

## Proyecto Final

# ``Cama hospitalaria``



**Autor:**

Sebastián Fernando Garcia

Mat 8715

**Tutor:**

*Anibal Marquez*



RINFI es desarrollado por la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

## Proyecto Final

# ``Cama hospitalaria``



**Autor:**

Sebastián Fernando Garcia

Mat 8715

**Tutor:**

*Anibal Marquez*

## Contenidos:

◆ Introducción-----	Página 3
◆ Objetivos principales-----	Página 5
◆ Presentación del producto original-----	Página 6
◆ Etapa de diseño-----	Página 14
◆ Procesos de producción-----	Página 29
◆ Dimensionado mecánico-----	Página 36
1. Estimación de las pérdidas por rozamiento-----	Página 37
2. Verificación del mecanismo de elevación de respaldar-----	Página 41
3. Verificación del mecanismo de elevación de la piecera-----	Página 50
4. Verificación de los mecanismos involucrados con la regulación de altura-----	Página 56
5. Verificación del eje de la cama-----	Página 77
6. Dimensionado del mecanismo de lateralidad-----	Página 84
◆ Instalación eléctrica-----	Página 90
◆ Aplicación Norma ISO 9001/2000-----	Página 108
1. Procedimiento de control del diseño-----	Página 112
2. Procedimiento de compras, evaluación de proveedores-----	Página 116
◆ Manual de usuario-----	Página 122
◆ Conclusión-----	Página 129

## Introducción

El presente trabajo consta del re- diseño de una cama hospitalaria de accionamiento eléctrico con fines de agregarle a la misma un grado más de libertad sin modificar las demás funciones que realiza el modelo original.

El proyecto surgió a partir de trabajar en la empresa Quiromed SACIF, situada en la calle Castelli 2578 de esta misma ciudad y la idea fundamental era poder diseñar una cama que además de realizar todas las funciones originales, también pueda desplazarse lateralmente hacia ambos costados.

Los fines del objetivo planteado era la de poder fabricar un modelo de cama hospitalaria, si bien muy especial, cuyo modelo no existe actualmente en el país y así poder brindar este producto tanto a hospitales y clínicas privadas, sin que estos no tengan que acudir a un producto importado que realizase las mismas funciones y también ofrecerles la misma calidad y confianza que cualquier cama hospitalaria fabricada en el exterior.

Las funciones básicas que realiza el producto original se presentan a continuación y se explicará brevemente cuáles son las utilidades de cada función en el ámbito hospitalario.

Por último se explicará cuál es la utilidad de una cama con movimiento lateral.

### Funciones básicas de la cama hospitalaria:

- Elevación de respaldar:

Esta función es utilizada para mantener erguido al paciente sobre todo cuando el mismo sufre de insuficiencia respiratoria. Esta posición genera que el paciente se encuentre en una posición más favorable para permitir la respiración.

- Elevación de pies:

La misma es utilizada para los pacientes que sufren falta de irrigación sanguínea en los pies y también es adecuada cuando el paciente ha sido operado en la zona torácica , elevando las piernas del mismo se evita que el abdomen se contraiga de esta forma el paciente sufre menos los dolores ya que la zona afectada se encuentra mucho más relajada que cuando las piernas se colocan de manera horizontal.

- Trendelemburg y Trendelemburg invertido:

Estas funciones se adoptan cuando el sector de los pies de la cama se eleva por sobre el sector de cabecera de la misma (Trendelemburg) y viceversa (Trendelemburg invertido).

Básicamente estas dos funciones son propias de las camas ubicadas en terapia intensiva y sirven cuando el paciente entra en estado de shock, inmediatamente la enfermera o profesional a cargo deberá accionar el movimiento de trendelemburg para irrigar rápidamente sangre al cerebro del paciente.

En cuanto a la función de trendelemburg invertido básicamente la utilidad es muy parecida a la del trendelemburg salvo que se usa cuando el paciente sufre de falta de irrigación sanguínea en los miembros inferiores, por lo que colocándolo con los pies más abajo que la cabeza de alguna manera la sangre irriga de mejor manera.

- Elevación de altura:

Esta función se genera cuando la totalidad de la cama se eleva en altura y se utiliza para lograr una mejora en el manejo del paciente por parte del profesional a cargo.

- Lateralización:

La misma es generada cuando el chasis de la cama se inclina totalmente hacia ambos lados. En general esta función se utiliza en los sectores de terapia intensiva para que ya sea la enfermera o el médico puedan maniobrar totalmente al paciente, sobre todo en los casos que el paciente se encuentra con problemas en la columna vertebral.

Además el hecho de poder contener al paciente sobre uno de sus costados es muy importante, sobre todo cuando el paciente sufre de problemas respiratorios en los cuales es conveniente eliminar la mucosidad de cada uno de sus pulmones.

Este modelo de cama, actualmente no es fabricado en el país por lo que es un emprendimiento bastante importante ya que solamente se consiguen en el mercado camas importadas fabricadas por empresas de re-nombre en el ámbito hospitalario.

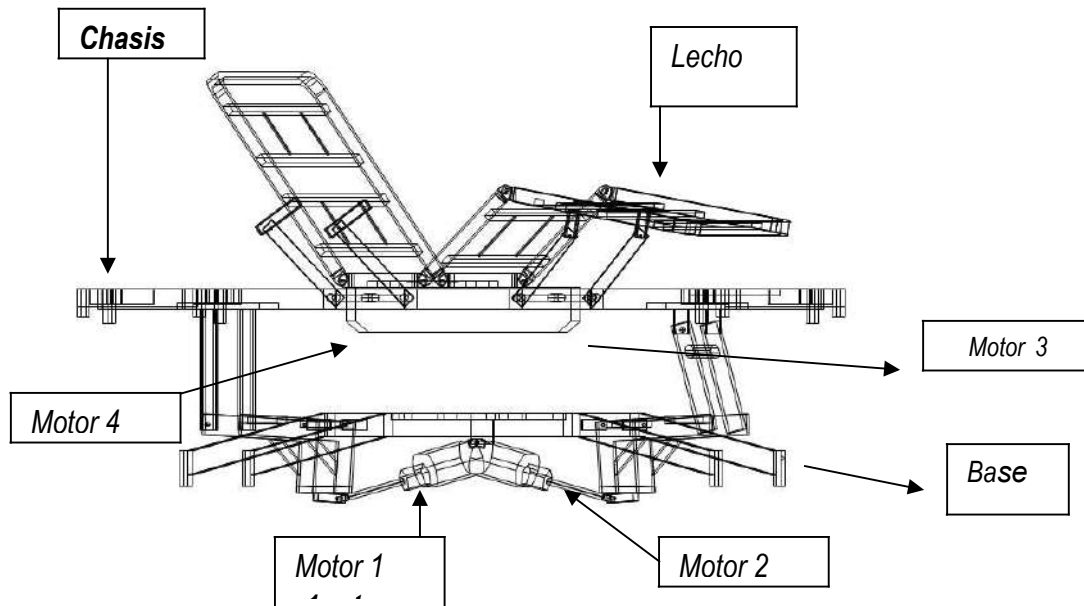
## **Objetivos principales de este proyecto:**

1. *Rediseñar una cama hospitalaria de manera de agregarle un grado de libertad al producto original (lateralidad).*
2. *Lograr mantener la identidad del producto original ya sea estéticamente y funcionalmente.*
3. *Generar un prototipo que se adapte a los requerimientos de entrada del diseño.*
4. *Lograr que un producto de estas características pueda ser fabricado en nuestro país.*
5. *Dimensionar todos los componentes sometidos a esfuerzos críticos que hacen al buen funcionamiento del producto y a la seguridad del paciente.*

### Presentación del producto:

En esta etapa del proyecto se presentarán todas las partes de la cama , mostrando planos y mecanismos de funcionamiento. Antes que nada se dará una vista general de la cama para luego ir ampliando detalles de todas las piezas.

