente:** Los autores

## 2.2 HOJA DE MANTENIMIENTO

Para estar seguro de que su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* tenga el mantenimiento adecuado debe realizar un mantenimiento total cada 6 meses.

AÑO	1	2	3	4	LISTA DE COMPONENTES REPARADOS
<b>Fecha de los Servicios</b>					
<b>MANDO</b>					
Botón de Encendido					
Joystick					
Frenos					
Punto de Recarga					
<b>BATERÍAS</b>					
Niveles					
Conexiones					
Prueba de Descarga					
<b>BANDAS</b>					
Nervado					
<b>MOTORES</b>					
Cableado					
Ruido					
Conexiones					
Freno					
Cepillos					
<b>CHASIS</b>					
Condición					
Descansapiés					
<b>TAPICERÍA</b>					
Asiento					
Respaldo					
Descansabrazos					
<b>ELÉCTRICOS</b>					
Condición de Conexiones					
<b>PRUEBA DE MANEJO</b>					
Manejar Derecho					
Reversa					
Alto					
Pasar obstáculos					

**Tabla 9.-** Tabla de mantenimiento

**Fuente:** Los autores

## 2.3 BATERIA, FUSIBLES Y BANDAS

### 2.3.1 Batería

Si las baterías se contaminan con agua, ácido de batería, polvo o cualquier otra sustancia, comenzarán a descargarse rápidamente. Las baterías suministradas con su Silla *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* están selladas, son libres de mantenimiento y sin riesgo alguno de fugas de batería. Por favor siga los pasos que damos a continuación para dar mantenimiento a las baterías:

- Apague su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras*
- Abra el compartimiento de las baterías
- Quite la cubierta y desconecte la terminal de las luces traseras
- Utilice un paño limpio para limpiar el área sólida.
- Retire la batería.
- Remueva la suciedad con un paño limpio. Si alguna de las terminales estuviera cubierta con polvo blanco, limpie la superficie utilizando agua tibia.

#### 2.3.1.1 Cambiar las baterías

- Abra el compartimiento de las baterías
- Quite la cubierta
- Desconecte la terminal negativa (cable negro) primero, después la terminal positiva (cable rojo), removiendo las 4 tuercas y tornillos de cada terminal
- Quite las baterías
- Coloque las nuevas baterías
- Conecte la terminal positiva (cable rojo) primero, después la terminal negativa (cable negro), ajustando las tuercas y tornillos de las terminales
- Reinstale la cubierta y el asiento

## **Sugerencias**

- 1.- Asegúrese que las terminales estén propiamente instaladas y coloque nuevamente la cubierta.
- 2.- No usar la batería para recargar otro equipo.
- 3.- La eficiencia de las baterías puede variar por factores externos, en tiempo de fríos el rendimiento será más bajo que el resto del año.
- 4.- Reemplace las baterías al mismo tiempo

### **2.3.2 Bandas**

Las condiciones de las bandas dependen del uso que le de a su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras*.

- Revise el rodado de las bandas para verificar la huella de las mismas.
- Por favor inspeccione el desgaste de la huella de sus bandas con regularidad. Cuando la profundidad en el dibujo o huella de las llantas sea menor de 5mm, reemplácelas.

## **2.4 ALMACENAMIENTO**

Siempre que guarde su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* asegúrese de que:

- El cargador esté desconectado.
- La Silla se encuentre apagada.

## **Sugerencias**

- 1.- Evite guardar su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* en un lugar donde le de la luz directa del sol, esté húmedo o pueda mojarse con la lluvia.
- 2.- Antes de guardar su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* por períodos largos cargue completamente sus baterías y desconecte las terminales

## 2.5 SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Para solucionar cualquier tipo de inconveniente que presente su *silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras* revise esta hoja de problemas.

SÍNTOMA	POSIBLE CAUSA	SOLUCIÓN
Distancia de manejo limitada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Las baterías no tienen carga suficiente.</li> <li>▶ Las baterías débiles, no retienen la carga.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Deje cargar las baterías toda la noche o por un periodo no menor de 10 hrs.</li> <li>◆ Cada vez que utilice su <i>silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras</i> recargue las baterías. Asegúrese de estar recargando sus baterías de la forma correcta.</li> <li>◆ Reemplace las baterías.</li> </ul>
Las baterías no se cargan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ El cargador no funciona.</li> <li>▶ La conexión está floja.</li> <li>▶ No hay corriente en el enchufe.</li> <li>▶ Está dañada la conexión del cargador, el cable, la clavija o los cables internos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Reemplace el cargador.</li> <li>◆ Revise todas las conexiones.</li> <li>◆ Conecte el cargador en otro enchufe.</li> <li>◆ Reemplace el cargador o repárelo.</li> </ul>
Las baterías utilizan mucha corriente mientras se cargan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ La batería está fallando.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Reemplace las baterías.</li> </ul>
La <i>silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras</i> no camina.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Las baterías están descargadas.</li> <li>▶ El cargador está conectado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Cargue las baterías, asegúrese de hacerlo de manera correcta.</li> <li>◆ Desconecte el cargador de la toma de corriente.</li> </ul>
El motor hace ruido o la silla circula de manera irregular.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Falla eléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Contacte con un ingeniero eléctrico de su confianza.</li> </ul>
El Joystick no funciona bien o no responde.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Falla eléctrica.</li> <li>▶ El control no está bien programado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Contacte con un ingeniero eléctrico de su confianza.</li> </ul>

Sólo 1 banda gira.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Falla eléctrica.</li> <li>▶ La palanca de uno de los motores no funciona</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Contacte con un ingeniero eléctrico de su confianza.</li> <li>◆ Verifique que las dos palancas del motor estén conectadas</li> </ul>
La <i>silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras</i> no responde a los comandos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Las terminales de la conexión de baterías están sucias o desgastadas.</li> <li>▶ Falla Eléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Limpie las terminales.</li> <li>◆ Contacte con un ingeniero eléctrico de su confianza.</li> </ul>
La <i>silla de ruedas autónoma que permite subir y bajar escaleras</i> se muestra como apagada aún después de haberla recargado y encendido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Las terminales de la conexión de baterías están sucias o desgastadas.</li> <li>▶ Falla Eléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Limpie las terminales.</li> <li>◆ Contacte con un ingeniero eléctrico de su confianza.</li> </ul>

**Tabla 10.-** Solución de problemas  
**Fuente:** Los autores

### 3 ESPECIFICACIONES Y DATOS TÉCNICOS DE LA SILLA DE RUEDAS AUTÓNOMA QUE PERMITE SUBIR Y BAJAR ESCALERAS

<b><i>SILLA DE RUEDAS AUTÓNOMA QUE PERMITE SUBIR Y BAJAR ESCALERAS</i></b>	
Medidas (Largo x Ancho x Altura )	970x635x870mm
Peso Máximo	180Kg
Baterías	12V 45Ah x 2
Motor	0.44 hp
Máxima velocidad de rotación	60 rpm
Ruedas Delanteras	100 mm
Ruedas Traseras	100 mm
Sistema de Conducción	Direct drive
Sistema de Frenos	Frenos Electromagnéticos
Velocidad Máxima	1.5 m/s
Altura de obstáculo a salvar	80 mm
Angulo de Inclinación	40°
Forma de Tracción	banda

**Tabla 11.-** Especificaciones de la silla de ruedas autónoma  
**Fuente:** Los autores



## 4 COSTOS DE LA SILLA DE RUEDAS AUTÓNOMA

### 4.1 Insumos directos

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO (DÓLARES)	
			UNIDAD	TOTAL
Motor reductor	0.44 hp - 3400rpm - 24VDC	2	235	470
Batería	12V - polaridad D/F – 10 placas	2	73	146
Banda	Textil Nervada - 1200 mm x 15 mm x 60 mm	2	100	200
Asiento	Tubo rectangular acero laminado - 30 mm x 30 mm x 4500 mm	1	100	100
Estructura	Tubo rectangular acero laminado – 30 mm x 30 mm x 8000 mm	1	180	180
Base	Plancha acero laminado – 1000 mm x 600 mm	2	50	100
Eje asiento	Eje acero cementado - 600 mm – 40 mm diámetro	1	50	50
Ruedas	Eje acero industrial - 100 mm x 60 mm diámetro	8	40	320
Eje del sistema motriz	Tubo acero cementado – 215 mm – 15 mm diámetro	8	20	160
Catalina	Eje acero Astm A-36 – 775 mm – 90 mm diámetro	8	40	320

Tornillo sin fin	Eje de hierro fundido - 19.125 mm – 60 mm diámetro	2	75	150
Corona	Eje de bronce fosforoso – 19.125 mm – 60 mm diámetro	2	80	160
Cadena	Cadena #7	2	50	100
Joysticks	Palanca de mando universal	2	50	100
Cable de batería	Alambre – 12 Voltios – 2000 mm	1	20	20
Cable de control	Alambre - 2000 mm	1	25	25
Pintura	Anticorrosiva – 2000 mm	1	12	12
Tapiz	Cuerina anti escaras – 2000m	1	30	30
<b>SUBTOTAL (A)</b>			\$1230	<b>\$2643</b>

**Tabla 12.-** Insumos directos

**Fuente:** Los autores

#### 4.2 Insumos indirectos

ITEM	CANTIDAD	COSTO (DÓLARES)	
		UNIDAD	TOTAL
Thinner	1 litro	2.25	2.25
Waype	10 unidades	0.15	1.50
Lubricante	1 litro	5	5
<b>SUBTOTAL (B)</b>		\$47	<b>\$ 83</b>

**Tabla 13.-** Insumos indirectos

**Fuente:** Los autores

#### 4.3 Maquinado

<b>MÁQUINA</b>	<b>HORA / MÁQUINA (DÓLARES)</b>	<b>HORAS DE TRABAJO</b>	<b>COSTO TOTAL (DÓLARES)</b>
Torno	11.00	5	55.00
Soldadora	10.00	12	120.00
Fresadora	11.00	5	55.00
Pintura	10.00	12	120.00
<b>SUBTOTAL (C)</b>			<b>\$ 350.00</b>

**Tabla 14.-** Maquinado  
**Fuente:** Los autores

#### 4.4 Mano de obra

<b>TIPO DE TRABAJO</b>	<b>SALARIO MENSUAL (DÓLARES)</b>	<b>HORA / TRABAJO (DÓLARES)</b>	<b>HORAS DE TRABAJO</b>	<b>COSTO TOTAL (DÓLARES)</b>
Torno	400.00	1.52	5	7.60
Soldadura	370.00	1.46	12	17.52
Fresa	400.00	1.50	5	7.50
Pintura	350.00	1.37	12	16.44
Tapicería	350.00	1.45	12	17.4
Eléctrico	600.00	3.00	8	24
<b>SUBTOTAL (D)</b>				<b>\$ 300</b>

**Tabla 15.-** Mano de obra  
**Fuente:** Los autores

#### 4.5 Costos totales

<b>TIPO</b>	<b>COSTO (DÓLARES)</b>
INSUMOS DIRECTOS	2643
INSUMOS INDIRECTOS	83
MANO DE OBRA	300
MAQUINARIA	350
IMPREVISTOS	374
<b>TOTAL</b> <b>(A + B +C + D)</b>	<b>\$3750</b>

**Tabla 16.-** Costos totales

**Fuente:** Los autores

## CONCLUSIONES

- El mecanismo de silla de ruedas permite a su usuario mantener una autonomía total al momento del manejo, por lo cual no necesita ningún tipo de ayuda externa para su libre desenvolvimiento.
- El mecanismo de silla de ruedas permite a su usuario restablecerse a su vida laboral y personal de manera mucho más eficiente y segura que con una silla de ruedas manual o una eléctrica.
- El mecanismo de sillas de ruedas está diseñado para permitir el desplazamiento de personas con problemas de locomoción o movilidad reducida en sus piernas, mas no para personas cuadripléjicas o con problemas visuales.
- El mecanismo de silla de ruedas cubre satisfactoriamente las necesidades de su usuario, permitiéndole subir y bajar escaleras así como sobrepasar cualquier tipo de obstáculo arquitectónico manteniendo gran estabilidad, confiabilidad y autonomía.
- El mecanismo de silla de ruedas presenta un diseño compacto, de gran modularidad y con un alto nivel de seguridad precautelando la integridad del usuario y la sencillez de control.
- Las dimensiones del mecanismo de silla de ruedas cumplen con la norma ISO 7198:85 para silla de ruedas estándar, así como con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 239:2000 de arquitectura.
- Los materiales y los elementos constitutivos con los que fue diseñado y simulado el mecanismo de silla de ruedas se encuentran en el mercado nacional por lo que es factible su construcción.
- Debido a las características que posee el mecanismo de silla de ruedas así como su accesible precio se constituye en una alternativa muy notable a los modelos comerciales, siempre y cuando el mecanismo de silla de ruedas sea producido en masa.

## RECOMENDACIONES

- No exceder el peso máximo que puede soportar el mecanismo de silla de ruedas para evitar el vuelco en curvas pendientes o desniveles, por lo que es recomendable que el peso del usuario no supere los 80kg.
  
- Leer el manual de mantenimiento para evitar cualquier tipo de desperfecto o daño futuro del mecanismo de silla de ruedas, así como para realizar los mantenimientos programados.
  
- Leer el manual de usuario y de operación para saber el modo correcto de funcionamiento y de manejo del mecanismo de silla de ruedas.
  
- El mecanismo de ruedas está diseñado para transitar por cualquier tipo de superficie, pero es recomendable no transitar por los lugares arenosos o salinos porque estos reducirán el buen funcionamiento de la cadena – catalina del sistema motriz.
  
- En nuestro país la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre prohíbe el libre tránsito por las calles con cualquier tipo de silla de ruedas, por lo que se recomienda el uso apropiado del mecanismo de silla de ruedas por lugares permitidos.

## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS

- American Institute of Steel Construction. “Manual of Steel Construction”.
- N. Larburu. “Prontuario de Máquinas, Técnicas, Máquinas y Herramientas”. Editorial Paraninfo; Décimo tercera Edición, 2001. Documento en PDF.

### PÁGINAS WEB

- ❖ <http://www.conadis.gob.ec/investigacion96.htm> “Consejo nacional de discapacidades CONADIS”
- ❖ [http://www.uned.es/ribim/volumenes/Vol11N1Enero\\_2007/V11N1A05%20Gonzalez.pdf](http://www.uned.es/ribim/volumenes/Vol11N1Enero_2007/V11N1A05%20Gonzalez.pdf) “UN NUEVO MECANISMO PARA SUBIR ESCALERAS A. González, R. Morales, A. Nieto, J. M. Chicharro, P. Pintado” (Investigado Marzo 22, 2011)
- ❖ <http://www.chairdex.com/shistory.htm> (Investigado Abril 10, 2011)
- ❖ <http://osirista.blogspot.com/2010/03/linea-del-tiempo-aparato-auditivo.html>
- ❖ <http://www.chairdex.com/stypes.htm> (Investigado Abril 12, 2011)
- ❖ [http://www.integrando.org.ar/investigando/silla\\_ibot.htm](http://www.integrando.org.ar/investigando/silla_ibot.htm) (Investigado Mayo 7, 2011)
- ❖ <http://www.grupodorados.com/articulos-productos-salvaescaleras/50/sillas-y-orugas-moviles/orugas-salvaescaleras/oruga-dorados-roby-t-09.html> (Investigado Mayo 7, 2011)
- ❖ <http://www.ideasgeek.net/2009/09/29/sillas-de-ruedas-adaptadas-a-barreras-arquitectonicas-galileo-mobility/> (Investigado Mayo 10, 2011)
- ❖ [http://www.alenmultimedia.com/@demos/kauman/?sec=productos&prod=textile\\_belts&lang=es](http://www.alenmultimedia.com/@demos/kauman/?sec=productos&prod=textile_belts&lang=es)(Investigado Julio 22, 2011)
- ❖ [http://www.kauman.com/es/products/bt\\_lisas\\_es.asp](http://www.kauman.com/es/products/bt_lisas_es.asp) (Investigado Julio 22, 2011)
- ❖ [http://www.kauman.com/es/products/bt\\_nervadas\\_es.asp](http://www.kauman.com/es/products/bt_nervadas_es.asp) (Investigado Julio 22, 2011)
- ❖ <http://peea.com.mx/productos/reductores.html> (Investigado Agosto 10, 2011)
- ❖ <http://www.ferromaq.com.ar/es/repuestos/cadenas> (Investigado Agosto 12, 2011)
- ❖ <http://www.imperialelectric.com/products/> (Investigado Agosto 12, 2011)
- ❖ <http://www.bateriasecuador.com/> (Investigado Septiembre 20, 2011)
- ❖ <http://www.superrobotica.com/S330195.htm> (Investigado Septiembre 20, 2011)
- ❖ <http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema07.pdf> (Investigado Septiembre 20, 2011)

# ANEXOS



## ANEXOS CAPÍTULO 1

### ANEXO 1. 1

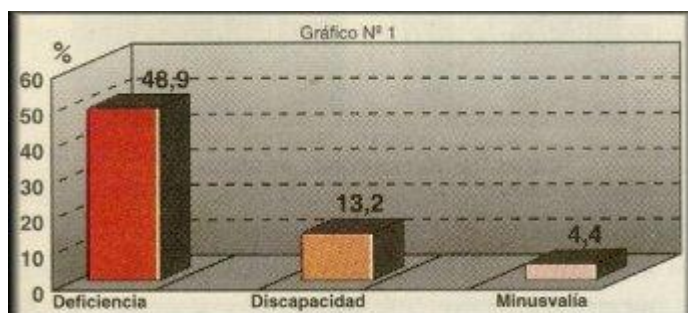
#### CONSEJO NACIONAL DE DISCAPACIDADES CONADIS

#### INVESTIGACIÓN NACIONAL 1996

#### SITUACIÓN DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL ECUADOR

Los resultados de una investigación que culminó en 1996, auspiciada por el CONADIS, el Instituto Nacional del Niño y la Familia, - INNFA del Ecuador y el Instituto de Migración y Servicios Sociales, - IMSERSO de España, muestra la situación de las discapacidades en nuestro país, en sus aspectos más importantes: El aspecto legal, el de atención a las personas con discapacidad y el epidemiológico en su dimensión y distribución geográfica.