### Vista general de cama:



Como se puede demostrar esta cama presenta la cantidad de cuatro motores para poder accionar todas sus funciones.

Cada uno de estos genera un movimiento distinto y a continuación se explicará mejor su funcionamiento:

### Elevación de pies:

Esta función la realiza el motor numero 3, que acciona el sistema de palancas que generan la angulación del sector de pieceras.

### Elevación de cabecera:

Esta función la realiza el motor numero 4 , que acciona el sistema de palancas que generan la angulación del sector de la cabeza del paciente.

### Movimiento de elevación de altura:

Como se puede observar dicho movimiento es generado por el accionamiento al mismo tiempo y a la misma velocidad de los motores 1 y 2 de la gráfica que realizan una acción de empuje a las palancas en forma de "L" de la figura.

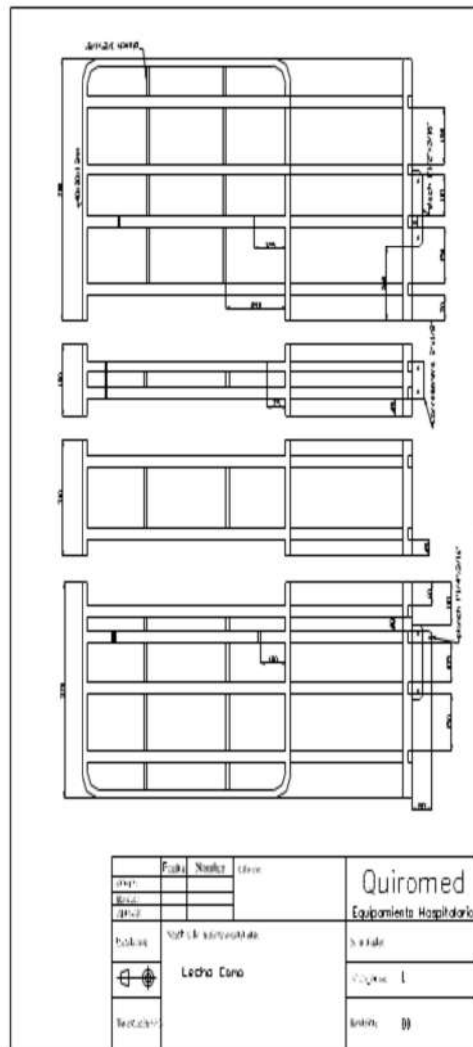


### Trendelemburg y reverso de Trendelemburg:

Este mecanismo es indispensable para camas de terapia intensiva y como es fácil de ver es también generado por los motores 3 y 4 de la gráfica, salvo que para poder realizarse esta función el sistema requiere que ambos motores se accionen al mismo tiempo pero en sentido contrario, así por ejemplo cuando el sector de cabecera baja, entonces el sector de pieceras sube (reverso de trendelemburg). Por supuesto que si uno de los dos motores se encuentra en posiciones extremas de su recorrido para generar este movimiento solamente funcionaria uno sólo.

Una vez presentada la cama sólo resta, presentar los planos de todas sus partes todavía sin tener en cuenta los cambios que se realizaron (Modelo sin modificar):

### Lecho de la cama:

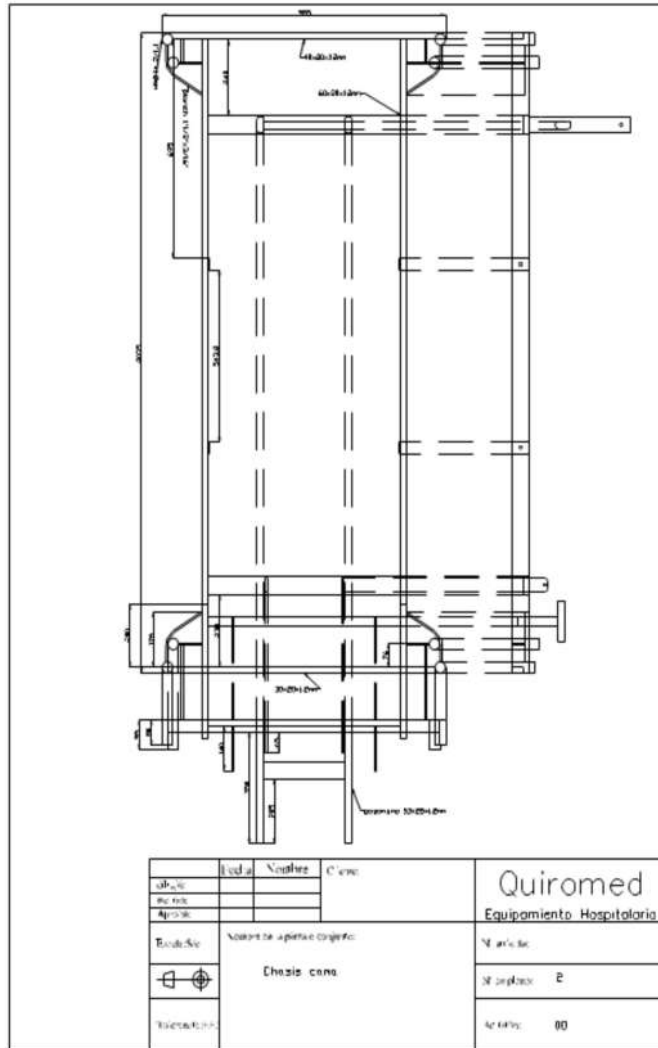


Como se ve , el plano anterior representa el lecho de la cama y básicamente se encuentra construido con acero estructural SAE 1010 de las siguientes medidas:

<i>Materiales lecho de cama</i>		
Material	Medida	Espesor
SAE1010	25x25 mm	1.25 mm
SAE1010	Planchuela 1/2"	1/8"
SAE1010	Planchuela 1/4"	3/16"

Las cuatro partes que forman el lecho se unen con bisagras de nylon especialmente diseñadas para esta utilidad.

### Estructura de chasis:



El chasis de la cama es fabricado en serie con el apoyo de una matriz (ver proceso de fabricación) y básicamente se encuentra formado también con acero SAE 1010, pero con perfiles de medidas como :

<i>Materiales del chasis de la cama</i>		
Material	Medida	Espesor
SAE1010	30 x 20 mm	1.25 mm
SAE1010	50 x 20 mm	1.25 mm
SAE1010	30 x 20 mm	1.25 mm
SAE1010	1"3/4"	2 mm
SAE1010	Planchuela 1"1/4"	3/16"
SAE1010	Pasamano 53 x 25 mm	1.25 mm

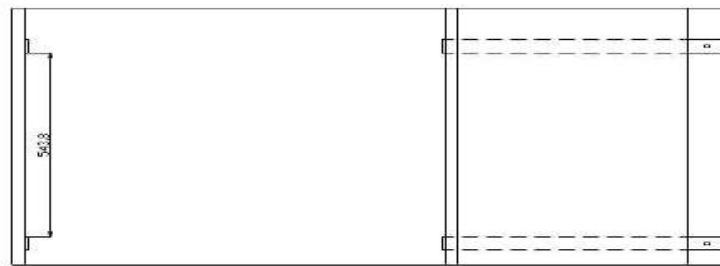
Se debe aclarar que todos los perfiles usados se encuentran fácilmente en el mercado nacional (Sidersa), así también a nivel local (Centrosider); lógicamente los distribuidores locales aproximadamente facturan con un 30 % adicional a Sidersa.