En el país el 48.9% de la población tiene alguna deficiencia es decir, un trastorno ó alteración orgánica, funcional o psicológica que puede provocar una discapacidad.



El 13.2% de la población tiene algún tipo de discapacidad, es decir una limitación de carácter permanente para realizar una actividad como la realizan las otras personas; y, el 4.4% tiene alguna minusvalía, es decir, una seria desventaja a consecuencia de una discapacidad para cumplir un rol social.



[http://www.conadis.gob.ec/images/g14\\_ayudastecnicas.jpg](http://www.conadis.gob.ec/images/g14_ayudastecnicas.jpg)

## ANEXO 1. 2

### CHAIRDEX HISTORIA

Así traumas y enfermedades han creado una necesidad por sillas de ruedas que se extiende muchos años hacia atrás. Algunos comentaristas incluso han sugerido que como la evidencia más antigua de sillas y ruedas data de alrededor de 4000 AC, es posible que las dos fueran combinadas para hacer una silla con ruedas hasta seis mil años atrás. La primera prueba clara de una silla de ruedas, sin embargo, es de una imagen china grabada en 525 DC.

Cualquier historia subsiguiente de la silla de ruedas es difícil de documentar hasta 1595. Este fue el año en que un artista dibujó un borrador del Rey español, Felipe II de España (1527 - 1598), sentado en una silla que tenía pequeñas ruedas montadas al final de cada pata. Los rasgos de la silla incluían una plataforma levantada para las piernas del Rey y un respaldo ajustable.

La silla del Rey Felipe no era auto-propulsada; él dependía de un cortesano o un sirviente para empujarla. La primera instancia documentada de una persona discapacitada con movilidad independiente fue en 1655 cuando Stephen Farfler, un relojero parapléjico, construyó una silla que parecía robusta sobre un chasis de tres ruedas. Sujetas a cada lado de la rueda frontal única había manivelas que Stephen giraba para impulsarse hacia adelante.

El siguiente desarrollo fue una silla inventada en 1783 por John Dawson. Dawson trabajaba en Bath, Inglaterra, a donde muchos inválidos viajaban para beber y bañarse en las aguas del balneario. La silla "Bath" de Dawson, con su tercera rueda que el ocupante podía dirigir usando una manivela rígida agregada, fue un gran suceso. Hubo un número de versiones, algunas de ellas abiertas, otras con capuchas y frentes de vidrio, pero todas debían ser empujadas desde atrás o tiradas por un pequeño caballo o burro.

Durante el siglo diecinueve, las sillas de ruedas se volvieron menos voluminosas y más confortables. Como resultado, algunos usuarios fueron capaces de girar las grandes ruedas traseras con sus manos, aunque esto podía ser desagradable si la silla corría a través de un charco de barro. El problema se solucionó en 1881 cuando los fabricantes empezaron a agregar un segundo borde con una menor circunferencia a cada rueda. Estos bordes mantenían las manos limpias y se conocieron como bordes para empujar.

A comienzos del siglo veinte, las sillas de ruedas se habían desarrollado aún más y disponían de ruedas con rayos de alambre, respaldos ajustables, y apoyos móviles para brazos y pies. También había modelos livianos hechos de mimbre montados sobre marcos de metal.

En 1915, ingenieros británicos habían producido la primera silla de ruedas motorizada, aunque la mayoría de los usuarios continuaron en las versiones manuales, que se estaban volviendo mucho más baratas. A pesar de esto, las sillas aún eran rígidas y difíciles de guardar y transportar, particularmente en autos. Pero en 1932, un ingeniero de Los Ángeles llamado Harry Jennings diseñó y construyó una silla plegable para su amigo, Herbert Everest.

Los dos hombres inmediatamente vieron el potencial de este invento y establecieron una compañía para producir en masa las nuevas sillas portátiles. Estos fueron los precursores de las sillas de ruedas de uso común hoy en día.

Las primeras sillas eran hechas de madera, eran muy pesadas de acuerdo a los estándares de hoy en día, y tenían respaldos altos. Proveían una movilidad muy limitada; la mayoría de los usuarios incluso no podían empujarse a sí mismos y tenían que depender de otras personas para empujarlos.

Las primeras sillas a poder usaban cintas en el tren de tracción. El motor encendía un rotor que tenía una cinta enrollada a su alrededor, y la cinta transmitía la energía a las ruedas. Las sillas de hoy en día usan transmisión directa, significando que el motor enciende engranajes que encendidos mueven la energía a través de una transmisión de engranajes a las ruedas. La transmisión directa es más confiable y necesita menos mantenimiento.

(Las sillas a poder en un tiempo fueron llamadas en realidad "sillas eléctricas", hasta que los comerciantes se dieron cuenta de que el público pensaba en las sillas eléctricas como máquinas para ejecuciones). Las primeras sillas a poder eran sillas manuales con baterías y mecanismos de engranaje hechos de cualquier forma. Las sillas eran abultadas y difíciles de navegar. Los diseñadores han arreglado esos problemas desde entonces, y las sillas a poder modernas tienen todos sus elementos integrados en un sistema coherente. Mientras las primeras sillas a poder usaban la energía eléctrica sólo para mover las ruedas hacia adelante, los sistemas de hoy en día incluyen ajustes motorizados para los asientos, los descansos de los pies, los respaldos y los reposacabezas.

La compañía Everest and Jennings dominó la industria de las sillas de ruedas durante mediados del siglo 20. Tenían tanto poder en el mercado que enfrentaron cargos por establecer los precios demasiado altos, y el Departamento de Justicia de los EEUU levantó una demanda anti-monopolio contra ellos. Nuevas compañías surgieron con diseños innovadores, y expandieron el rango de opciones para los usuarios de sillas de ruedas

## ANEXO 1.3

### LÍNEA DEL TIEMPO: SILLA DE RUEDAS

Se registra que la primera silla de ruedas que se ha construido fue para el rey Felipe II de España, quien tenía un trastorno motriz que le imposibilitaba disfrutar de desplazamiento normal y adecuado.

La primera patente que se conoce sobre una silla de ruedas es del año 1869. Era un modelo bimanual, que se impulsaba por ruedas traseras. Luego surgieron otros modelos con tres ruedas que fueron incorporando otras modificaciones.

El primer modelo que se conoce impulsado por electricidad es de 1924. Este no fue llamativo para el público porque producía demasiado ruido que era molesto para el usuario. La silla de ruedas como se la conoce actualmente fue construida en el año 1932 por Harry Jennings. Este le construyó una silla a un amigo que tenía una dolencia y ambos fundaron más tarde la compañía Everest & Jennings. Con el tiempo dominaron el mercado hasta aproximadamente la década de 1960. Luego su empresa entro bancarota debido a la aparición de nueva competencia principalmente de Corea y Japón que brindaban productos más baratos y muy confiables.

Se ha diseñado también un vehículo por parte de Alberto Masferrer como una opción o alternativa a la silla de ruedas clásica. Este invento fue llamado en su momento "mafermóvil". El mismo contaba con tres ruedas, dos aeroventilas y un alerón lateral. Este vehículo ofrecía un desplazamiento mucho más fácil y veloz que la silla de ruedas manual.

- 1655 Stephen Farfler, un relojero parapléjico, construyó una silla que parecía robusta sobre un chasis de tres ruedas. Sujetas a cada lado de la rueda frontal única había manivelas que Stephen giraba para impulsarse hacia adelante.

- 1783 Por John Dawson. Dawson trabajaba en Bath, Inglaterra, a donde muchos inválidos viajaban para beber y bañarse en las aguas del balneario. La silla "Bath" de Dawson, con su tercera rueda que el ocupante podía dirigir usando una manivela rígida agregada, fue un gran suceso. Hubo un número de versiones, algunas de ellas abiertas, otras con capuchas y frentes de vidrio, pero todas debían ser empujadas desde atrás o tiradas por un pequeño caballo o burro.

- 1915 Ingenieros británicos habían producido la primera silla de ruedas motorizada, aunque la mayoría de los usuarios continuaron en las versiones manuales, que se estaban volviendo mucho más baratas. A pesar de esto, las sillas aún eran rígidas y difíciles de guardar y transportar, particularmente en autos.

- 2010 Hoy en día existen diversas compañías que se dedican a la fabricación de las sillas de ruedas las cuales son elaboradas con la mayor tecnología y existen diferentes precios de acuerdo a las necesidades de cada persona.

## **ANEXO 1. 4**

### **CHAIRDEX TIPOS DE SILLAS DE RUEDAS**

#### Tipos de Sillas de Ruedas

El rango de sillas de ruedas refleja la demanda para cubrir necesidades individuales.

#### Sillas de ruedas manuales

Como lo sugiere su nombre, las sillas de ruedas manuales son aquellas movidas por el usuario o un ayudante. Las sillas propulsadas por uno mismo usualmente tienen ruedas traseras de entre 20 y 26 pulgadas de diámetro fijadas a un eje y posicionadas de forma que los usuarios pueden moverlas empujando hacia abajo o tirando hacia arriba los bordes para empujar. Por eso los usuarios pueden viajar hacia adelante y hacia atrás a velocidades dictadas por la cantidad de fuerza que son capaces de aplicar.

Controlando los bordes para empujar, los usuarios también pueden girar a la izquierda o a la derecha y sortear pequeñas depresiones y subidas que se encuentren por delante. Para operar sillas de ruedas manuales exitosamente, sin embargo, los usuarios deben tener un buen estándar de habilidad muscular y coordinación en sus brazos y hombros.

Métodos alternativos de propulsión incluyen pedales para los pies y palancas accionadas con la mano.

#### Sillas manuales para tránsito

Las sillas manuales para tránsito generalmente tienen ruedas traseras pequeñas sin bordes para empujar. Estas sillas de ruedas son más probablemente vistas en edificios como aeropuertos y hospitales donde los porteros actúan como ayudantes.

#### Sillas de ruedas eléctricas

Las sillas de ruedas con motor eléctrico son ideales para cualquiera que no posea la fuerza o la habilidad para arreglárselas con una silla manual. Las baterías recargables montadas bajo el asiento suministran la energía para los motores eléctricos que impulsan dos o bien las cuatro ruedas. Como con los autos, los diferentes arreglos de tracción determinan la forma en que la silla de ruedas se mueve y maniobra.

Las baterías vienen en tres tipos: célula-húmeda, célula-gel, y AGM (alfombra de vidrio absorbida, del inglés "absorbed glass mat").

- Las baterías de célula-húmeda son las más livianas, más baratas y menos plausibles de ser sobrecargadas. Tienden a gotear, sin embargo, por lo que no pueden llevarse en aviones.

- Las baterías de célula-gel son más pesadas pero no gotean. Duran más tiempo que las baterías de célula-húmeda y son aceptables para viajes aéreos.
- Las baterías AGM son pesadas y costosas, pero son adecuadas para aviones, son resistentes al shock y a prueba de pérdidas, y no requieren mantenimiento.

Las baterías mencionadas arriba pueden necesitar ser cargadas por una unidad separada, pero las sillas de ruedas eléctricas más modernas simplemente pueden enchufarse a un tomacorriente.

Aparte de la elección de las baterías, existen opciones para manejar la dirección y velocidad de las sillas de ruedas eléctricas. Muchas tienen una pequeña unidad de mando que se monta al final de un posabrazos o en una barra que se balancea frente al usuario una vez que él o ella está sentado. Otros tienen tubos dentro los que los usuarios soplan o chupan para controlar los movimientos de la silla.

El nivel de discapacidad experimentado por los usuarios de sillas de ruedas eléctricas también se refleja en el diseño de otras características. Éstas incluyen:

- mecanismos de giro;
- respaldos reclinables;
- elevadores para asiento, piernas o brazos.

La mayoría de estas funciones son controladas por pequeños motores eléctricos y permite a los usuarios sentirse tan confortables como sea posible en la silla.

#### Sillas tipo scooter (Wheelbase)

Las sillas tipo scooter (wheelbase) tienen cuatro pequeñas ruedas que se extienden desde una plataforma baja. El tipo de silla montada sobre esta plataforma varía de acuerdo con la discapacidad y las necesidades del usuario, algunas incluso son modeladas a partir de un molde tomado de la postura más apropiada del usuario sentado.

Una de las ventajas de las máquinas tipo scooter es que la silla puede pivotar y permitir al usuario subirse de cualquiera de los lados. Una desventaja es que el usuario debe mantener una postura rígida cuando maneja. Esto significa que las sillas tipo scooter rara vez son apropiadas para los discapacitados graves.

Los controles de las sillas tipo scooter se montan en un marco que se curva hacia arriba desde el frente de la plataforma hasta una altura y posición convenientes para el usuario. Una barra de manejo horizontal se adjunta a través de la parte superior del marco.

## Sillas para deportes

Desde los 1970s, los atletas discapacitados han tenido una colección de sillas de ruedas especiales en aumento para ayudarles a alcanzar lo mejor de su deporte elegido. Estas sillas pueden lucir muy diferentes entre sí, pero lo que usualmente tienen en común es

- marcos livianos hechos de materiales compuestos;
- solidez (que significa que no se pliegan); y
- estabilidad mejorada para giros bruscos (esto se alcanza usando ruedas en ángulo).

## Sillas de ruedas que suben escaleras

Subir escaleras es el máximo desafío para una silla de ruedas, y existe un número de soluciones disponibles.

- Soportes operados a batería en la parte posterior que actúan como estabilizadores a medida que la silla sube.
- Una serie de ruedas flexibles girando dentro de un sendero de goma que se agarra a los escalones.
- Plataformas independientes que suben escaleras a las que se asegura la silla de ruedas.

La mayoría de las sillas de ruedas que suben escaleras aun necesitan un tercero que actúe como auxiliar. Alternativamente, el usuario de silla de ruedas debe ser capaz de agarrar unos pasamanos adecuados.

## Sillas de ruedas para la playa

Una silla de ruedas para la playa es inmediatamente reconocida por sus anchas ruedas que le permiten andar suavemente en la arena sin hundirse. Algunos balnearios ahora proveen no solamente acceso para silla de ruedas sino también ofrecen a los clientes discapacitados sillas de ruedas para la playa.

## Sillas de ruedas bariátricas

Las sillas de ruedas convencionales no pueden soportar en forma segura pesos mayores a 250 libras. Una silla de ruedas bariátrica, sin embargo, puede acomodar a alguien que pese tanto como 1000 libras. La capacidad de peso de una silla bariátrica, y las medidas del asiento, varían y son mostradas en la literatura promocional.

## Sillas de ruedas pediátricas

Las sillas de ruedas pediátricas están diseñadas para niños discapacitados. Las sillas no sólo son más pequeñas que los equivalentes convencionales; pueden ser ajustadas en algunas instancias para dar a los niños la máxima libertad para sentarse, reclinarsse, y recostarse.