Todos los agujeros que se realizan en los perfiles se hacen con mecha de 10 mm ya que los bulones son de 3/8" de diámetro con diferentes largos, según sea su función.

En el plano se muestran 4 planchuelas de 1/4" que están dispuestas para la colocación de los ejes en donde se colocan los motores, esto se debe a tratar de aumentar la resistencia del material en esa zona, ya que la paredes del caño longitudinal son de 1.25 mm de espesor y entonces estas planchuelas adicionales hacen las veces de aumentar el espesor de la pared en la zona crítica.

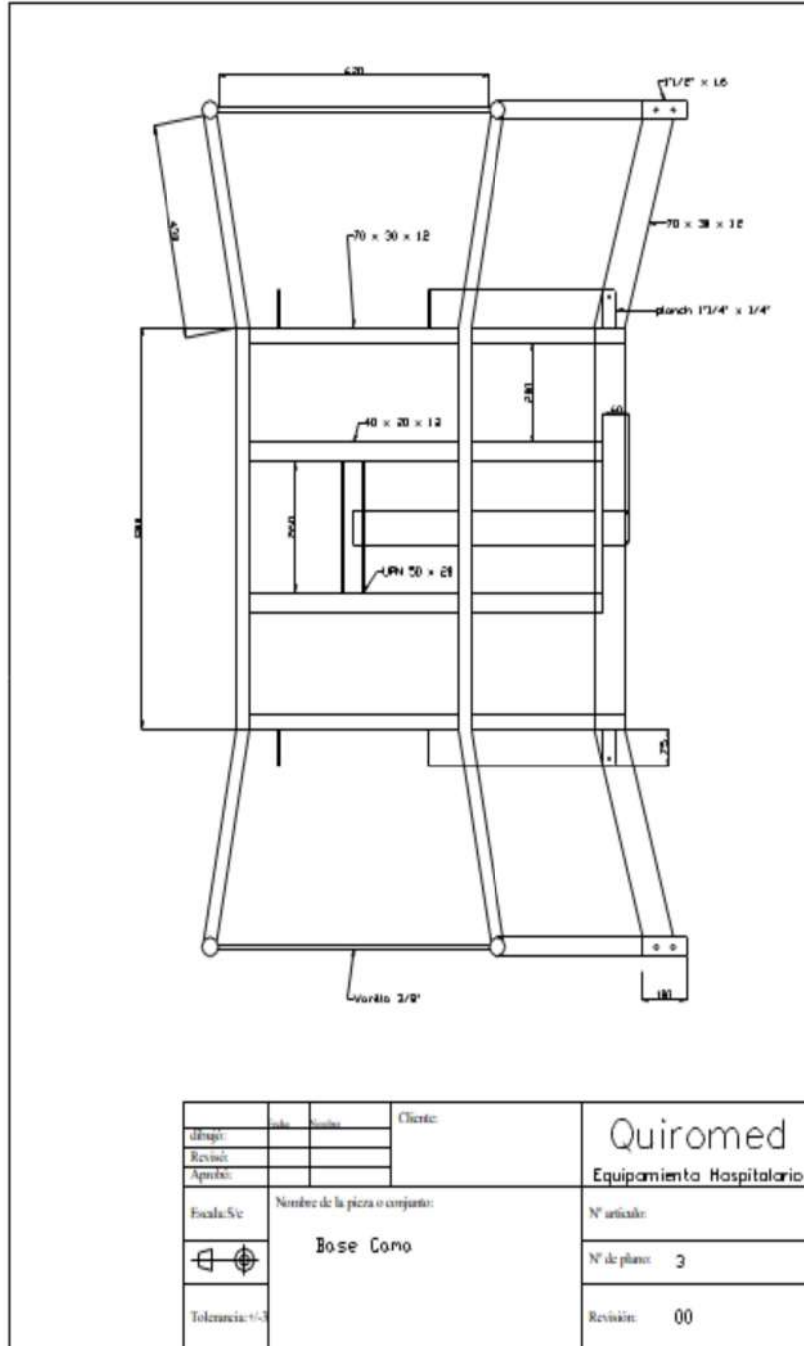
En la zona de unión del refuerzo con el chasis se realiza una soldadura tipo filete a ambos lados de la planchuela.

A continuación se amplía en detalles:



Refuerzo  
de 1/2 de  
espesor

Estructura de la base:



Para la estructura de la base se utilizan las siguientes medidas de perfiles:

Materiales de la Base de la cama

Material	Medida	Espesor
SAE1010	70 x 30 mm	1.25 mm
SAE1010	40 x 20 mm	1.25 mm
SAE1010	1"1/2"	1.6 mm
SAE1010	UPN 30 x 20 mm	3/16"
SAE1010	Planchuela 1"1/4"	1/4"
SAE1010	Varilla 3/8"	---

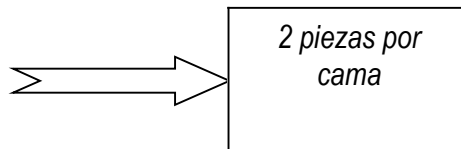
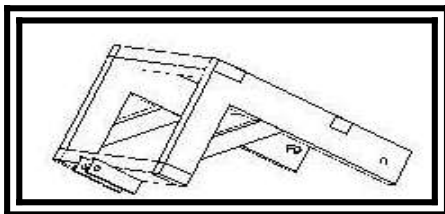
La varilla de 3/8" solamente cumple la función de mantener la angulación entre las 2 patas a la hora de la soldadura , por las tensiones que se producen en la misma y las deformaciones que estas ocasionan. Esto es imprescindible ya que esta pieza necesita ser exacta ya que la misma se encuentra cubierta con una pieza plástica una vez armada la cama.

En los tubos de los extremos de esta pieza ( 1"1/2" x 1.6 mm) van las ruedas fijadas con bulones de 1/2" y es imprescindible para el correcto funcionamiento que por lo menos 2 de las ruedas posean un sistema de freno total, es decir, además de impedir el giro, deberá poseer un sistema adicional para impedir su rotación en el eje vertical.

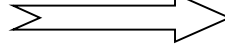
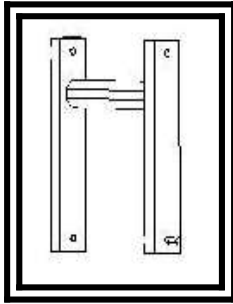
Nuevamente para que, la producción en serie de este producto se encuentre eficientizada al máximo todos lo agujeros se hacen con mecha de 10 mm, para luego fijar las partes, o con bulón de 3/8", o con buje según corresponda.

A continuación se pasa a presentar las piezas que serán nombradas en adelante como los 'movimientos' de la cama, ya que son las palancas que permiten transformar la energía de los motores ,en un movimiento de angulación, ya sea del chasis o del lecho de la cama.

*Piezas relacionadas con los movimientos de elevación de altura, trendelemburg y trendelemburg invertido:*



<i>Materiales para el movimiento "L" de la cama</i>		
Material	Medida	Espesor
SAE1010	60 x 20 mm	1.25 mm
SAE1010	Planchuela 1"	3/16"
SAE1010	30 x 20 mm	1.25 mm



1 pieza móvil  
1 pieza soldada

*Materiales para los movimientos de la cama*

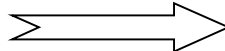
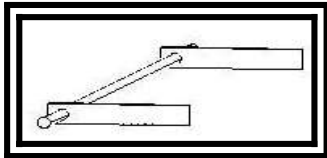
Material	Medida	Espesor
SAE1010	Pasamano 53 x 25 mm	1.25 mm

***Nota: Para el armado de la cama solamente se necesita una sola pieza de la anterior ( móvil), ya que el chasis posee una pieza similar soldada fija al mismo ( ver plano chasis). El hecho de que de un lado del chasis exista una pieza fija y del otro lado , articulada hace que la cama pueda realizar las sucesivas inclinaciones del chasis( trendelemburg).***

Las partes anteriormente mostradas, representan lo que sería la unión entre lo que se llamó el lecho-chasis y la base de la cama y generan las articulaciones de la misma.

Ahora se presentará el eje en donde van alojados los motores que accionan los mecanismos de piecera y cabecera.

*Eje de accionamiento de las funciones de elevación de piecera y cebecera:*



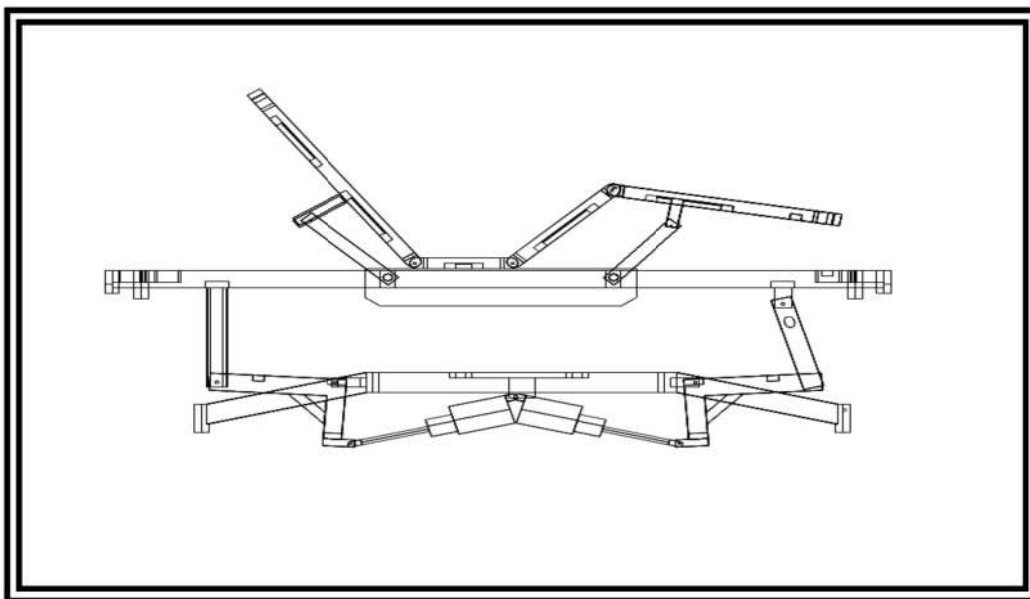
2 piezas por  
cama

*Materiales para el eje de la cama*

Material	Medida	Espesor
SAE1010	1"	2,5 mm
SAE 1010	Planchuela 1"1/2"	1/4"

Una vez presentadas todas las piezas constituyentes, es conveniente tomar una vista lateral de la cama, para poder explicar mejor como van ensambladas las partes:

Vista lateral de cama hospitalaria :



**Nota:** En el esquema anterior no figuran las ruedas, los cabezales de la cama ni las barandas.

En el ensamble de la cama todas las uniones se realizan con pernos especialmente fabricados de 3/8" galvanizados y la junta se sella con las llamadas tuercas rápidas que entran en el perno a presión y una vez colocadas, estas no ceden ( ver procesos de fabricación).

Las bisagras plásticas encastran directamente en el caño 25 x 25 de lecho y quedan fijas al lecho por medio de remaches.



### Etapa de diseño:

Básicamente en esta parte del proyecto se tratarán de explicar todos los criterios y conceptos adoptados en el cambio de diseño de la cama ortopédica. Además, por que no, también se plantearán todos los problemas y errores surgidos en esta etapa, ya que la idea es que todo quede registrado en el presente informe.

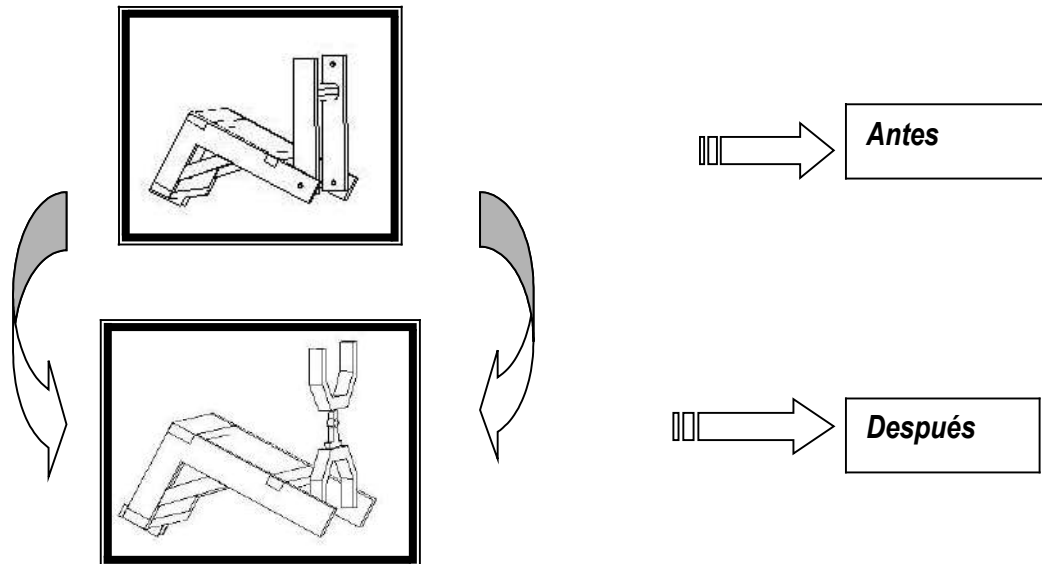
En primera instancia como datos de entrada de este cambio de diseño se cuenta con una cama, que aproximadamente cuenta con 6 años en el mercado, la cual está compuesta por una serie de piezas plásticas termoformadas, cuyas matrices se han fabricado con una inversión inicial bastante importante y por lo tanto la idea era de respetar cada una de estas de modo que la cama además de presentar un grado de libertad más, cuente con estas piezas que básicamente hacen a la estética de la cama y además a la identificación del producto. También se cuenta con otras funciones que realiza la cama (ya se nombraron anteriormente) y cada una de estas consta de diversas palancas y mecanismos que hacen que la cama funcione de manera correcta.

Por lo cual la idea es de que la lateralidad funcionase correctamente, pero sin impedir el resto del funcionamiento normal de la cama y la base fundamental de este diseño es lograr el objetivo fijado, pero modificando la mínima parte de piezas y gastando la menor plata posible, es decir utilizando la mínima cantidad de motores adicionales y por último que las piezas nuevas sean lo más productivas posibles.