## ANEXO 1. 5

### UNA SUPER-SILLA PARA LOS DISCAPACITADOS

La silla de ruedas que sube escaleras cambia rápidamente del mecanismo impulsor de cuatro ruedas al de escalar colinas e incluso al de levantar al usuario para subir escaleras.

Los consejeros de la Administración de Alimentos y Drogas (FDA) dieron unánimemente su aprobación a la silla de ruedas escaladora, llamada Sistema Independiente de Movilidad iBOT 3000 en noviembre del 2002. Algunos de ellos llamaron a la iBOT, que utiliza sensores y giroscopios para balancear las dos ruedas y para subir las escaleras, potencialmente revolucionaria. Pero el panel impulsó algunas recomendaciones para asegurar que el usuario pueda utilizar esta compleja tecnología con seguridad. Por ejemplo, el usuario requiere de la prescripción por parte de un doctor, así como de un entrenamiento especial para conducir la silla con seguridad "Después de décadas del trabajo, parece que finalmente está dando resultados", dijo Dean Kamen, el conocido inventor de la iBOT quien la patentó bajo la firma Johnson & Johnson.

La mayoría de las sillas de ruedas tienen dos ruedas posteriores grandes y dos ruedas delanteras más pequeñas. La iBOT tiene cuatro ruedas del mismo tamaño que rotan y se interponen una sobre otra para subir y bajar escalones. La silla también se levanta sobre dos ruedas para elevar su ángulo de inclinación para que el usuario pueda alcanzar estantes en un librero o pueda sostener conversaciones cara a cara con las personas que estén paradas cerca de él / ella.

"Desde que la vi quise llevármela a casa", afirmó Karl Barnard participante del estudio quien podía levantarse a la altura de una persona de 6 pies para hacer sus compras en la tienda de comestibles sin requerir de ninguna clase de ayuda. Sin embargo, la silla no es para todo el mundo advirtieron los consejeros de la FDA. Los usuarios deben tener funcionalidad por lo menos en uno de sus brazos y hasta ahora la silla solamente es construida para adultos y adolescentes. La silla además requiere de un cierto esfuerzo, por ejemplo, los usuarios se deben inclinar hacia adelante o hacia atrás para dirigir la silla hacia arriba o hacia abajo. Así mismo, la persona debe ser capaz de sostenerse de la baranda mientras que se dirige hacia arriba o hacia abajo de las escaleras.

Escoger al usuario adecuado es crucial, alguien que sea no solamente físicamente capaz de manejar la iBOT, pero que además tenga las habilidades correctas de percepción para evadir los obstáculos, como por ejemplo percibir cuales colinas son demasiado escarpadas para intentar subirlas sin arriesgarse a tener caídas serias, dijo el Dr. Steve Stiens, un especialista en rehabilitación de la Universidad de Washington quien es usuario de una silla de ruedas. Las ventas serán estrictamente controladas. Los doctores y los terapeutas de rehabilitación deben recibir entrenamiento especial para prescribir la iBOT y los usuarios potenciales tendrán que pasar una prueba demostrando que pueden conducirla con seguridad antes de llevársela a su hogar.



Veinte usuarios de sillas de ruedas probaron la iBOT por dos semanas, permitiendo que los científicos comparen la maniobrabilidad, las caídas u otros problemas con la silla de ruedas regulares. También tomaron una prueba de camino, pasando por encima de las colinas, de las aceras irregulares, alcanzando estantes y subiendo escaleras. Los usuarios realizaron la mayoría de los desafíos más fácilmente con la iBOT, afirmó el Dr. Heikki Uustal líder del estudio del instituto Jonson de Rehabilitación en New Jersey.

Durante el estudio de prueba, tres personas se cayeron de la iBOT y dos de sus propias sillas de ruedas, sugiriendo que la iBOT era tan segura como otras sillas de la alta tecnología.

La iBOT, concebida por el inventor Dean Kamen, usa giroscopios para imitar la forma en que las personas mantienen el equilibrio. La silla puede subir y bajar escaleras y los bordes de las aceras. También puede usar un modo de tracción integral para recorrer las playas y los terrenos con césped, así como levantarse sobre dos ruedas para mantener a la persona a la altura de los ojos de los demás.

El Independence 3000 iBot Transporter que ha sido presentado recientemente, utiliza computadoras para resolver el problema de la accesibilidad. El iBot puede rodar suavemente sobre 4 o 2 ruedas. En la posición sobre dos ruedas, el usuario se eleva hasta la altura de una persona de pie.

Usa unos sensores y giróscopos integrados que le permiten reajustarse a los cambios del terreno y al centro de gravedad del usuario. El computador incorporado evalúa todos los parámetros y realiza todos los controles necesarios sobre las ruedas para efectuar movimientos complejos como subir escaleras, rampas empinadas, o desplazarse sin esfuerzo y con seguridad sobre casi cualquier superficie tal como hierba alta, arena, piedras, o una alfombra gruesa.

La mayoría de las sillas de ruedas modernas tienen tracción trasera pero cada vez son más frecuentes sillas de tracción delantera o de tracción con ruedas intermedias. Las sillas con tracción trasera se mueven en línea recta y son rápidas, pero son pesadas y no muy ágiles, haciendo difícil su manejo en terrenos irregulares.

La silla iBot compensa estos problemas mediante el uso de giroscopios que le permiten equilibrarse automáticamente. Kamen contó con la colaboración de la empresa Independence Technologies, una filial de Johnson&Johnson, para inventar una silla que pudiera superar cualquier obstáculo.

La silla pesa cerca de cien kilos y dispone de sensores y microprocesadores que garantizan su estabilidad. Cuenta con cuatro ruedas del mismo tamaño que rotan sobre un mismo eje, lo que le permite salvar obstáculos. Su precio será de unos 25.000 dólares y pronto podrá comercializarse además de en EEUU, en Europa

## **ANEXO 1. 6**

### **ORUGA PARA EL DESPLAZAMIENTO DE PERSONA EN SILLA DE RUEDAS**

Características:

TIPO: T09 - Roby Conforme a la Directiva Europea 89/336.

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA.

Conforme a la Directiva Europea 93/42 Equipos Electromedicos (autocertificaciòn)

CARGA:

47 Kg. (de los cuales 37 de unidad móvil y 10 del timón)

PENDIENTE

35° max; La indicación de pendiente de la escalera está incorporado en el timón

ANCHURA ESCALERA: 820 mm.

ALIMENTACION

24 V, mediante 2 baterías estancas sin mantenimiento en serie de 12 V-12 Ah. Cargador de baterías electrónico incorporado de 24 V-3amp, realizado con tecnología switching alimentado directamente de la red 230V. El control de carga de las baterías está realizado mediante un microprocesador, que permite que el aparato sea programable en función del modelo de baterías utilizadas. Conector para el cable de alimentación del cargador de baterías instalado en el cuerpo de la maquina con relé que desactiva la misma mientras está conectado a la red doméstica.

El estado de carga de la batería está indicado en el timón con un led VERDE. Cuando el led está constantemente encendido el estado de la batería varía de una carga del 100% al 20%. Cuando el led está parpadeante indica que el nivel de carga es menor del 20%, por lo que es necesario recargar las baterías.

Durante la fase de recarga el estado de la batería viene visualizado mediante 4 led luminosos, visibles en la parte posterior del cuerpo de la maquina. El led verde en la parte superior indica la conexión a la red doméstica, el led rojo indica que la batería está en carga, el encendido del led amarillo (carga del 80%). En caso de necesidad puede ser ya utilizado.

Aun así, para un uso correcto se aconseja esperar el encendido del led verde más bajo (carga al 100%). Cuando todos los led están encendidos la carga de las baterías se desconecta y se pone en stand-by.

#### VELOCIDAD CON CARGA MAXIMA

5 m/1' en salita; 5 m/1' en bajada (misma velocidad sin carga)

#### AUTONOMIA

23 plantas reales. Al piso 23 el led verde empieza a parpadear y el equipo se para pudiendo a los pocos segundos ponerlo en marcha solo para descender un piso.

#### ORUGAS

En goma que no marca el suelo y alto coeficiente de fricción, que garantiza la adherencia y no resbala en el recorrido.

#### CARGA

130 kg

#### ESPACIO MINIMO DE APARCAMIENTO

970 mm. Con silla de ruedas con apoya pies y persona a bordo.

#### MANDOS

Situados en el timón con el que se puede avanzar y retroceder; un pulsador adicional situado en el cuerpo de la máquina de servicio, para cargar en un coche la parte restante del equipo.

#### DESPLAZAMIENTO

El salva escaleras es desmontable en 2 partes con una única maniobra, sin esfuerzo; el cuerpo, más pesado, está dotado de 2 manetas para subirlo y transportarlo en el maletero de un automóvil normal.

#### USO

Adaptable a distintos tipos de sillas mediante anclajes regulables en altura, longitud y profundidad sin utilizar llaves. Es adaptable a sillas plegables o rígidas con ruedas posteriores de gran diámetro (↓ 50-60).

Enganches para respaldos rellenos y sistema de empuje para todos los sistemas de empuje de la silla. Ganchos de fijación telescópicos para facilitar el enganche de sillas de ruedas con respaldo anatómico o con barra de rigidez posterior. Sillas de ruedas enganchables sin utilizar accesorios: 12.21.06.039, 12.21.06.060, 12.24.21.115 (tipo Panda).

Según las necesidades, puede ser abastecido de accesorios varios para sillas con ruedas posteriores Ø 300 12.21.06.045 o silla basculante especial 18.09.18.012, 18.09.03.006, 18.09.06.060 (ultraligera), 18.09.09.006, 18.09.06.003, plataforma para sillas de paseo y/o de ruedas para niños y sillas electrónicas (medidas 1050 mm. x 1050 mm.).

Los movimientos son realizados sin esfuerzo; basta presionar un botón para subir y bajar; los desplazamientos en horizontal son realizados más rápidamente utilizando 4 ruedas auxiliares, dotado de rodamientos de bola.

#### SEGURIDAD PARA LA PERSONA TRANSPORTADA

Reductor irreversible; control electrónico de la velocidad, mandos retardados contra presiones involuntarias; doble sistema de anclaje mecánico del timón controlado por micro de seguridad; activación del motor solo cuando el timón esté correctamente enganchado; cinturón de seguridad y apoyacabezas regulable. Anclaje de seguridad para la silla, contra apertura accidental. STOP de emergencia.

#### NB

Los datos son indicativos y no obligatorios. Se guarda el derecho de aportar las modificaciones que se crean oportunas.

## **ANEXO 1. 7**

### **GALILEO MOBILITY**

Hasta que una persona no vive en su propio entorno o desgraciadamente en sus propias carnes una discapacidad que impide hacer vida normal, no se da cuenta de la cantidad de barreras arquitectónicas que existen para moverse por ciudad. Hay todo tipo de obstáculos a superar: los bordillos, escaleras, rampas, subir a transportes públicos como autobuses, metro o acceder a cajeros o ventanilla.

En el año 2006, se comenzó a hablar de sillas de ruedas robóticas que disponían de cadenas como las ruedas de vehículos militares blindados como los tanques. La Tankchair, era un modelo diferente a una silla salva escaleras y a la tradicional silla de ruedas para personas que no pueden andar temporalmente o tienen alguna discapacidad, lo malo de la Tankchair es que se trataba de un vehículo enorme, como si de una silla todoterreno se tratase, algo así como una silla adaptada a personas discapacitadas que quisiesen meterse por terrenos complicados, en campo a través.

Más adelante en el año 2008, se incorporaron mejoras en el asiento y en las cadenas para superar algunos obstáculos del terreno. Ya en 2009, existe un nuevo prototipo llamado Wheelchair de Galileo Mobility, se trata de una silla de ruedas que no ocupa tanto espacio y que permite cambiar del modo rueda a cadenas, subir el asiento hacia arriba y aumentar la altura, según los obstáculos que se presenten. Según lo describe la compañía, fundada en 1999, la Wheelchair estaría preparada para atravesar terrenos arenosos o con grava.

## ANEXO 1. 8

### SAF

La principal característica del diseño del modelo es la división de problemas de subir escaleras en otros dos y por consiguiente la utilización de sistemas diferenciados para solventarlos.

Este nuevo enfoque tiene las siguientes ventajas:

- Gran modularidad en su diseño que es debido a su concepción que lleva a implementar mecanismos y sistemas de control diferenciados. Esta modularidad repercute muy positivamente en su economía de fabricación y sencillez de control.
- Elevada seguridad de funcionamiento. Característica siempre importante y más tratándose de asistencia a personas con discapacidad. Se consigue conduciendo al mecanismo por situación de equilibrio estable en todo momento sin necesitar de una habilidad especial en su manejo ni de asistentes o elementos externos tales como pasamanos para su uso seguro.  
Esto se ha conseguido con el mecanismo de remonte que gracias a su especialización que permite ser diseñado con mejores prestaciones.
- Otra característica importante es la versatilidad en la geometría de escaleras que es capaz de afrontar con éxito. Debido también a haber independizado el remonte del escalón del resto de los mecanismos. Esto incluye cualquier escalera contemplada en las normas de edificación DIN18 065.
- Diseño compacto y poco aparatoso que cumple la normativa existente relativa a sillas de ruedas, especialmente en lo referente a sus dimensiones máximas. Además con su discreto aspecto se consigue una mejor aceptación pública y se evitan incomodidades.

## **ANEXO 1. 9**

### **ANTECEDENTES GENERALES DE LOS TRANSPORTADORES**

Es importante antes de dar inicio a la redacción del compendio; conocer aspectos básicos de lo que son los transportadores, esto con la intención de que desde el principio el usuario se familiarice con alguna terminología propia de estos equipos. Es por ello; que a continuación se describen una serie de conceptos sumamente útiles para este fin.

#### **¿Qué es un transportador continuo?**

Un transportador es una máquina cuya función es llevar objetos vertical u horizontalmente, de una estación de trabajo hacia otra y de forma continua.

#### **Elementos generales que conforman un transportador**

Los transportadores están contruidos con una serie de elementos comunes entre sí indistintamente del tipo de transportador del que se trate. Estos componentes son los siguientes.

#### **Cuerpo estructural**

El cuerpo estructural varía según el tipo de transportador, así por ejemplo el cuerpo de un transportador tipo tornillo sin fin es un canal en forma de “U”; dentro del cual gira el tornillo sin fin. En el caso de los demás tipos la estructura es muy similar entre unos y otros, una especie de cama es sostenida por elementos verticales y sobre la cama se sitúan los sistemas de arrastre, motriz o conductor y el conducido o de reenvío; existen aplicaciones en los que la tracción se instala en el centro de la estructura.

#### **Elemento de arrastre**

Esta parte de los transportadores es la encargada de mover los objetos. El arrastre lo puede realizar un tornillo sin fin, rodillos, una cadena o una banda.

#### **Rodamientos**

Son los elementos que se utilizan para sujetar el elemento de arrastre a la estructura o bien a la rueda dentada que da movimiento al elemento de arrastre. Los rodamientos más comúnmente utilizados son cojinetes de bolas y de rodillos para carga axial o transversal y las chumaceras de bancada y de pared.

## **Sistema motriz**

El sistema motriz genera el movimiento y la potencia necesaria para hacer funcionar el transportador. Comúnmente esta formado por un moto-reductor o bien motor y reductor acoplados. En ocasiones, es necesario utilizar elementos intermedios para ajustar la velocidad y la potencia, entre los que se puede mencionar la cadena de rodillos, las fajas y las ruedas dentadas (sprocket). Puede darse el caso en que el sistema motriz esté formado únicamente por un motor hidráulico, de ser así no es necesario el uso de reductores puesto que estos equipos son capaces de girar a velocidades bajas suministrando la potencia requerida.

## **Sistema eléctrico**

El sistema eléctrico está compuesto por un circuito de mando y uno de potencia. El primero, permite el manejo seguro del equipo; entre los elementos que lo forman están: botoneras de arranque y paro, luces indicadoras, interruptores de seguridad y variador electrónico de frecuencia.

El circuito de potencia es el encargado de la circulación de corrientes eléctricas peligrosas; los elementos de este circuito pueden ser: interruptores de potencia, contactores, interruptores de sobre potencia, interruptores térmicos y condensadores.



## **ANEXO 1. 10**

### **PRINCIPIOS MECÁNICOS DEL FUNCIONAMIENTO DE UN TRANSPORTADOR CONTINUO**

Como todas las máquinas los transportadores están regidos por leyes o principios mecánicos que se citan a continuación.

#### **La rotación**

El movimiento de rotación se ve aplicado desde el arranque del motor, este transmite el movimiento al reductor, a su vez el reductor lo entrega directamente al eje del transportador de tornillo sin fin o bien a los elementos intermedios de transmisión de potencia en el caso de los transportadores de cadena y de banda. El movimiento circular es convertido en movimiento lineal por el elemento de arrastre en el caso de transportador de rodillos el movimiento lineal es consecuencia de la velocidad tangencial que cada rodillo le imprime al objeto que se desea transportar.

#### **La fricción**

La fricción es otro de los principios aplicados en los transportadores, se ve presente entre los rodillos de los transportadores de banda de hule y la banda misma; también en cada hélice de los transportadores tipo tornillo sin fin; aquí la fricción provoca el desplazamiento del material transportado.

#### **La tensión**

Este principio se aplica principalmente en los transportadores de banda de hule, estos funcionan si y solo si la banda está lo suficientemente tensa para no resbalar sobre el rodillo que la tracciona. La tensión está también presente en el sistema motriz a través de las fajas o cadenas. Una tensión inadecuada en las fajas provocará que resbale sobre la polea y en el caso de la cadena causa saltos de ésta sobre el sprocket. Una tensión alta provocará una carga innecesaria sobre el eje del lado impulsor.

#### **La gravedad**

El efecto directo de la fuerza de gravedad sobre los objetos, la inclinación del transportador y el hecho de que a los rodillos se les permite girar libremente; son la combinación perfecta para generar el movimiento necesario para transportar objetos de un lugar a otro.

#### **El engranamiento**

Este principio mecánico está presente en los transportadores de banda modular, de banda de metal y en los de cadena. Todos estos utilizan ruedas dentadas en el lado de tracción, las cuales al girar engranan perfectamente en la banda o cadena; provocando así el desplazamiento del elemento de arrastre

## **ANEXO 1. 11**

### **BANDAS**

Un transportador de banda consiste en 2 o más poleas con un material circulando continuamente entre ellas (la banda del transportador). Uno o ambas poleas son motorizadas, moviendo a la banda y al material encima de ella hacia delante. La polea motorizada es conocida como “polea motriz” mientras que la otra es conocida como “polea conducida” o “polea de arrastre”. Existen 2 tipos principales de transportadores de banda en la industria: aquellos que se usan para manejo de materiales en general como cajas a través de una fábrica y los que se usan para manejo de materiales a granel tales como granos, carbón, minerales, etc. generalmente empleados en lugares al aire libre. Por lo general las compañías que proveen transportadores para aplicaciones generales no proveen transportadores para material a granel, aunque esto no es una regla. Adicionalmente existen algunas otras aplicaciones comerciales para los transportadores como el que se le da en supermercados o tiendas de autoservicio.

La banda consiste en una o más capas de material. Muchas bandas para manejo de materiales tienen dos capas: una capa inferior de material para proveer fuerza lineal y forma llamada “carcasa” y una capa superior llamada “cubierta”. La carcasa es generalmente de algodón o plástico o de malla. La cubierta está integrada por distintos compuestos de plástico o hule especificados por el uso de la banda. Las cubiertas pueden ser fabricadas de materiales menos comunes para aplicaciones especiales tales como el uso de silicón en caliente o goma de caucho donde la tracción es esencial.

El material que fluye sobre la banda puede ser pesado durante su tránsito con utilizando pesadores de banda. Algunas bandas tienen empujadores a distancias regulares cuando se requiere transportar materiales sueltos a través de recorridos inclinados. Los transportadores de banda son utilizados para la descarga de transportes de carga. La tecnología de los transportadores también es empleada en el transporte como en el caso de escaleras o andenes de pasajeros. Los supermercados usualmente cuentan con pequeños transportadores de banda en las cajas registradoras para mover los artículos comprados. En las áreas de ski también son utilizados transportadores de banda para transportar a los esquiadores hasta la cima. Existe una gran variedad de transportadores relacionados, distintos en los que respecta al principio de operación, propósito y dirección de transporte, incluyendo transportadores de tablillas, de cangilones, helicoidales o transportadores de rodillos, los cuales pueden ser o no motorizados para manejo de cajas o tarimas.

### **TIPOS DE BANDAS**

Como ya se mencionó antes, existen muchas bandas todas distintas unas de otras, sin embargo, es posible clasificarlas según el material del cual estén fabricadas. Tomando como base el material se clasifican en tres grandes grupos que son; el caucho, el metal y el plástico.

## **ANEXO 1. 12**

### **BANDAS DE CAUCHO**

Las bandas de caucho son las más empleadas actualmente, debido a que se pueden utilizar para propósitos muy variados como por ejemplo, el transporte de grava en una cantera de piedra, transportando rosas en una finca de exportación de flores o tabletas medicinales en un laboratorio farmacéutico. Las bandas de caucho están construidas por una serie de capas de distintos materiales por lo que se puede decir que son fabricadas de materiales compuestos.

Las bandas de caucho pueden ser unidas en sus extremos por medio de grapas o bien por medio de vulcanizado. Generalmente las grapas utilizadas son fabricadas en acero inoxidable y cuando se decide por la vulcanización es necesario realizar cortes en forma de zigzag en los extremos de la banda de tal manera que encajen perfectamente ambas puntas.

La principal ventaja de esta banda radica en que la inversión inicial es menor comparada con otro tipo de transportador, otra ventaja es que existe gran variedad de bandas, se puede encontrar una banda para transportar cualquier material inclusive alimentos.

Las desventajas de esta banda son: al iniciar su funcionamiento requiere mucha labor de mantenimiento, porque al ser construidas con caucho provoca una deformación elástica, por ello es necesario monitorear esta deformación a fin de corregir la desalineación que esta elongación provoca y evitar un deterioro prematuro de la banda. Una desventaja más es que la banda se fabrica en rollos anchos; de estos rollos los distribuidores cortan la banda con las dimensiones que cada cliente requiere y si el corte longitudinal y transversal no está bien hecho esto causará serias dificultades al momento de que se esté alineando la banda. Otra desventaja es que con el uso va sufriendo agrietamiento en la superficie que está en contacto con el producto provocando a la larga que la suciedad se acumule en estas grietas causando abrasión en la banda reduciendo así la vida útil de la misma. En el caso de las bandas para alimentos el problema de agrietamiento puede causar la aparición de hongos debido a la acumulación de materia perecedera.

## **ANEXO 1. 13**

### **BANDAS DE METAL**

Las bandas metálicas son aquellas que se construyen con varillas planas o redondas formando una especie de trama como la utilizada en la fabricación de telas para confeccionar ropa.

En el caso de estas bandas la tracción es transmitida por medio de ruedas dentadas al igual que en los transportadores de cadena. Las bandas de metal se deslizan sobre guías de metal o bien guías de metal cubiertas con guías de desgaste de plástico.

Existen dos tipos básicos de bandas de metal

- a. Banda de varillas planas para recorridos rectos o curvos.
- b. Banda de varillas redondas para recorridos rectos.

Las varillas planas son deformadas mecánicamente de manera que al final se obtenga una varilla capaz de encajar perfectamente en la varilla siguiente y ésta a su vez en la siguiente y así sucesivamente hasta formar una trama. Cada par de varillas son unidas entre sí por medio de una varilla redonda la cual sirve de pivote. La mayor aplicación de estas bandas es en aquellos proceso en los que los objetos a transportar deben sufrir cambios considerables de temperatura, como ejemplo de aplicación se puede mencionar la industria panificadora ya que para hornear el pan son necesarias altas temperaturas.

Otra aplicación en la que esta banda se desempeña bien es en el proceso de congelación de frutas, verduras o productos cárnicos. Las ventajas principales de estas bandas son su resistencia mecánica a la tracción, su versatilidad ante los cambios de temperatura, su gran área abierta la cual permite la circulación libre de aire hacia el objeto a transportar. Su principal desventaja es el elevado costo de inversión inicial.

Las bandas de varillas redondas son también fabricadas por medio de deformación mecánica; se les da forma de trenzas a la izquierda o derecha, una varilla redonda ligeramente deformada en zigzag es introducida en una de las trenzas de manera que para entrelazar dos es necesario hacer girar una sobre la otra en el sentido correspondiente, así la espira derecha debe girar a la derecha sobre la espira izquierda o la izquierda debe girar hacia la izquierda sobre la espira derecha. La banda se forma trenzando una espira sobre la otra hasta alcanzar la longitud deseada.

Este tipo de banda puede tener aberturas que varían desde 6.35 mm hasta 25.4 mm y peraltes desde 6.35 mm hasta 12.7 mm. Estas bandas son fabricadas con varillas resistentes a la corrosión ambiental y química. Sus ventajas son la posibilidad de aplicarlas en procesos con cambios de temperatura, su gran área abierta a fluidos (agua, aceite o aire). Sus desventajas principales son el costo y el mantenimiento correctivo que se torna difícil por la forma trenzada de sus varillas.

## **ANEXO 1. 14**

### **BANDA MODULAR PLÁSTICA**

La banda modular plástica es la tecnología para el transporte menos difundida en nuestro medio a pesar de que se encuentra en el mercado desde la década de los años setenta. De alguna manera se puede decir que únicamente aquellas empresas visionarias han implementado este tipo de banda dentro de su proceso productivo. Esta banda se construye a partir de módulos plásticos moldeados por inyección ensamblados en unidades denominadas hileras. Cada hilera se une de manera traslapada a otra; tal y como se hace con los ladrillos de construcción, cada par de hileras se une por medio de una varilla plástica. La banda siempre se desliza sobre guías plástica de desgaste en el recorrido de ida y en el recorrido de retorno puede elegirse entre rodillos o guías de desgaste la decisión dependerá del tipo de banda y de la aplicación del transportador.

Para la tracción se utilizan engranes plásticos o metálicos al igual que en los transportadores de cadena y banda metálica; generalmente se montan sobre ejes cuadrados, sin embargo, también hay piñones para ejes redondos. Actualmente, existe una gran serie de accesorios para montar en la banda, entre ellos destacan empujadores, guardas laterales, empujadores de cucharón y empujadores de cubeta; no todos los accesorios son aplicables a todas las bandas.

Debido al gran desarrollo de la industria de los polímeros las bandas de plástico tienen campo de aplicación bastante extenso, apoyados en este desarrollo se han creado por ejemplo bandas con deflexiones laterales (curvas), bandas con desempeño normal en temperaturas de trabajo que alcanzan los 104 °C y bandas aprobadas por la Agencia Federal de Administración de Drogas y Alimentos de Estados Unidos (F.D.A.), esta agencia regula los materiales que entran en contacto con los productos alimenticios y por la Agencia Federal del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (U.S.D.A.) esta institución regula los equipos que pueden emplearse en instalaciones de proceso de carne, aves y lácteos. Estas bandas están disponibles en pasos que oscilan entre 12.7 mm y 63.5 mm, en cuanto el ancho y el largo no existe más limitación que la resistencia a la tensión de cada banda, es decir que se pueden construir bandas del ancho y largo que se deseen.

Las ventajas de este sistema de banda son; la disposición en forma de ladrillo provee de gran resistencia, pueden construirse en cualquier ancho y largo, la variedad de materiales en los que la banda está disponible, la instalación de la banda es relativamente sencilla pudiendo incluso prescindir de herramientas complicadas, el mantenimiento preventivo y correctivo suele ser mínimo, los engranes eliminan la necesidad de sistemas de tensión, la misma banda mantiene alineamiento minimizando el desgaste en los bordes de la banda, buen desempeño en temperaturas extremas. La desventaja principal es el costo inicial, sin embargo, si se considera por ejemplo que en la industria nacional existen bandas con más de veinte años de trabajo es posible darse cuenta que la inversión con un desempeño como este queda ampliamente justificada.

## ANEXO 1. 15

### BANDAS TEXTILES

Son las bandas de uso más común. Están constituidas, por varias capas de tejidos engomados, para una buena adherencia, separadas por una capa de goma intermedia que mejora su flexibilidad, recubiertas por capas de goma del grueso y calidad deseados según el trabajo a realizar y el tipo de material a transportar.

Los bordes pueden ir recubiertos con goma o bien cortados en el caso de que el tejido no sea afectado por la humedad (caso de lonas EP).

Los tejidos más usuales en la fabricación de bandas transportadoras son los de tipo EP, formados por fibras de poliéster (E) en el sentido longitudinal (urdimbre) y de poliamida o nylon (P) en el sentido transversal (trama). Este tipo de tejido proporciona a la banda una elevada resistencia a la rotura y al impacto, así como una gran flexibilidad y un peso reducido.

Dado que este tipo de tejido no es afectado por la humedad, estas bandas pueden ser utilizadas también con los cantos cortados (lonas a la vista en los bordes) en cualquier aplicación, con el consiguiente ahorro de coste y la plena garantía de buen funcionamiento.

En algunos casos, es conveniente utilizar carcassas con la trama reforzada; por ejemplo, bandas que han de ser empalmadas mediante grapas, bandas de elevadores de cangilones, o que precisan mayor resistencia al desgarramiento longitudinal por alguna otra razón. Este refuerzo puede darse en el propio tejido, o bien mediante una trama adicional metálica o textil.

En otros casos, cuando conviene darle rigidez transversal a la banda, pueden incorporarse tramas rígidas metálicas o textiles, o bien utilizarse tejidos con trama de monofilamento de poliéster, también pueden fabricarse con otros tejidos tales como algodón (B), rayón (R), nylon-nylon (PP), etc

#### BANDAS TEXTILES LISAS

Son las más utilizadas por su versatilidad y economía. Las variantes posibles, tanto en la carcasa de refuerzo como en la calidad de las gomas de recubrimiento, hacen que se puedan adaptar prácticamente a todo tipo de transporte.

Pueden fabricarse en dos variantes:

**Canto fundido.-** Incorporan goma en los laterales de la carcasa textil, que la protege tanto de posibles roces contra la estructura del transportador como de el ataque de agentes agresivos con los que pueda estar en contacto la banda.

**Canto cortado.**- Más económica y con plena garantía de funcionamiento. Se suministra, bien en ancho de hasta 1.700 mm para cortar el propio usuario, o bien cortada a la medida de ancho que se solicite.

El uso de la banda transportadora lisa, puede estar limitado por el ángulo de inclinación del transporte (el límite puede situarse entre los 18 y los 20°). Cuando el ángulo sea superior, es recomendable utilizar bandas con algún tipo de soporte transversal del material (bandas nervadas, de tacos, etc.).

Las longitudes de cada bobina están limitadas únicamente por sus dimensiones para el transporte y las posibilidades del usuario para su manejo.

Los anchos superiores suelen llevar mayores refuerzos, adaptados a las exigencias de su trabajo.

### **BANDAS TEXTILES NERVADAS**

Según el material a transportar y en función de la inclinación máxima del transporte puede ser recomendable hasta unos 45° de inclinación (dependiendo del material), el uso de bandas nervadas que, con sus bordes y nervios en "V", tienen mayor capacidad de retención.

En aquellas instalaciones en las que hay tramos con cambio de pendiente, hasta un ángulo máximo del orden de 45°, son muy adecuadas las bandas tipo nervadas, en las que las nervaduras dejan libres los bordes de la banda, con objeto de poder instalar un guiado lateral por la cara de trabajo que permita adaptar la banda a las variaciones de inclinación, tal como se indica en los esquemas. En esta aplicación, se fabrican normalmente con refuerzos de trama rígida, para evitar las deformaciones en los cambios de inclinación.

Este tipo de bandas está formado por un núcleo textil de tejido EP, (E) poliéster en sentido urdimbre y (P) nylon en sentido trama, de dos o tres capas y cubiertas exteriores de caucho resistente a la abrasión y al ozono, adecuado para trabajar a la intemperie.

## **ANEXO 1. 16**

### **FACTORES IMPORTANTES A CONSIDERAR PARA LA SELECCIÓN DE LA BANDA**

Para poder obtener un diseño que satisfaga de la mejor manera posible las exigencias de un problema en particular; es necesario tomar en cuenta una serie de factores que influyen de manera directa en la selección de la banda. Cada una de estas restricciones o variables es detallada a continuación.