Además se debe agregar que los motores que accionan los movimientos son importados y en el transcurso de este trabajo, solamente se contaba con uno de 100 mm de recorrido y 6000 N de fuerza de empuje.

Para poder realizar todo lo anterior se comenzaron realizando los siguientes cambios:

Como se muestra en el siguiente esquema la pieza en forma de h se cambio por la siguiente:

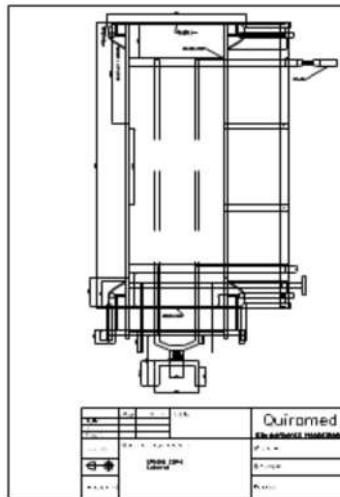


De esta forma me aseguro de que la pieza cumpla las mismas funciones que antes, ya que la pieza conserva todas sus dimensiones y además permite la rotación del chasis de la cama alrededor del eje del rodamiento que se colocó entre pieza y pieza, ya que ahora ya no es una pieza sino dos que se unen con el soporte del rodamiento.

En cuanto al rodamiento en primera instancia se pensó en el mismo y de hecho el prototipo se realizó con ese rulemán, pero se debe aclarar que realmente no es necesario porque al ser las velocidades tan pequeñas este es como que no hace falta, es decir directamente un buje cumple la misma función y además es mucho más barato y más productivo a la hora del armado.

En cuanto al chasis la modificación que se realizó fue básicamente la misma ya que recordemos que el chasis posee una "H" fija (soldada) idéntica a la anterior que es desmontable. Se debe aclarar que el hecho de que exista una pieza fija al chasis y la otra desmontable hace que se puedan realizar el movimiento de trendelemburg (cuando sube el chasis de un lado y baja del otro).

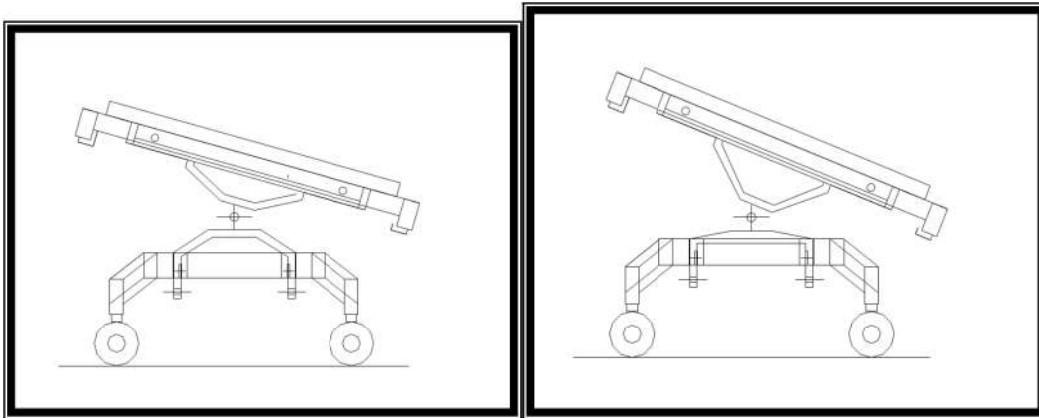
Resumiendo el nuevo chasis pasará a ser como sigue:



En general esos fueron los cambios realizados, los cuales además de permitir el movimiento lateral de la cama, no intervienen en las demás funciones de la misma. En cuanto a la posición del eje del rodamiento se trató de colocarlo lo más cerca del chasis, así la cama gira sobre la mitad del ancho del chasis, ya que recordemos que la función de lateralidad a nivel hospitalario hace que esta sea un “giro” y no un “rolido”.

Lo anterior se aclara en el siguiente esquema:

Vista frente cama lateral:

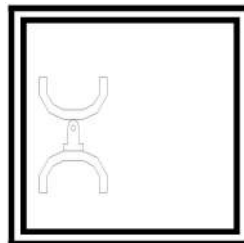


Se puede ver que el primer movimiento es más suave y además que realiza un giro mucho más puro que el segundo.

En este último prácticamente el chasis sufre un movimiento de traslación hacia un costado en vez de una rotación del chasis.

Se debe aclarar que el primero también realiza el mismo defecto pero en menor cuantía que el segundo y que idealmente el eje del rodamiento debería posicionarse sobre el mismo chasis pero esto es irrealizable ya que las condiciones de espacio no lo permiten.

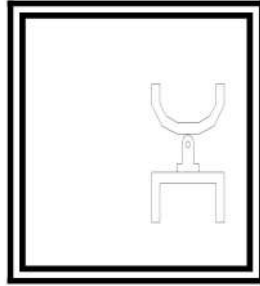
Por lo tanto básicamente los cambios estructurales que se realizaron ya fueron presentados, luego con el transcurso del trabajo se fueron presentando diversos problemas que se fueron corrigiendo, como por ejemplo en principio se diseñó la pieza que realiza la lateralidad de la siguiente manera:



La forma anterior se debía a que cuando la cama realice una determinada rotación, en ningún momento la pieza de arriba choque con la pieza de abajo. Luego cuando se armó el primer prototipo se notó que en realidad esa forma no era necesaria ya que la rotación de la cama no era tan grande como para que las dos piezas se cruzaran (aproximadamente 14°).

Obviamente dejando la pieza anterior como estaba, la cama funcionaba perfectamente, pero se decidió cambiarla ya que la forma de la misma no es productiva teniendo en cuenta una futura producción en serie del nuevo modelo de cama.

Por lo tanto la pieza se cambió a la forma más sencilla y productiva posible y la misma se presenta a continuación:



En cuanto al rodamiento se eligió uno con su soporte incluido y con un diámetro de eje de 19 mm. En realidad ya se explico anteriormente que realmente utilizar un rodamiento para realizar esa función es desaprovechar la función del mismo ya que para la velocidad que trabaja tranquilamente cumple la misma función un perno. Igualmente para el prototipo que se realizo esta bien, y básicamente la idea era que surjan todos los inconvenientes en este proceso así una vez terminado el prototipo poder sacarle todos sus defectos y todas sus virtudes. Recordemos que en esta etapa se esta creando el producto y no necesariamente el producto final será el prototipo realizado.

En cuanto a la unión de las dos piezas se realizó con una planchuela de  $\frac{1}{4}$ " de espesor como muestra la siguientes fotografías:



Las fotos anteriores muestran cuáles fueron los procedimientos usados para unir las dos piezas que forman el mecanismo de la lateralidad

El soporte del rodamiento se fijo a la estructura inferior con dos bulones hexagonales de  $\frac{3}{8}$ " y tanto la pieza superior como inferior se encuentran unidas por la planchuela que se cortó de  $1\frac{1}{2}$ " x  $\frac{1}{4}$ ".

En cuanto al eje se eligió un tramo de una barra de material trafilado SAE1045 de 19 mm de diámetro. Igualmente para esta función las dimensiones del eje se encuentran muy sobredimensionadas.