#### **Tipos de aplicación del transportador**

El punto de partida para cualquier diseño es establecer que tipo de aplicación se necesita construir, para ello se debe de conocer cuál será la función del transportador, es decir si solamente desplazará el producto horizontalmente y en línea recta, lo elevará o le cambiará de dirección al proceso productivo. En resumen aquí se debe elegir entre un transportador horizontal, un inclinado o un curvo.

#### **Disponibilidad de espacio en la planta**

El establecer el espacio disponible es un factor muy importante a considerar ya que éste determina las dimensiones máximas del transportador, además hay que recordar que para aquellas empresas que funcionan en instalaciones arrendadas o pequeñas cada metro cuadrado tiene un costo y un valor contable.

#### **Dimensiones generales de la banda**

Conocida la disponibilidad de espacio, el siguiente punto a considerar son las dimensiones generales de la banda, es decir el largo y el ancho. Estas dos variables son determinadas por la máquina que alimenta a la banda, el proceso productivo y el volumen de producto que se desee manejar. En cuanto a estas dos medidas la banda no tiene ninguna restricción para transportadores horizontales e inclinados en tanto que para la mayoría de bandas radiales existe una condición que se debe cumplir y es; que el radio de la curva debe ser un múltiplo del ancho de la banda, este múltiplo depende de cada fabricante.

#### **Velocidad de trabajo de la banda**

La velocidad de la banda es determinada por el tiempo que se requiere para el traslado del producto de una estación a la siguiente; este tiempo es determinado por el proceso productivo en estudio, por ejemplo; se puede dar el caso en el que se requieran dos minutos para enfriar un producto antes de someterse a la siguiente etapa del proceso y para ello se dispone de diez metros de espacio; esos dos minutos son inalterables por lo que la velocidad de la banda deberá ser tal que el producto tarde dos minutos desde que sale de una estación hasta que llegue a la siguiente; por lo tanto la velocidad de la banda deberá ser de cinco metros por minuto. Es importante hacer notar que con la finalidad de no crear cuellos de botella la banda deberá desplazarse a un ritmo mayor o igual que el de la línea de producción.



## **Características del producto a transportar**

Una vez determinados los factores anteriores el siguiente paso es determinar las principales características del producto que se desea transportar, esto es necesario porque la superficie de la banda se elige tomando como base cada una de ellas.

### **Densidad**

Químicamente, se define a la densidad como la relación que existe entre el cociente de la masa y el volumen de un cuerpo, esta característica es importante porque permite definir la superficie de la banda, como ejemplo se puede decir que no es lo mismo transportar una pieza de madera de un metro cuadrado que una esponja de iguales dimensiones. Otro ejemplo puede ser transportar una pieza de costilla de res comparado con transportar frascos de vidrio para envasar mayonesa.

### **Dimensiones y forma**

Las dimensiones y forma del producto influye directamente en las dimensiones de la banda, específicamente en el tamaño del eslabón; ya que éste determina la forma en que se transfiere el producto hacia la banda y desde la banda, por ejemplo, si se transportan pasteles las transferencias deben ser suaves para no maltratarlos, por lo tanto para este caso el eslabón debe ser pequeño.

### **Características mecánicas**

Todo cuerpo posee propiedades mecánicas, sin importar el material del que esté hecho, la propiedad más importante para la selección de la banda es la dureza, esta propiedad junto a otros factores influye directamente en la selección del material del que esté fabricada la banda, si, por ejemplo, se desea transportar trozos de carne con huesos; el polímero deberá ser capaz de soportar los rayones que en algún momento le pudiera causar el contacto con el hueso.

### **Textura**

La textura es una de la características físicas que define la superficie de la banda, ya que de ésta depende la adherencia del producto; por ejemplo, las frutas congeladas requieren de una superficie rugosa para su transporte con esto se evitará que resbalen y caigan del transportador.

### **Características corrosivas**

La vida útil de la banda depende de una serie de condiciones, entre ellas se destacan las características corrosivas del material que se transporte, un producto con propiedades corrosivas requerirá de un plástico capaz de soportar la corrosión que el producto pueda provocar. Un ejemplo es la industria pesquera, el marisco recién salido del mar contiene agua salada, ésta provoca deterioro por corrosión por lo tanto la banda debe ser fabricada con un polímero resistente al agua salada.

## **Contenido de humedad**

La humedad en el producto puede causar la proliferación de hongos, por ello es importante durante la etapa de diseño considerar esta característica, al hacerlo se tiene la posibilidad de elegir un material que inhiba el crecimiento de hongos o bacterias perjudiciales a la salud humana.

## **Temperatura**

Es muy importante considerar la temperatura del objeto que se transporta, el efecto de ésta sobre la banda puede ser contracción o dilatación, si se transportan verduras recién cocidas a una temperatura de setenta grados centígrados, la reacción del polímero será una dilatación considerable. Continuando con el análisis del efecto de la temperatura supongamos ahora que el producto a mover son mangos congelados, el efecto será de contracción, por lo anteriormente expuesto es importante conocer la temperatura a fin de elegir el material que mejor se adapte a la temperatura del producto.

## **ANEXO 1. 17**

### **REDUCTORES Y MOTORREDUCTORES**

Los Reductores ó Motorreductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente.

Las transmisiones de fuerza por correa, cadena o trenes de engranajes que aún se usan para la reducción de velocidad presentan ciertos inconvenientes.

Al emplear REDUCTORES O MOTORREDUCTORES se obtiene una serie de beneficios sobre estas otras formas de reducción. Algunos de estos beneficios son:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

Los motorreductores se suministran normalmente acoplado a la unidad reductora un motor eléctrico normalizado asíncrono tipo jaula de ardilla, totalmente cerrado y refrigerado por ventilador para conectar a redes trifásicas de 220/440 voltios y 60 Hz.

Para proteger eléctricamente el motor es indispensable colocar en la instalación de todo Motorreductor un guarda motor que limite la intensidad y un relé térmico de sobrecarga. Los valores de las corrientes nominales están grabados en las placas de identificación del motor.

Normalmente los motores empleados responden a la clase de protección IP-44 (Según DIN 40050). Bajo pedido se puede mejorar la clase de protección en los motores y unidades de reducción.

### **GUIA PARA LA ELECCION DEL TAMAÑO DE UN REDUCTOR O MOTORREDUCTOR**

Para seleccionar adecuadamente una unidad de reducción debe tenerse en cuenta la siguiente información básica:

#### **Características de operación**

- Potencia (HP tanto de entrada como de salida)
- Velocidad (RPM de entrada como de salida)
- Torque (par) máximo a la salida en kg-m.
- Relación de reducción (I).

### **Características del trabajo a realizar**

- Tipo de máquina motriz (motor eléctrico, a gasolina, etc.)
- Tipo de acople entre máquina motriz y reductor.
- Tipo de carga uniforme, con choque, continua, discontinua etc.
- Duración de servicio horas/día.
- Arranques por hora, inversión de marcha.

### **Condiciones del ambiente**

- Humedad
- Temperatura

### **Ejecución del equipo**

- Ejes a 180°, ó, 90°.
- Eje de salida horizontal, vertical, etc.

### **POTENCIA DE SELECCIÓN (Pn)**

Es difícil encontrar en la práctica, que una unidad de reducción realice su trabajo en condiciones ideales, por tanto, la potencia requerida por la máquina accionada, debe multiplicarse por un factor de servicio Fs, factor que tiene en cuenta las características específicas del trabajo a realizar y el resultado, llamado Potencia de selección, es el que se emplea para determinar el tamaño del reductor en las tablas de selección.

Potencia de selección (Pn)= Potencia requerida (Pr) X Fs.

## ANEXO 1. 18

### FUNDAMENTO DE CADENA

#### ¿Qué es una cadena?

Una cadena es un componente confiable de una máquina, que transmite energía por medio de fuerzas extensibles, y se utiliza sobre todo para la transmisión y transporte de energía en los sistemas mecánicos. La función y las aplicaciones de la cadena son similares a la de una correa.

La cadena de rodillo de acero está formada por una serie de piezas de revolución que actúan como cojinetes, estando situados cada conjunto a una distancia precisa del otro mediante otras piezas planas llamadas placas. El conjunto cojinete está formado por un pasador y un casquillo sobre el que gira el rodillo de la cadena. El pasador y el casquillo son cementados para permitir una articulación bajo presiones elevadas, y para soportar las presiones generadas por la carga y la acción de engrane impartida a través de los rodillos de cadenas, generalmente las placas exteriores e interiores se someten a un proceso de templado para obtener una mayor tenacidad.

Hay muchas clases de cadena, por ello es conveniente clasificar cada tipo de cadena por el material utilizado en su composición o por el método de construcción de ellas.

Podemos clasificar cadenas en cinco tipos:

1. Cadena de hierro fundido.
2. Cadena de acero de molde.
3. Cadena forjada.
4. Cadena de acero.
5. Cadena plástica.

El uso y demanda para los primeros tres tipos de cadena hoy en día ha disminuido, sin embargo, se utilizan solamente en algunas situaciones especiales. Por ejemplo, la cadena del hierro fundido es parte del equipo que se utiliza en el tratamiento del agua; la cadena forjada se utiliza en los transportadores superiores para las fábricas de automóviles.

Dado el extenso tipo de cadenas nos centraremos en los últimos dos nombradas anteriormente: la "cadena de acero" especialmente el tipo llamado "cadena del rodillo," que pertenece al grupo de mayor producción mundial, y la "cadena plástica." La mayor parte, nos referiremos a la "cadena del rodillo" simplemente como "cadena."

Clasificaremos las cadenas según sus aplicaciones, que se pueden dividir ampliamente en seis tipos:

1. Cadena de la transmisión de energía.
2. Cadena pequeña del transportador de paso largo.
3. Cadena del transportador de precisión.
4. Cadena superior.
5. Cadena de flujo.
6. Cadena grande del transportador de paso largo.

El primero se utiliza para la transmisión de energía, los otros cinco se utiliza para el transporte. En la sección de los usos, describiremos las aplicaciones y las características de cada tipo de cadena siguiendo la clasificación antes dicha.

## **Funciones de las piezas de cadena**

### **Placa exterior e interior**

La placa es un componente que soporta la tensión que se ejerce en la cadena. Estas generalmente están sometidas a cargas de fatiga y acompañado a veces por fuerzas de choque. Por lo tanto, la placa debe tener no solamente gran fuerza extensible estática, sino que también debe soportar a las fuerzas dinámicas de las cargas de choque. Además, la placa debe soportar condiciones ambientales, las que podrían provocar por ejemplo, corrosión, abrasión, etc.

### **Pasador**

El pasador está conforme a las fuerzas que se ejercen sobre ella y de flexiones transmitidas por la placa. Este a su vez actúa junto al casquillo como arco de contacto de los dientes del piñón, cuando las flexiones de la cadena se ejercen durante el contacto con el piñón. Por lo tanto, las necesidades el pasador deben soportar toda la fuerza de transmisión, resistencia a la flexión, y también deben tener suficiente resistencia contra fuerzas de choque.

### **Casquillo**

El casquillo es de estructura sólida y se rectifican si son curvados, con el resultado que dan una base cilíndrica perfecta para el rodillo. Esta característica maximiza la duración del rodillo en condiciones de alta velocidad y da una seguridad más consistente de la placa interior sobre el casquillo.

### **Rodillo**

El rodillo está sometido a la carga de impacto cuando está en contacto con los dientes del piñón con la cadena. Después del contacto, el rodillo cambia su punto del contacto y de balance. Se sostiene entre los dientes del piñón y del casquillo, y se mueve en la cara del diente mientras que recibe una carga de compresión.

Además, la superficie interna del rodillo constituye una pieza del cojinete junto con la superficie externa del buje cuando el rodillo rota en el carril. Por lo tanto, debe ser resistente al desgaste y todavía tener fuerza contra choque, fatiga, y la compresión.

## **ANEXO 1. 19**

### **PALANCAS DE MANDO**

Una palanca de mando o joystick (del inglés *joy*, alegría, y *stick*, palo) es un dispositivo de control de dos o tres ejes que se usa desde una computadora o videoconsola hasta un transbordador espacial o los aviones de caza, pasando por grúas.

Se suele diferenciar entre joysticks digitales (que leen cuatro interruptores encendido/apagado en cruceta situada en la base más sus combinaciones y los botones de acción) y joysticks analógicos (que usan potenciómetros para leer continuamente el estado de cada eje, y además de botones de acción pueden incorporar controles deslizantes), siendo estos últimos más precisos

#### **Asistencia a discapacitados**

Ciertos tipos especiales de joysticks se utilizan en las computadoras modernas con interfaz USB como sustitutos del ratón como dispositivo apuntador, para personas afectadas por parálisis cerebral, distrofia muscular, esclerosis lateral amiotrófica, artrogriposis congénita.

#### **Tipos de palanca de mando**

##### **Palancas de mando del universal de la microconmutador**

Estas palancas de mando tienen pequeños interruptores que muevan la palanca en un número de direcciones fijas.

##### **Palancas de mando del universal del interruptor de la hoja**

Estas hojas finas del metal del uso de las palancas de mando para mover la palanca, eliminando el ruido producido por las microconmutadores.

##### **Palancas de mando rotatorias**

Las palancas de mando rotatorias tienen palancas giratorias que permitan que los elementos hagan frente a hasta 12 diversas direcciones de un punto fijo.

##### **Palancas de mando de estado sólido**

Sensores de estado sólido del uso de las palancas de mando en vez de los interruptores, permitiendo un movimiento mucho más reservado del juego y del pulidor.

##### **Palancas de mando análogas**

Las palancas de mando análogas se asemejan a los palillos del vuelo con un sistema de botones del disparador a lo largo de la palanca.

##### **Palancas de mando de 49-Way**

Estas palancas de mando permiten 16 direcciones, cada uno disponible en tres diversas intensidades. Incluyendo la posición central, esto asciende a 49 movimientos permitidos.

# ANEXOS CAPITULO 2

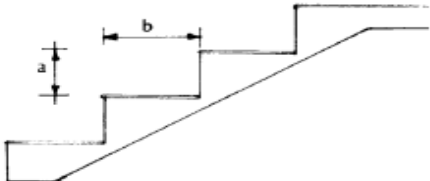
## ANEXO 2.1

### DIMENSIONES DE HUELLA Y CONTRAHUELLA EN ESCALERAS

CDU: 685.38  
ICS: 11.180



CIIU: 0100  
CO 01.08-407

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS AL MEDIO FÍSICO. EDIFICIOS. ESCALERAS.	NTE INEN 2 249:2000 2000-02
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p><b>1.1</b> Esta norma establece las dimensiones mínimas y las características generales que deben cumplir las escaleras en los edificios.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. REQUISITOS</b></p> <p><b>2.1 Requisitos específicos</b></p> <p><b>2.1.1 Dimensiones</b></p> <p><b>2.1.1.1 Ancho.</b> Las escaleras deben tener un ancho mínimo de 1 000 mm. Si la separación de los pasamanos a la pared supera los 50 mm, el ancho de la escalera deberá incrementarse en igual magnitud.</p> <p><b>2.1.1.2 Contrahuella (a).</b> Todas las contrahuellas deberán tener una altura <math>\leq a</math> 180 mm.</p> <p><b>2.1.1.3 Huella (b).</b> Las dimensiones de las huellas, deben ser las que resulten de aplicar la fórmula:</p> $2a + b = 640 \text{ mm}$ $b = 640 \text{ mm} - 2a$ <p>En donde:</p> <p>a = contrahuella, en mm b = huella, en mm (ver figura 1)</p> <p style="text-align: center;"><b>FIGURA 1</b></p>  <p><b>2.1.1.4 Tramos rectos.</b> Las escalera podrán tener tramos continuos sin descanso de hasta diez escalones como máximo.</p> <p><b>2.1.1.5 Descansos.</b> Los descansos deben tener el ancho y la profundidad mínima coincidiendo con el ancho de la escalera.</p> <p><b>2.1.2 Características generales</b></p> <p><b>2.1.2.1</b> Las huellas deben tener el borde o aristas redondeados, con un radio de curvatura máximo de 10 mm y de forma que no sobresalga del plano de la contrahuella.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios. Escaleras.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo 454 y Ave. 6 de Diciembre - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción



**2.1.2.2** Todas las contrahuellas deben ser sólidas.

**2.1.2.3** Antes del inicio de las escaleras, debe existir un cambio perceptible de textura igual al ancho de la grada.

**2.1.2.4** El ángulo que forma la contrahuella con la huella, debe estar comprendido entre los 75° y 90°.

**2.1.2.5** Los pisos deben ser antideslizantes sin relieves mayores a 3 mm en su superficie.

**2.1.2.6** Debe evitarse el uso de escaleras de menos de tres escalones o escalones aislados.

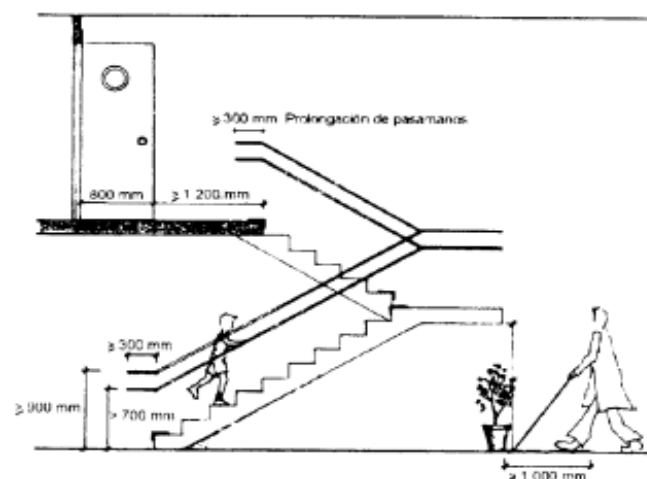
**2.1.2.7** Las escaleras o los escalones aislados, deben disponer de una iluminación que permitan distinguirlos claramente. Cuando la iluminación no es suficiente y en especial para escalones aislados, estos deben adicionalmente, presentar textura de color y contraste que los diferencie del pavimento general.

**2.1.2.8** Las escaleras deberán estar debidamente señalizadas, de acuerdo con la NTE INEN 2 239

### 2.1.3 Pasamanos.

**2.1.3.1** Las escaleras deberán tener pasamanos a ambos lados y que cumplan con la NTE INEN 2 244, continuos en todo su recorrido y con prolongaciones horizontales no menores de 300 mm al comienzo y al final de aquellas (Ver figura 2).

**FIGURA 2**



**2.1.3.2** Los pasamanos deberán tener una señal sensible al tacto que indique la proximidad de los límites de la escalera.

**2.1.3.3** Se deben colocar pasamanos a 900 mm de altura recomendándose la colocación de otro a 700 mm de altura. Las alturas se medirán verticalmente desde la arista exterior (virtual) de la escalera, con tolerancias de  $\pm 50$  mm.

(Continúa)

**2.1.3.4** En escaleras de ancho superior a 1 600 mm se debe colocar pasamanos intermedios.

**2.1.3.5** Si por razones de evacuación, se necesitan escaleras de ancho superior a 1 200 mm, se debe:

- a) Subdividir su ancho con pasamanos intermedios espaciados a 1 200 mm  
ó
- b) Hacer escaleras independientes con los requisitos dimensionales ya establecidos.

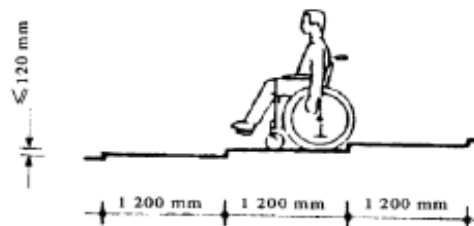
**2.1.3.6** Cuando no existan bordillos en los extremos de las gradas se debe disponer de un tope de bastón a una altura de 300 mm, que debe estar colocado en el pasamano. (Ver NTE INEN 2 244, figura 3).

#### **2.1.4 Escaleras especiales**

**2.1.4.1** Escaleras conformadas con sucesiones de escalones y descansos.

- a) Cuando estas escaleras constituyen el único medio para salvar desniveles, deberán cumplir con las siguientes condiciones:
- b) Tener una huella mayor o igual a 1 200 mm, con una contrahuella  $\leq$  a 120 mm. Con un máximo de 10 escalones (ver figura 3).

**FIGURA 3**



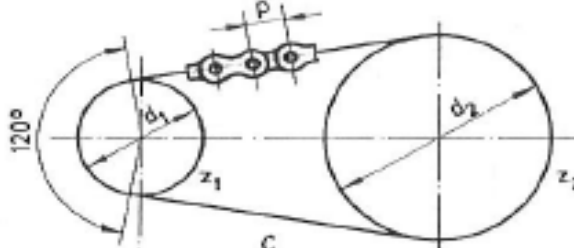
- c) El ancho mínimo será de 900 mm. Cuando la escalera haga un giro de 90°, debe tener un ancho mínimo de 1 000 mm. Si el ángulo de giro supera los 90°, el ancho mínimo de la escalera deberá ser de 1 200 mm.

#### **2.1.5 Escaleras compensadas**

**2.1.5.1** Se permitirán las escaleras compensadas, siempre que no constituyan el único medio accesible para salvar un desnivel.

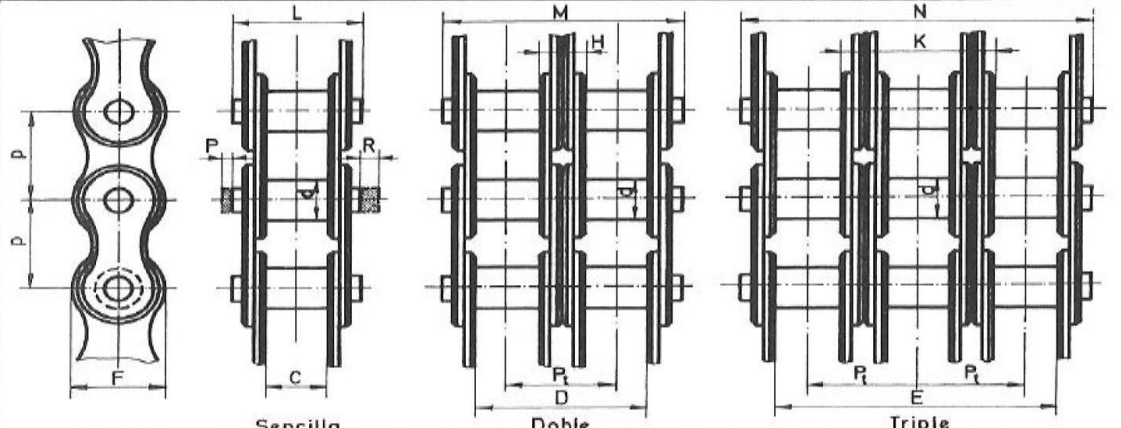
(Continúa)

## DISEÑO DE LA CADENA DE RODILLO

Órganos de tracción y de sustentación	<b>CADENAS DE RODILLOS</b>
<b>Disposición y aplicación de las cadenas de rodillos</b>	
<p>Las cadenas de rodillos están formadas por cilindros huecos (rodillos exteriores) montados entre placas o mallas, rodillos interiores o ejes, limitándose la posición de las placas por medio de pasadores situados sobre los rodillos interiores.</p>	
<p>Se aplican o utilizan para la transmisión de fuerzas entre dos ejes relativamente próximos, situados paralelamente.</p>	
<p>Las cadenas de rodillos se fabrican de tres tipos, especificándose:</p>	
<p>Sencilla, constituida por una hilera de rodillos.  Doble, constituida por dos hileras de rodillos.  Tripe, constituida por tres hileras de rodillos.</p>	
<p>Todas estas cadenas están normalizadas, considerándose:</p>	
<p>Paso de la rueda  Diámetro del rodillo (exterior)  Número de dientes de la rueda  Diámetro primitivo</p>	<p><math>p</math>  <math>d</math>  <math>z</math>  <math>d_p</math></p>
<p>El diámetro primitivo corresponde al de la circunferencia en la que se inscribe un polígono regular de un número de lados igual al de dientes, siendo la longitud del lado igual al paso de la cadena.</p>	
<p>Diámetro de fondo  Diámetro exterior de la rueda  Radio del fondo  Paso transversal  Longitud del diente</p>	<p><math>d_f = d_e - d</math>  <math>d_e = d_e + 0,8 \cdot d</math>  <math>r</math>  <math>p_t</math> (distancia entre hileras de rodillos).  <math>b_f</math></p>
<b>Cadena</b>	
<p>El número de eslabones de la cadena, aproximadamente en:</p>	
$N = \frac{2 \cdot C}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{p \cdot (z_1 + z_2)^2}{40 \cdot C}$ <p>redondeándose el valor que se obtenga para que N sea un número entero.</p>	
<p>La distancia entre centros, resulta <math>C = \frac{p}{8} \cdot \left[ A \sqrt{A + 0,9 \cdot B} \cdot (A - 0,9 \cdot B) \right]</math>,</p>	
<p>siendo <math>A = 2 \cdot N - (z_1 + z_2)</math>, y <math>B = z_2 - z_1</math>, obteniendo un resultado suficiente para las aplicaciones prácticas.</p>	
<p>La relación de reducción es <math>i = \frac{z_2}{z_1}</math>.</p>	
<p>El conveniente que el arco mínimo abrazado no sea inferior a <math>120^\circ</math>. El coeficiente de seguridad se hará <math>\gamma = 5</math> a <math>8</math> según las condiciones de servicio.</p>	
	
<p>En las Tablas 8.9, 9.9 y 10.9 se exponen características de las cadenas de rodillos normalizadas, dento de las ruedas para cadenas y el diámetro primitivo de estas ruedas según su número de dientes z.</p>	

ANEXO 2.3

DIMENSIONES Y CARGAS DE ROTURA DE LA CADENA DE RODILLO

Órganos de tracción y de sustentación		CADENAS DE RODILLOS DIMENSIONES											TABLA 8 · 9		
		Sencilla			Doble			Triple							
		DIMENSIONES													
Cadena nº	Paso p	Diámet. rodillo d	Ancho interior			Ancho malla F	Paso transv. R	Grupo de mallas		Ancho de la cadena			Espesores		
			Sencilla C	Doble D	Triple E			H	K	Sencilla L	Doble M	Triple N	Cabeza P	Tuerca R	
1	8,00	5,00	3,00	8,64	14,27	8,37	5,64	2,64	8,28	8,13	13,97	19,56	1,27	3,05	
2	9,525	6,35	3,94	—	—	8,51	—	—	—	11,18	—	—	1,27	3,30	
3	9,525	6,35	5,72	15,95	26,19	8,51	10,24	4,52	14,76	12,95	23,37	33,53	1,27	3,30	
(4)	12,70	7,75	3,30	—	—	10,16	—	—	—	10,16	—	—	1,40	3,81	
5	12,70	7,75	4,88	—	—	10,16	—	—	—	11,68	—	—	1,40	3,81	
6	12,70	8,51	5,21	—	—	12,07	—	—	—	13,97	—	—	1,40	3,81	
7	12,70	8,51	7,75	21,67	35,59	12,07	13,92	6,17	20,09	16,51	30,48	44,45	1,40	3,81	
(8)	15,875	7,75	3,30	—	—	10,16	—	—	—	10,16	—	—	1,40	3,81	
(9)	15,875	7,75	4,88	—	—	10,16	—	—	—	11,68	—	—	1,40	3,81	
10	15,875	10,16	6,48	—	—	14,73	—	—	—	16,00	—	—	1,52	4,06	
11	15,875	10,16	9,65	26,24	42,82	14,73	16,59	6,93	23,52	19,05	35,81	52,32	1,52	4,06	
12	19,05	12,07	7,87	—	—	16,38	—	—	—	18,29	—	—	1,65	4,57	
13	19,05	12,07	11,68	31,14	50,60	16,38	19,46	7,77	27,23	22,10	41,66	61,21	1,65	4,57	
14	25,40	15,88	12,70	—	—	20,83	—	—	—	31,75	—	—	2,03	5,33	
15	25,40	15,88	17,02	48,90	80,77	20,83	31,88	14,86	46,74	36,07	68,07	99,82	2,03	5,33	
(16)	31,75	19,05	14,22	—	—	25,40	—	—	—	37,85	—	—	—	6,10	
17	31,75	19,05	19,56	56,01	92,46	25,40	36,45	16,89	53,34	43,18	79,76	116,08	—	6,10	
18	38,10	25,40	25,40	73,76	122,12	33,53	48,36	22,96	71,32	53,34	101,85	150,11	—	6,60	
(19)	44,45	27,94	22,23	—	—	33,53	—	—	—	56,13	—	—	—	7,37	
20	44,45	27,94	30,99	90,55	150,11	33,53	59,56	28,58	88,14	64,77	124,46	183,90	—	7,37	
(21)	50,80	29,21	22,23	—	—	40,13	—	—	—	58,67	—	—	—	7,87	
22	50,80	29,21	30,99	89,54	148,08	40,13	58,55	27,56	86,11	67,31	125,98	184,40	—	7,87	
23	63,50	39,37	38,10	110,39	182,68	52,83	72,29	34,19	106,48	82,55	154,94	227,33	—	9,14	
24	76,20	48,26	45,72	136,93	288,14	64,26	91,21	45,49	136,70	99,06	190,50	281,69	—	10,41	
25	88,90	53,98	53,34	159,94	—	78,23	106,60	53,26	—	114,30	220,98	—	—	11,68	
26	101,60	63,50	60,96	180,85	—	92,20	119,89	58,93	—	130,81	250,70	—	—	12,95	
27	114,30	72,39	68,58	204,85	—	104,39	136,27	67,69	—	147,32	283,72	—	—	14,22	
28	127,00	79,38	76,20	226,70	—	116,33	150,50	74,30	—	162,56	313,18	—	—	15,49	
29	152,40	95,25	91,44	271,53	—	139,19	180,09	88,65	—	194,31	374,40	—	—	18,03	
30	177,80	111,13	106,68	316,23	—	162,05	209,55	102,87	—	226,06	435,61	—	—	20,57	
31	203,20	127,00	121,92	361,95	—	184,91	240,03	118,11	—	257,81	497,84	—	—	23,11	
CARGAS DE ROTURA EN KG															
Nº	Sencilla	Doble	Triple	Nº	Sencilla	Doble	Triple	Nº	Sencilla	Doble	Triple	Nº	Sencilla	Doble	Triple
1	363	680	998	(9)	816	—	—	17	5670	11113	16556	25	52163	102058	—
2	862	—	—	10	2177	—	—	18	9979	18597	27215	26	68039	129273	—
3	862	1678	2495	11	2177	4173	6123	(19)	12701	—	—	27	86182	163292	—
(4)	816	—	—	12	2812	—	—	20	12701	24494	36287	28	108862	204116	—
5	816	—	—	13	2812	5488	8165	(21)	15422	—	—	29	154221	294834	—
6	1588	—	—	14	4309	—	—	22	15422	29483	43545	30	210919	401427	—
7	1588	2948	4309	15	4309	8165	12020	23	26762	51029	75296	31	272154	521629	—
(8)	816	—	—	(16)	5670	—	—	24	39009	73935	108862	—	—	—	—
Concuerda con la Norma UNE 18002															



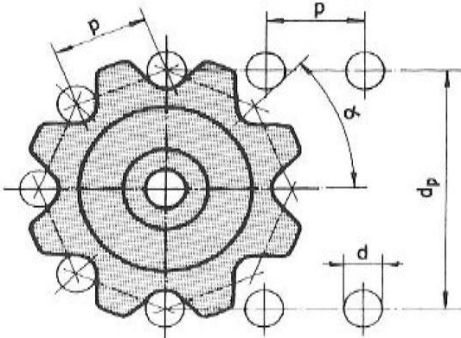
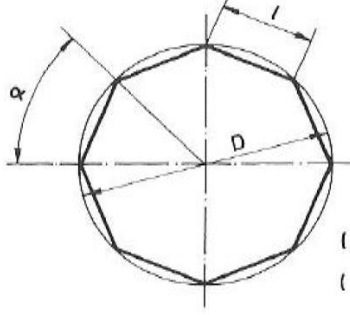
ANEXO 2.4