A continuación se muestran todas las etapas del proceso de diseño y realización del prototipo de la cama con lateralidad:



Las dos fotos anteriores muestran el momento en donde se comienza a realizar el prototipo , en ambos papeles se encuentran detalladas las piezas impresas en tamaño real para facilitarle al operario el armado de la misma, ya que todavía no existe ninguna matriz para la fabricación en serie de esa pieza.



Las fotos anteriores reflejan el armado de la cama en la fábrica con los plásticos que se nombraron anteriormente y en ese momento lo que se realizaba era verificar el movimiento de la rotación , aún sin el motor colocado, para que de alguna manera ninguna parte del chasis de la cama intercepte cualquier parte de la base en el movimiento de lateralidad .

Además también se controló que en ningún momento se tocasen los plásticos que cubren toda la estructura metálica ya que como se explico esto era una condición fundamental de entrada.

Básicamente ya se tenía la cama armada y la lateralidad funcionaba correctamente sin impedir ningún otro grado de libertad, solamente lo que faltaba para ese entonces era la elección de el lugar adonde iría alojado el motor que acciona este mecanismo y posteriormente la colocación del mismo.

Este proceso fue uno de los más complicados ya que las condiciones de espacio no eran muy buenas.

*A continuación se explicarán todos los pasos realizados para este proceso:*

### *Colocación del motor:*

Esta parte fue la que presento el mayor inconveniente de todo el proyecto ya que solamente se contaba con una clase de motor, es decir con un largo inicial y un largo de recorrido determinado, y con muchas restricciones de espacio para la colocación del mismo.

Básicamente de todas las opciones de posicionamiento que se presentaron la idea es de tratar que por un lado el motor trabaje con el máximo grado de palanca posible así este realiza la mínima fuerza en el accionamiento y por el otro es de tratar de lograr y conservar la mejor estética posible, ya que la idea es de tratar de que el motor se encontrase lo más escondido posible, si es detrás de algún plástico mejor. Esto último en realidad no se pudo cumplir ya que el motor se puede ver fácilmente pero no cabe dudas que el lugar elegido fue el mejor.

A continuación se presentan todas las posibilidades que se presentaron para la colocación del motor.

### *Vista frente cama lateral:*



El gráfico anterior muestra una posible instalación del motor, estéticamente esta es ideal ya que desde ningún punto de vista el motor se ve porque se encuentra cubierto por los plásticos. La desventaja que presenta esta distribución, que es por la cual no se eligió la misma ,es que es demasiado pequeña la distancia entre la línea de accionamiento del motor y el centro de la rotación por lo que es muy pequeña la palanca existente y el motor se esforzaría demasiado trabajando de esta manera.





La distribución anterior resulta bastante interesante ya que de esta manera la distancia entre la línea de accionamiento del motor y el eje del rodamiento es bastante grande, esta no se eligió porque era muy complicado el hecho de realizar la instalación en ese lugar y además había que construir una estructura adicional que sea solidaria a la parte inferior del mecanismo de lateralidad (ver dibujo) para que indirectamente el motor empujara hacia un costado y el chasis adopte el movimiento de la rotación.

Por último se presenta la opción que se eligió para fabricar el prototipo y la misma al parecer resultó la más productiva y el motor trabaja muy bien de esa manera ya que la distancia de palanca es bastante grande, recordemos que esta distancia está dada por la distancia perpendicular entre la recta de acción y el centro del rodamiento, lo que resultaría en el dibujo que se presenta una recta diagonal.



Una vez explicados todos los conceptos utilizados para la instalación del motor se presentan las fotografías de este proceso:



La foto anterior muestra el prototipo armado y listo para realizar la colocación del motor de empuje.



Las fotografías anteriores reflejan la disposición final para la colocación del motor y la segunda de las dos muestra la estructura de la cama realizando la regulación de altura con el motor de

accionamiento de la lateralidad en la mitad de su carrera, justo para que el chasis se encuentre en la posición horizontal.  
Por lo tanto una vez resuelto el problema de en donde posicionar el motor, se pasa a explicar como se coloco el mismo:







*Como muestran las fotos la cola del motor se instaló por medio de una planchuela de  $\frac{1}{4}$ " de espesor soldada a la estructura del chasis con una soldadura de tipo filete. En cuanto a la punta del motor el sistema fue similar.*

Por último , como para terminar esta parte del proyecto sólo queda mostrar el prototipo final armado y funcionando .



Cama lateral en el proceso de armado en fábrica, sin los cabezales colocados.



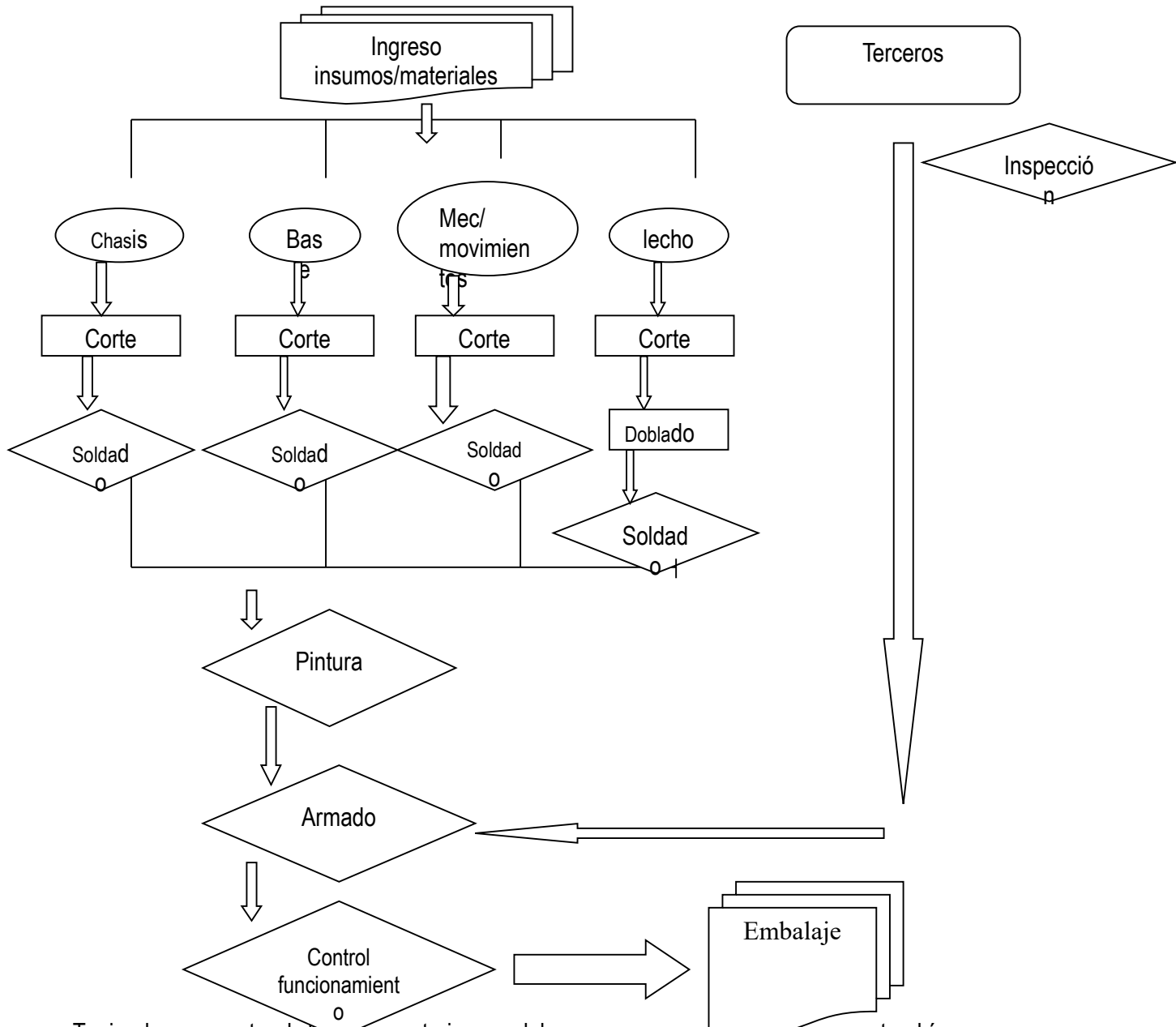
Cama lateral en movimiento accionando el mecanismo de lateralidad hacia la izquierda con una angulación final de  $14^\circ$  sobre la horizontal.