DENTADO DE LAS RUEDAS PARA CADENAS DE RODILLO

Órganos de tracción y de sustentación		DENTADO DE LAS RUEDAS PARA CADENAS DE RODILLOS					TABLA 9 · 9				
		Simple		Doble		Triple					
Concuerda con UNE-18011											
Cadena nº	b <sub>1</sub>		b <sub>2</sub>		b <sub>3</sub>		Alturas		Radios		
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	
1	2,69	2,54	8,33	8,18	13,97	13,82	1,27	2,16	0,76	8,00	
2	3,58	3,40	-	-	-	-	1,52	2,03	0,76	9,53	
3	5,33	5,11	15,57	15,34	25,81	25,58	1,52	2,03	0,76	9,53	
(4)	2,97	2,79	-	-	-	-	2,92	2,16	0,76	12,70	
5	4,47	4,27	-	-	-	-	2,92	2,16	0,76	12,70	
6	4,80	4,60	-	-	-	-	2,03	2,79	0,76	12,70	
7	7,24	6,99	21,16	20,90	35,08	34,82	2,03	2,79	0,76	12,70	
(8)	2,97	2,79	-	-	-	-	3,56	2,16	0,76	12,70	
(9)	4,47	4,27	-	-	-	-	3,56	2,16	0,76	12,70	
10	6,02	5,79	-	-	-	-	2,54	3,30	0,76	15,88	
11	9,04	8,76	25,63	25,35	42,21	41,95	2,54	3,30	0,76	15,88	
12	7,37	7,09	-	-	-	-	3,05	3,81	1,27	19,05	
13	11,00	10,67	30,45	30,12	49,91	49,58	3,05	3,81	1,27	19,05	
14	11,99	11,63	-	-	-	-	4,06	4,19	1,27	25,40	
15	16,13	15,70	48,01	47,57	79,88	79,45	4,06	4,19	1,27	25,40	
(16)	13,46	13,06	-	-	-	-	4,95	4,83	1,27	31,75	
17	18,57	18,08	55,02	54,53	91,47	90,98	4,95	4,83	1,27	31,75	
18	24,18	23,57	72,54	71,93	120,90	120,29	5,97	5,72	1,27	38,10	
(19)	21,13	20,57	-	-	-	-	6,99	6,10	2,54	44,45	
20	29,54	28,83	89,10	88,39	148,67	147,96	6,99	6,10	2,54	44,45	
(21)	21,13	20,57	-	-	-	-	8,00	8,89	2,54	50,80	
22	29,54	28,83	88,09	87,38	146,63	145,92	8,00	8,89	2,54	50,80	
23	36,37	35,51	108,66	107,80	180,95	180,09	10,03	10,16	2,54	63,50	
24	43,69	42,67	134,90	133,88	226,11	225,09	11,94	11,43	2,54	76,20	
25	51,00	49,83	157,61	156,44	-	-	13,97	18,80	5,08	88,90	
26	58,29	57,02	178,18	176,91	-	-	16,00	21,08	5,08	101,60	
27	65,53	64,26	201,80	200,53	-	-	18,03	22,61	5,08	114,30	
28	72,77	71,50	223,27	222,00	-	-	20,07	25,15	5,08	127,00	
29	87,25	85,98	267,34	266,07	-	-	23,88	28,70	5,08	152,40	
30	101,73	100,46	311,28	310,01	-	-	27,94	32,26	5,08	177,80	
31	116,21	114,94	356,24	354,97	-	-	31,75	35,56	5,08	203,20	

ANEXO 2.5

VALORES DE LA COSEC ALFA

Órganos de tracción y de sustentación		DIÁMETRO PRIMITIVO DE LAS RUEDAS PARA CADENAS Valores de la cosec. $\alpha$								TABLA 10 · 9
 <p>Rueda dentada</p>					 <p>Polígono regular (<math>D = d_p</math>) (<math>l = p</math>)</p>					
z	cosec $\alpha$	z	cosec $\alpha$	z	cosec $\alpha$	z	cosec $\alpha$	z	cosec $\alpha$	
6	2,000	36	11,474	66	21,016	96	30,563	126	40,111	
7	2,306	37	11,792	67	21,334	97	30,881	127	40,429	
8	2,613	38	12,109	68	21,653	98	31,200	128	40,748	
9	2,924	39	12,427	69	21,971	99	31,518	129	41,066	
10	3,236	40	12,745	70	22,289	100	31,836	130	41,384	
11	3,549	41	13,063	71	22,607	101	32,154	131	41,702	
12	3,864	42	13,381	72	22,925	102	32,473	132	42,021	
13	4,197	43	13,699	73	23,244	103	32,791	133	42,339	
14	4,494	44	14,017	74	23,562	104	33,109	134	42,657	
15	4,810	45	14,335	75	23,880	105	33,427	135	42,925	
16	5,126	46	14,654	76	24,198	106	33,746	136	43,294	
17	5,442	47	14,972	77	24,517	107	34,064	137	43,612	
18	5,759	48	15,290	78	24,835	108	34,382	138	43,930	
19	6,075	49	15,608	79	25,135	109	34,701	139	44,249	
20	6,392	50	15,926	80	25,471	110	35,019	140	44,567	
21	6,709	51	16,244	81	25,789	111	35,337	141	44,885	
22	7,027	52	16,562	82	26,108	112	35,655	142	45,203	
23	7,344	53	16,880	83	26,426	113	35,974	143	45,522	
24	7,661	54	17,198	84	26,744	114	36,292	144	45,840	
25	7,979	55	17,516	85	27,062	115	36,610	145	46,158	
26	8,296	56	17,835	86	27,381	116	36,928	146	46,477	
27	8,614	57	18,153	87	27,699	117	37,247	147	46,795	
28	8,931	58	18,471	88	28,017	118	37,565	148	47,113	
29	9,249	59	18,789	89	28,335	119	37,883	149	47,432	
30	9,567	60	19,101	90	28,654	120	38,201	150	47,750	
31	9,884	61	19,425	91	28,972	121	38,520	151	48,068	
32	10,202	62	19,744	92	29,290	122	38,838	152	48,387	
33	10,520	63	20,062	93	29,608	123	39,156	153	48,705	
34	10,838	64	20,380	94	29,927	124	39,474	154	49,023	
35	11,156	65	20,698	95	30,245	125	39,793	155	49,341	

ANEXO 2. 6

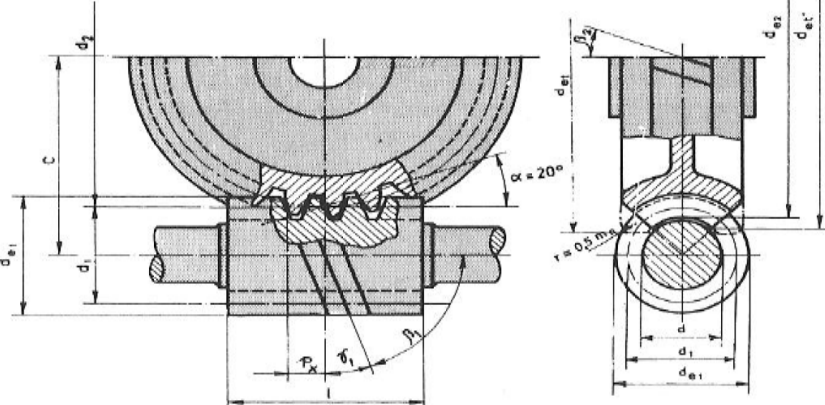
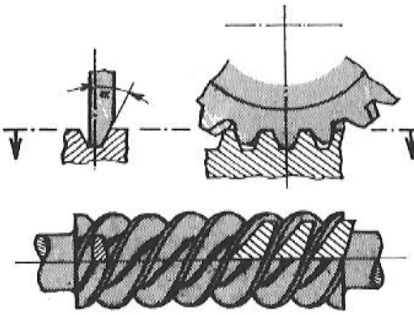
ENGRANAJE CILÍNDRICO HELICOIDAL DE TORNILLO SIN FIN

Engranajes cilíndricos	<b>ENGRANAJES CILÍNDRICOS HELICOIDALES DE TORNILLO SIN FIN</b>
<p><b>Disposición de los engranajes de tornillo sin fin</b></p> <p>En un engranaje helicoidal de ejes que se cruzan (sin cortarse), si el diámetro del piñón se reduce con relación al de la rueda, el engranaje helicoidal se convierte en otro de tornillo sin fin; en estos engranajes generalmente los ejes se cruzan a 90°. El tornillo sin fin (piñón) se define por su número de entradas o filetes, normalmente comprendido entre uno y cinco, y también hasta ocho.</p>	
<p>El tornillo sin fin acciona o gira sobre una rueda (tuerca), y como lo hace sin desplazarse, en una relación completa del tornillo la rueda girará un arco igual al paso axial del primero, siendo este arco el paso circunferencial <math>p_{c2}</math> de la rueda. El paso axial <math>p_{x1}</math> del tornillo se mide entre dos dientes consecutivos del tornillo aunque sea de dos o más entradas; el avance circunferencial <math>p_c</math> de la rueda es igual al paso axial <math>p_x</math> multiplicado por el número de entradas o filetes.</p>	
<p>El ángulo <math>\beta_1</math> de inclinación del tornillo sin fin, está formado por su generatriz (como cilindro) y por la recta tangente al flanco del diente; su complemento <math>\gamma_1</math> es el ángulo de pendiente de la hélice; cuando los ejes se cortan a 90° (caso general) el ángulo de la hélice de la rueda es <math>\beta_2 = \gamma_1</math>. La inclinación del dentado es del mismo sentido en el piñón y la rueda.</p> <p>El ángulo <math>\beta_1</math> depende del diámetro primitivo <math>d_1</math> del tornillo y de su paso <math>p_{x1}</math>; este ángulo se suele establecer entre los 50° y 80°, y a veces mayor. El ángulo de presión del diente se hace <math>\alpha = 20^\circ</math>; el perfil del diente corresponde a su sección longitudinal y se trazará según la cremallera normalizada módulo 1, representada en la parte superior; para otros módulos, se multiplicará su número por los de la módulo 1.</p> <p>Transversalmente, la corona de la rueda se limitará: sin garganta, con garganta y con garganta y perfil angular; el ancho de esta corona es aproximadamente igual al diámetro exterior del tornillo.</p>	
<p>El mecanismo de tornillo sin fin admite una gran reducción, generalmente comprendida entre una y cincuenta, <math>i = z_1/z_2 = 1</math> a 50. El material utilizado para la fabricación es, el acero para el tornillo, que según la potencia será templado y rectificado; el de la rueda o su corona será generalmente, bronce fosforoso, y también aleaciones de aluminio, zinc, manganeso y fundición gris.</p>	



## ANEXO 2. 7

### MÓDULO, FILETE Y DIENTES DEL ENGRANAJE CILINDRICO DE TORNILLO SIN FIN

Engranajes cilíndricos	<b>ENGRANAJES CILÍNDRICOS DE TORNILLO SIN FIN MÓDULOS, FILETES Y DIENTES</b>																																	
																																		
<p><b>Módulo</b></p>																																		
<p>Los módulos <math>m</math> de los engranajes de tornillo sin fin está normalizados, y su valor se fija mediante el cálculo de transmisión de potencia o de momento de giro. El módulo de calculado corresponde al módulo axial <math>m_{x1}</math>, del tornillo sin fin, así como al circunferencial <math>m_{x2}</math> de la rueda.</p>																																		
<p>La serie de módulos normalizados para engranajes de tornillo sin fin, comprende los siguientes:</p>																																		
<table border="0"> <tr> <td>Preferentes</td> <td>.....</td> <td>1</td> <td>—</td> <td>2</td> <td>—</td> <td>4</td> <td>—</td> <td>8</td> <td>—</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Normales</td> <td>.....</td> <td>1,25</td> <td>—</td> <td>2,5</td> <td>—</td> <td>5</td> <td>—</td> <td>10</td> <td>—</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Complementarios</td> <td></td> <td>1,5</td> <td>—</td> <td>3</td> <td>—</td> <td>6</td> <td>—</td> <td>12</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Preferentes	.....	1	—	2	—	4	—	8	—	16	Normales	.....	1,25	—	2,5	—	5	—	10	—	20	Complementarios		1,5	—	3	—	6	—	12		
Preferentes	.....	1	—	2	—	4	—	8	—	16																								
Normales	.....	1,25	—	2,5	—	5	—	10	—	20																								
Complementarios		1,5	—	3	—	6	—	12																										
<p><b>Número de filetes y de dientes</b></p>																																		
<p>El número de filetes del tornillo sin fin se hace de 1 a 6 y también hasta 8, y se establecerá de acuerdo con la reducción que se desea obtener; a mayor número mayor velocidad de deslizamiento y menor reducción.</p>																																		
<p>El número de dientes de la rueda será igual a 17 como mínimo; el diámetro primitivo del sin fin ha de ser exactamente igual al del de la fresa-madre que se utilice para el tallado de la rueda. La distancia entre centros del tornillo sin fin y de la rueda será igual a la del tallado.</p>																																		
<p>Se recomienda que el diámetro primitivo sea <math>q = 8, 10, 12, 16, 20</math>, veces el módulo <math>m</math>, y también que sea 7, 9, 11, 14, 18 veces el mismo módulo <math>m</math>, si bien, los últimos valores indicados para <math>q</math> deben evitarse.</p>																																		
<p>En la figura que sigue se representa la disposición del tallado (torneado) del sin fin con cuchilla cuya arista cortante está situada en un plano axial, y el tallado con cuchilla piñón; los flancos del diente son rectos en el plano axial.</p>																																		
																																		
<p><b>Calidad</b></p>																																		
<p>Para las tolerancias de fabricación (Tabla 26.9) se consideran los siguientes calidades:</p>																																		
<p>Calidad 4 para engranajes de gran precisión y velocidad de desplazamiento del sin fin <math>&gt; 5</math> m/seg.</p>																																		
<p>Calidad 6 para engranajes de precisión y velocidad de desplazamiento del sin fin <math>&lt; 7,5</math> m/seg.</p>																																		
<p>Calidad 8 para engranajes corriente y velocidad de desplazamiento del sin fin <math>&lt; 1,5</math> m/seg.</p>																																		



ANEXO 2. 8

ECUACIONES, DENOMINACIONES Y RELACIONES DEL ENGRANAJE CILINDRICO DE TORNILLO SIN FIN

Engranajes cilíndricos	<b>ENGRANAJES DE TORNILLO SIN FIN DENOMINACIONES Y RELACIONES</b>		TABLA 30 . 9
Especificación	Tornillo sin fin	Rueda	
Módulo	m (se fija por cálculo).		
Módulo axial	$m_{x1} = m (= \frac{d_1}{q}$ ; valores de q en la página anterior)		
Módulo normal	$m_{n1} = m_{x1} \cdot \text{sen } \beta_1$	$m_{n2} = m_{x1} \cdot \text{cos } \beta_2 (= m_{n1})$	
Módulo circunferencial	$m_{c1} = \frac{m_n}{\text{cos } \beta_1} = m_{x1} \cdot \text{tg } \beta_1$	$m_{c2} = \frac{m_{n2}}{\text{cos } \beta_2} = \frac{d_2}{z_2} = m_{x1} (= m_{c1})$	
Paso axial	$p_{x1} = m_{x1} \cdot \pi = \frac{p_n}{\text{sen } \beta_1} (= p_{c2})$		
Paso normal	$p_{n1} = p_{x1} \cdot \text{sen } \beta_1$	$p_{n2} = p_{x1} \cdot \text{cos } \beta_2 = p_{n1}$	
Paso circunferencial	$p_{c1} = \frac{p_{n1}}{\text{cos } \beta_1} = p_{x1} \cdot \text{tg } \beta_1$	$p_{c2} = p_{x1}$	
Diámetro primitivo	$d_1 = q \cdot m_{x1}$ (q en la página anterior).	$d_2 = m_{c2} \cdot z_2$	
Ángulo de la hélice	$\text{tg } \beta_1 = \frac{\pi \cdot d_1}{p_{h1}} (\gamma = 90^\circ - \beta_1)$		
Paso de la hélice	$p_{h1} = p_{x1} \cdot z_1 = \frac{\pi \cdot d_1}{\text{tg } \beta_1}$	$p_{h2} = \pi \cdot d_2 \cdot \text{tg } \beta_1$	
Número de dientes	$z_1 = \frac{p_{h1}}{p_{x1}}$	$z_2 = \frac{d_2}{m}$	
Addendum	$a_1 = m$		
Dedendum	$b_1 = 1,2 \cdot m$		
Diámetro exterior	$d_{e1} = d_1 + 2 \cdot m$		
Diámetro total de la corona	$d_{e2} = m \cdot (z_2 + 2)$ (garganta).		
Ancho de la corona	$d_{et} \begin{cases} \text{máximo} = d_{e2} + 1,5 \cdot m \\ \text{mínimo} = d_{e2} + m \end{cases}$		
Radio de la garganta	1 a 2 filetes, $B = 7,5 \cdot m + 6$ 3 a 4 filetes, $B = 6,75 \cdot m + 6$		
Ángulo de la garganta	$R = \frac{d_1}{2} - m$		
Longitud del sin fin	$\alpha = 60^\circ$ a $90^\circ$ (normalmente $\alpha = 90^\circ$ )		
Longitud del sin fin	$l = 6 \cdot p_{x1}$		
Distancia entre centros, $C = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m}{2} \cdot (z_1 + z_2)$ ; relación de engranaje, $i = \frac{z_2}{z_1}$			

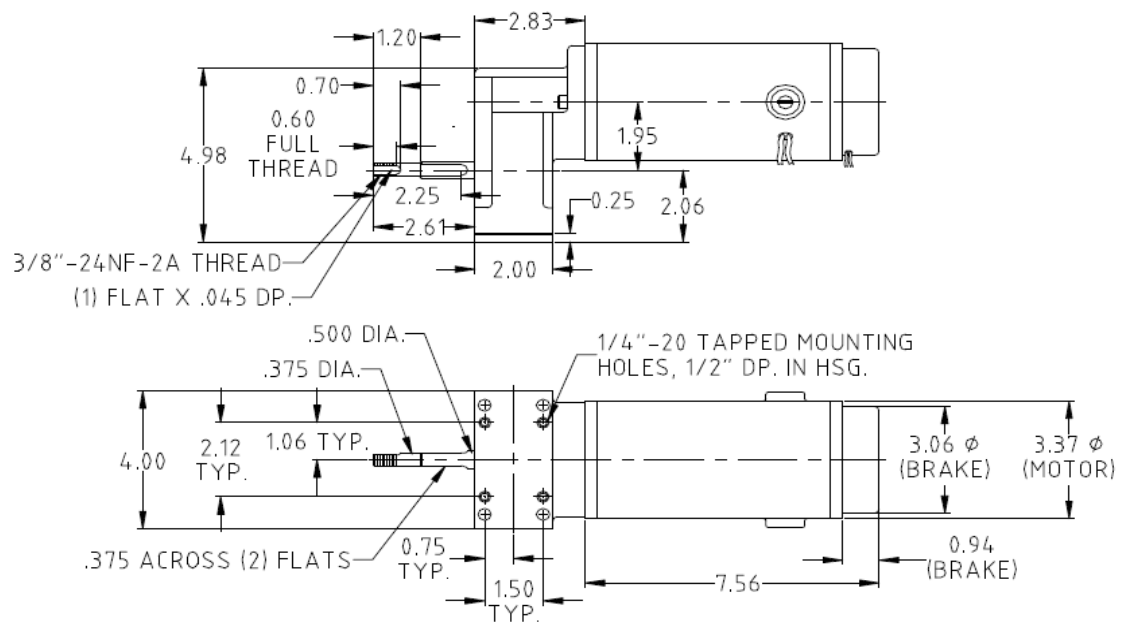
## ANEXO 2. 9

### MODELOS DE MOTOR A SELECCIONAR SEGUN LA NECESIDAD DEL MECANISMO

#### MODELO BMC200C

Part No.	Ratio	Output R.P.M	Motor R.P.M	Voltage	Hp	Duty	Torque	Motor Dia	Weight	Man. Rel. Brake
BMC200C-4229C-5	5	680	3400	24 VDC	0.44	Cont.	41 in-lbs.	4"	18.9 lbs.	35 in-lbs.
BMC200C-4229C-10	10	340	3400	24 VDC	0.44	Cont.	81 in-lbs.	4"	18.9 lbs.	35 in-lbs.
BMC200C-4229C-18	18	189	3400	24 VDC	0.44	Cont.	146 in-lbs.	4"	18.9 lbs.	35 in-lbs.
BMC200C-4229C-22.3	22.3	152	3400	24 VDC	0.44	Cont.	181 in-lbs.	4"	18.9 lbs.	35 in-lbs.

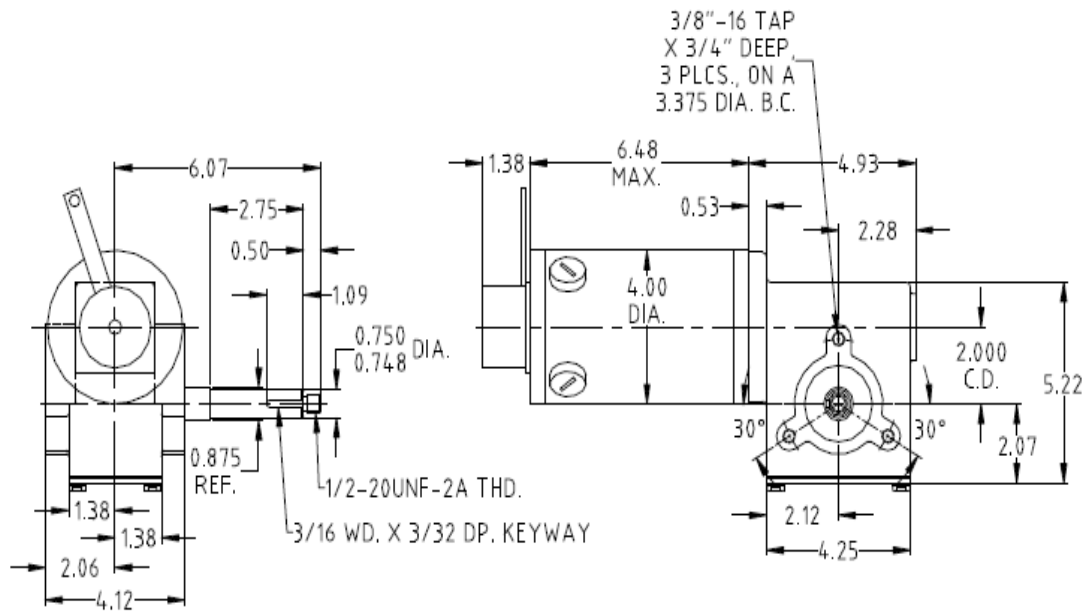
#### Dimensiones



# MODELO BMCXPR



Part No.	Ratio	Output R.P.M.	Motor R.P.M.	Voltage	Hp	Duty	Torque	Motor Dia	Weight	Man. Rel. Brake
MC200C-4129C-2.75	2.75	1818	5000	36 VDC	1.7	Cont.	59 in-lbs.	4-5/8"	23.6 lbs.	N/A
MC200C-4129C-10	10	500	5000	36 VDC	1.7	Cont.	214 in-lbs.	4-5/8"	23.6 lbs.	N/A
MC200C-4129C-18.5	18.5	270	5000	36 VDC	1.7	Cont.	397 in-lbs.	4-5/8"	23.6 lbs.	N/A
MC200C-4129C-25	25	200	5000	36 VDC	1.7	Cont.	535 in-lbs.	4-5/8"	23.6 lbs.	N/A

## Dimensiones



ANEXO 2. 10

PESO POR METRO LINEAL DE TUBO CUADRADO DE ACERO LAMINADO

Productos de acero laminados		PESO POR METRO LINEAL DE CUADRADOS Y REDONDOS DE ACERO								TABLA 16 . 6			
 Cuadrado				Peso específico, 7,85								 Redondo	
Lado o diám. mm	Peso, kg.		Lado o diám. mm	Peso, kg.		Lado o diám. mm	Peso, kg.		Lado o diám. mm	Peso, kg.			
	□	○		□	○		□	○		□	○		
1	0,008	0,006	50	19,63	18,41	100	78,50	61,65	230	415,27	326,15		
2	0,031	0,025	51	20,42	16,04	101	80,08	62,89	235	433,52	340,48		
3	0,071	0,056	52	21,23	16,67	102	81,67	64,14	240	452,16	355,13		
4	0,126	0,099	53	22,05	17,32	103	83,28	65,41	245	471,20	370,08		
			54	22,89	17,98	104	84,91	66,68	250	490,63	385,34		
5	0,20	0,15	55	23,75	18,65	105	86,55	67,97	255	510,45	400,91		
6	0,28	0,22	56	24,62	19,33	106	88,20	69,27	260	530,66	416,78		
7	0,39	0,30	57	25,50	20,03	107	89,87	70,59	265	551,27	432,97		
8	0,50	0,39	58	26,41	20,74	108	91,56	71,91	270	572,27	449,46		
9	0,64	0,50	59	27,33	21,46	109	93,27	73,25	275	593,66	466,26		
10	0,79	0,62	60	28,26	22,20	110	94,99	74,60	280	615,44	483,37		
11	0,95	0,75	61	29,21	22,94	111	96,72	75,96	285	637,62	500,79		
12	1,13	0,89	62	30,18	23,70	112	98,47	77,34	290	660,19	518,51		
13	1,33	1,04	63	31,16	24,47	113	100,24	78,73	295	683,15	536,54		
14	1,54	1,21	64	32,15	25,25	114	102,02	80,13	300	706,50	554,89		
15	1,77	1,39	65	33,17	26,05	115	103,82	81,54	305	730,25	573,54		
16	2,01	1,58	66	34,19	26,86	116	105,63	82,96	310	754,39	592,50		
17	2,27	1,78	67	35,24	27,68	117	107,46	84,40	315	778,92	611,76		
18	2,54	2,00	68	36,30	28,51	118	109,30	85,85	320	803,84	631,34		
19	2,83	2,23	69	37,37	29,35	119	111,16	87,31	325	829,16	651,22		
20	3,14	2,47	70	38,47	30,21	120	113,04	88,78	330	854,87	671,41		
21	3,46	2,72	71	39,57	31,08	121	114,93	90,27	335	880,97	691,91		
22	3,80	2,98	72	40,69	31,96	122	116,84	91,77	340	907,46	712,72		
23	4,15	3,26	73	41,83	32,86	123	118,76	93,28	345	934,35	733,84		
24	4,52	3,55	74	42,99	33,76	124	120,70	94,80	350	961,63	755,26		
25	4,91	3,85	75	44,16	34,68	125	122,66	96,33	355	989,30	776,99		
26	5,31	4,17	76	45,34	35,61	126	124,63	97,88	360	1017,36	799,04		
27	5,72	4,49	77	46,54	36,55	127	126,61	99,44	365	1045,82	821,38		
28	6,15	4,83	78	47,76	37,51	128	128,61	101,01	370	1074,66	844,04		
29	6,60	5,18	79	48,99	38,48	129	130,63	102,60	375	1103,91	867,01		
30	7,07	5,55	80	50,24	39,46	130	132,67	104,20	380	1133,54	890,28		
31	7,54	5,93	81	51,50	40,45	135	143,07	112,36	385	1163,57	913,87		
32	8,04	6,31	82	52,78	41,46	140	153,86	120,84	390	1193,98	937,75		
33	8,55	6,71	83	54,08	42,47	145	165,05	129,63	395	1224,80	961,95		
34	9,07	7,13	84	55,39	43,50	150	176,63	138,72	400	1256,00	986,46		
35	9,62	7,55	85	56,72	44,54	155	188,60	148,12	425	1418	1114		
36	10,17	7,99	86	58,06	45,60	160	200,96	157,83	450	1590	1248		
37	10,75	8,44	87	59,42	46,67	165	213,72	167,85	475	1771	1391		
38	11,34	8,90	88	60,79	47,74	170	226,87	178,18	500	1963	1541		
39	11,94	9,38	89	62,18	48,84	175	240,41	188,82	550	2375	1865		
40	12,56	9,86	90	63,59	49,94	180	254,34	199,76	600	2826	2219		
41	13,20	10,36	91	65,01	51,06	185	268,67	211,01	650	3317	2605		
42	13,85	10,88	92	66,44	52,18	190	283,39	222,57	700	3847	3021		
43	14,51	11,40	93	67,89	53,32	195	298,50	234,44	750	4416	3468		
44	15,20	11,94	94	69,35	54,48	200	314,00	246,62	800	5024	3946		
45	15,90	12,48	95	70,85	55,64	205	329,90	259,10	850	5672	4455		
46	16,61	13,05	96	72,35	56,82	210	346,19	271,89	900	6359	4994		
47	17,34	13,62	97	73,86	58,01	215	362,87	285,00	950	7085	5564		
48	18,09	14,21	98	75,39	59,21	220	379,94	298,41	1000	7850	6165		
49	18,85	14,80	99	76,94	60,43	225	397,41	312,12					

Ejemplos. — Peso de un cuadrado de 32 mm, igual a 8,04 kg. por metro  
 Peso de un redondo de 620 mm, igual a 3018 kg. por metro  
 Peso de un redondo de bronce de 12,5 mm. de diámetro,  $P = \frac{122,66}{100} \times 1,045 = 1,282$  kg.  
 (1,045 es la razón entre el peso del bronce y del acero)

**ANEXO 2. 11**

**MODELO DE BATERIAS A SELECCIONAR SEGUN LA NECESIDAD DEL MECANISMO**

BATERIA	MODELO	POL	No.de Placas	Capacidad C20 (Ah)	Descarga Rápida 0 °C	Descarga Rápida 26 °C	Capacidad de Reserva	Caja Tipo	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
NS40 STANDARD	NS40ZL	D/F	9	40	420	500	65	NS40	193	124	224
	NS40Z	I/F									
	NS40ZS	I									
NS40 FULL EQUIPO	NS40ZZL	D/F	10	45	450	540	72				
	NS40ZZ	I/F									
N40 FULL EQUIPO	NS60L	D	11	55	500	600	90	22 NF	238	135	223
	NS60	I									
	NS60BF	I/F									
36 STANDARD	54434	D	10	48	450	520	75	36	205	173	175
42 STANDARD	54533	D	10	48	450	520	75	42	233	174	172
42 FULL EQUIPO	55530	D	11	55	520	620	90				
	55530R	I									
42 HIGH POWER	55560	D	13	60	640	770	100				
	55560R	I									
65 FULL EQUIPO	N65L	D	12	65	650	780	100	55D23	230	175	215
	N65	I									
66 FULL EQUIPO	56618	D	15	70	750	900	120	41	278	175	175
	56618R	I									
24 STANDARD	N50	I	9	55	530	640	90	24	255	170	224
24 FULL EQUIPO	NS0ZL	D	11	65	620	740	110				
	NS0Z	I									
24 HIGH POWER	NS70L	D	13	80	740	890	140				
	NS70	I									
	NS78L	D	15	85	760	900	150				
		NS78						I			
34 FULL EQUIPO	NS70BL	D/B	13	80	740	890	140	34	255	170	200
	NS70B	I/B									
34 HIGH POWER	NS78BL	D/B	15	85	760	900	150				
	NS78B	I/B									
27 FULL EQUIPO	N70	I	13	80	740	890	140	27	300	168	224
27 HIGH POWER	N70ZL	D	15	85	765	905	160				
	N70Z	I									
49 HIGH POWER	58817	D	17	90	840	975	165	49	351	175	190
30H STANDARD	30H78	I	13	80	770	910	150	30H	338	162	214
30H FULL EQUIPO	30H90	I	15	90	780	940	160				
30H HEAVY DUTY	30H102L	D	17	105	850	1020	190				
	30H102	I									

I = TIPO AMERICANO    F = BORNE FINO    E = BORNE PERNO    B = CAJA BAJA

## ANEXO 2. 12

### ELECTRODO 6011

TIPO NORMA AWS	USOS Y CARACTERISTICAS	RESISTENCIA TENSIL LIMITE ELASTICO ELONGACIÓN	CORRIENTES OPTIMAS DE APLICACION (AMPERES)-CORRIENTE					
			3/32	1/8	5/32	3/16	1/4	C
<b>6011 (E-6011) A5.1</b>	Electrodo de alta penetración para soldar en toda posición con ca y cd, barcos, estructuras, reparaciones y uniones de tuberías.	RT=71.000LB/Pu <sup>2</sup>  LE=60.450LB/Pu <sup>2</sup>  E=25%	60	105	155	190		CD (+) CA

#### Características

El electrodo 6011 posee un revestimiento de tipo celulósico diseñado para ser usado con corriente alterna, pero también se le puede usar con corriente continua, electrodo positivo. La rápida solidificación del metal depositado facilita la soldadura en posición vertical y sobre cabeza.

El arco puede ser dirigido fácilmente en cualquier posición, permitiendo altas velocidades de deposición (soldadura).

#### Usos

Este electrodo es apto para ser utilizado en todas las aplicaciones de soldadura en acero dulce, especialmente en trabajos donde se requiera penetración.

#### Aplicación

Cordón de raíz en cañerías.  
Cañerías de oleoductos.  
Reparaciones generales.  
Estructuras.  
Planchas galvanizadas

#### Información técnica

Composición Química: C 0,11%; Mn 0,41%; Si 0,23%; P 0,010%; S 0,017%.

# PLANOS