Cama lateral regulando su posicionamiento lateral , junto con la función de trendelemburg invertido.

Procesos de producción:

En este capítulo se explicarán básicamente cuáles son los procesos involucrados en lo que debería ser la producción en serie de este producto, desde que ingresan los materiales a la fábrica, hasta que se le realiza el valor agregado culminando con el producto final. A continuación se presentará una especie de diagrama de flujo que representa la unión e interrelación de todos los procesos de producción, teniendo en cuenta además todos los procesos que se tercerizan.



Teniendo en cuenta el diagrama anterior, se debe agregar que en cada etapa se tendría que realizar una inspección de recepción para ir llevando controles para que los posibles errores surgidos se detecten en el transcurso de la producción y no al final cuando ya se tiene prácticamente todo y sólo resta ensamblar partes, todo esto simplemente para evitar re-procesos.

En cuanto a los procesos tercerizados solamente habría que inspeccionar las entregas de los proveedores teniendo en cuenta el grado de severidad que hay que aplicarle a las inspecciones según sean piezas críticas para el normal funcionamiento de la cama.



Una vez explicado todo esto a modo de introducción, se empezarán explicando cada una de las componentes del diagrama de flujo anterior para lograr mayor comprensión de todos los procesos involucrados.

Comenzando con el primero de todos los procesos, llega el material a la fábrica en donde dependiendo la importancia del insumo se almacena para generar un stock o directamente para su utilización.

En el caso de los perfiles estructurales se los almacena en lo que se denomina cañonera.



Una vez que se recibe la orden de producción se pueden empezar a cortar la partes que constituyen la cama ortopédica. Cuando los cortes requeridos por las diferentes piezas son rectos a 90° en general se utiliza la cortadora a sierra sin fin y cuando son requeridos cortes a 45° se utilizan las sierras de discos.

Sierra sin fin:



Sierra circular:



Después de terminar los procesos de cortado, en general antes de ensamblar , dependiendo de la pieza, se le realiza un pulido antes de soldar.

Todos los procesos de soldadura para este producto son realizados con la soldadoras MIG utilizando C-20 como gas inerte.

Para determinadas piezas hay matrices para soldado, a continuación se muestra la matriz para soldar el chasis de la cama, en este caso justamente un operario se encuentra trabajando en la misma.





Una vez terminada la etapa de producción , se realiza una inspección y se lo lleva al sector de pintura en donde cada pieza será tratada con químicos antioxidantes y luego se pinta con pintura epoxi para posteriormente hornear la pieza.

Luego de salir del sector de pintura, viene la etapa más crítica de toda la producción, que es en donde se juntan todos los procesos y partes realizados en la fábrica y todos aquellos que se encuentran tercerizados. Esta etapa es la de armado y es donde se deben tener en cuenta todos los detalles estéticos del producto final.

A continuación se irán mostrando diversas fotos de esta etapa para lograr explicar mejor todos los procesos involucrados:



La fotografía anterior muestra como se realiza la unión de las partes que constituyen el lecho de la cama, este mecanismo posee un grado de libertad que hace que funcione como una bisagra y permite que el lecho se articule en tres partes.



Una vez armado el lecho de la cama , se lo une al chasis y se coloca el motor que acciona el movimiento de elevación de piecera y cabecera , todo esto es reflejado en la foto anterior en la cual se encastra el motor a presión en los ejes de caño de 1" de diámetro.

Luego de colocar el motor se pasa a unir el lecho de la cama, con las palancas involucradas en los movimientos del lecho. Esto se logra con la utilización de pernos galvanizados y lo que se denomina tuerca rápida, la cual entra a presión en el perno.

Este proceso se muestra en la siguiente fotografía . En general básicamente todas las uniones se realizan con el método explicado anteriormente.



Por otra parte se arma la base de la cama, a la cual se le colocan las ruedas con bulones de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro. Luego se colocan los motores que accionan los mecanismos de elevación de altura, trendelemburg y reverso de trendelemburg como se muestra en la siguiente fotografía:





En la foto anterior se puede ver que en esta etapa del armado ya se encuentran colocados los plásticos termoformados que cubren las estructuras metálicas de la base. Una vez armados por separado tanto el conjunto chasis-lecho con la base de la cama ortopédica, el primero se lo coloca en una barra paralela para poder realizar la unión. Una vez realizada esta unión la cama ya se encuentra terminada y lista para realizarle un ensayo de funcionamiento y poder ser validada para su posterior venta.



La fotografía anterior muestra como se realiza el ensamble final del chasis-lecho con la base de la cama. Los mecanismos de unión también son por medio de pernos galvanizados y tuercas rápidas. También se puede ver la forma que se coloca el motor destinado para el accionamiento de la lateralidad.



Momento en el cual se realiza la unión entre el chasis-lecho y la base de la cama lateral



Por último se presenta la fotografía de la cama armada sin los cabezales que se colocan en el final del armado.



### Dimensionado Mecánico:

Ya definidas todas las piezas de la cama y explicadas sus funciones , se comenzará a trabajar con lo que se denominó dimensionado de las piezas. Primeramente se comenzará con todas las piezas críticas, es decir con aquellas partes que durante un funcionamiento normal , se encuentran trabajando bajo flexión o torsión o cualquier condición que implique esfuerzos mecánicos y se recalcularán los espesores de las paredes de los caños para evaluar si corresponde fabricar esa pieza en un espesor más grande o no .Igualmente en caso de que la pieza se encuentre muy sobredimensionada la decisión no será la de achicar espesores, porque se trabajará con amplios factores de seguridad ya que la diferencia monetaria de diferencias de material son ínfimas comparadas con la tranquilidad que obtiene un ingeniero de saber que su proyecto no va a fallar bajo modos de uso normales y anormales .

Una vez realizado los cálculos anteriores se pasará al cálculo de las piezas que forman parte del re-diseño de la cama. Recordemos que la idea es cambiar la menor cantidad de partes, ya que de esta manera se podrá mantener la identidad del producto y productivamente evitar complicaciones propias de la fabricación de piezas fuera del estándar.

Antes de comenzar con los cálculos se explicará de la forma en que se tuvieron en cuenta las pérdidas por rozamiento en todas las uniones de la cama ya que estas no son generadas por rodamientos sino que se encuentran generadas por bujes y pernos.

### Estimación de las pérdidas mecánicas por rozamiento:

En este apartado se explicara el procedimiento por el cual se tuvieron en cuenta las pérdidas mecánicas por roce producidas en todas las uniones entre las piezas de la cama, ya que era irreal tomar los datos arrojados por el programa sin tener en cuenta que en realidad todas las simulaciones realizadas de los mecanismos son ideales y no tienen en cuenta los roces producidos.

Se debe aclarar que básicamente todas las uniones se encuentran realizadas por bujes y no rodamientos por lo que se debe tener en cuenta perdidas mecánicas por roce.

Obviamente el hecho de realizar esto nos da un margen de seguridad más amplio porque de alguna manera la simulación se acerca mucho más a la realidad.

Comenzaremos por explicar el ensayo y luego se sacarán conclusiones del mismo.

Cabe destacar que aunque este ensayo es en cierta manera precario, es de una utilidad importantísima para este trabajo.

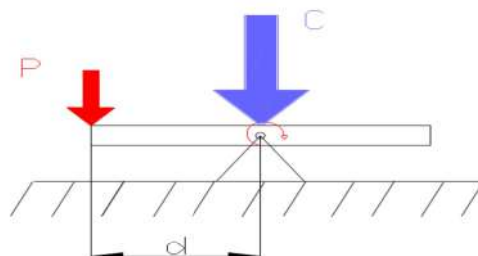
### Ensayo de pérdidas :

Todas las articulaciones básicamente están formadas por un perno de 3/8" de diámetro galvanizado, el cual une ambas piezas que fueron antes agujereadas con mecha de 10 mm (ver procesos de fabricación) por lo cual cuando la cama funciona normalmente existe un pequeño rozamiento entre el perno y las paredes de los caños, que en general se puede suponer que depende de la carga a la cual está sometida la unión.

Por lo tanto este ensayo se basa en de alguna manera conocer la relación existente entre la carga en la unión de la articulación y el rozamiento entre las paredes de los tubos y la cara del perno.

### Procedimiento del ensayo:

El ensayo constó en tratar de llevar la articulación de la cama a las condiciones reales en las cuales funciona. Esto se realizo mediante la elección de un soporte, en este caso se utilizó una morza de banco, y un corte de caño estructural de medida conocida agujereado y empernado a la mitad según el diagrama adjunto :



Una vez realizado el dispositivo se procedió a cargar la unión en el eje con distintas cargas (C) de manera que no produzcan momento alguno, y en todos los casos se media la carga (P) que producía el desequilibrio.



De esta manera tenemos las siguientes ecuaciones:

$$\Sigma \text{Momentos} = 0$$

$$P \cdot d - M_{roce} = 0$$

Y por lo tanto se puede calcular la cupla producida por el rozamiento en función de la carga a la cual se encuentra sometida la articulación.

$$M_{roce} = P \cdot d$$

Este es un dato importantísimo ya que sólo queda programar en el soft de simulación la función existente entre carga y roce que se manifiesta como una cupla en contra del movimiento.

A continuación se presentan algunas fotografías de lo realizado:



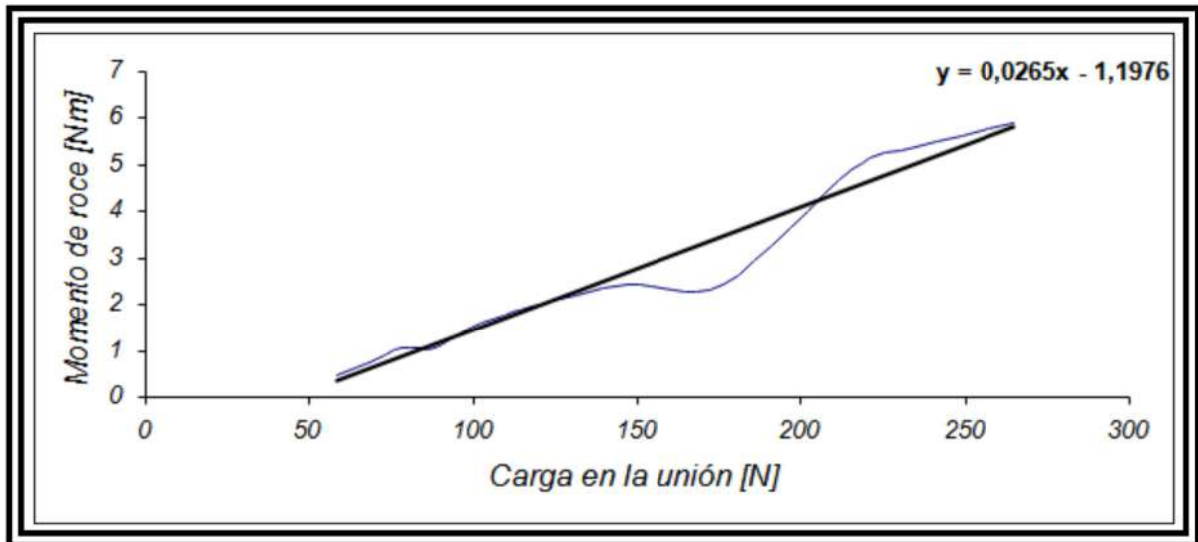


Datos arrojados de la experiencia:

		Carga en el eje C		Carga desequilibrante	
[Kg]	[N]	[Kg]	[N]	Distancia [mt]	Mo[Nm]
6	58,8	0,1	0,98	0,5	0,49
7	68,6	0,15	1,47	0,5	0,735
8	78,4	0,215	2,107	0,5	1,0535
9	88,2	0,216	2,1168	0,5	1,0584
10	98	0,3	2,94	0,5	1,47
11	107,8	0,35	3,43	0,5	1,715
12	117,6	0,4	3,92	0,5	1,96
15	147	0,5	4,9	0,5	2,45
18	176,4	0,5	4,9	0,5	2,45
22	215,6	1	9,8	0,5	4,9
24	235,2	1,1	10,78	0,5	5,39
27	264,6	1,2	11,76	0,5	5,88

Por lo tanto con los datos obtenidos se puede estimar aproximadamente la función existente entre las cargas y el rozamiento. En este caso se aproximó la curva a una relación lineal entre cargas y roces.

Relación existente entre la carga a la que se encuentra sometido el buje y el rozamiento:



Verificación de los elementos sometidos a esfuerzos críticos :

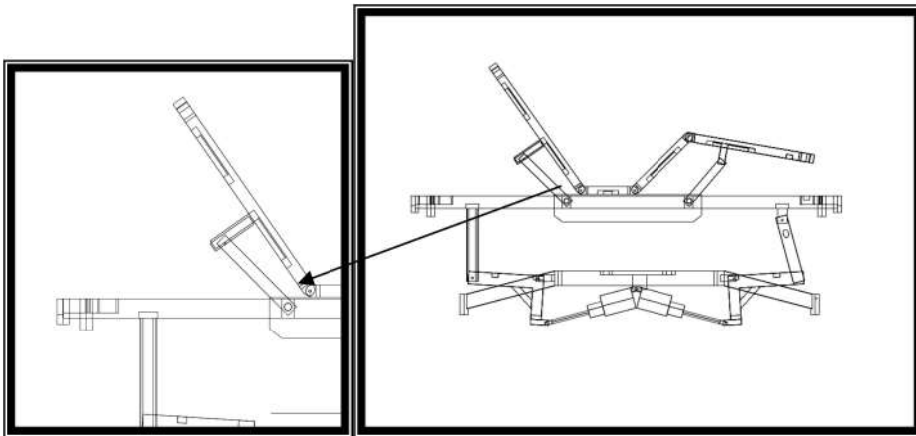
Se comenzarán dimensionando las planchuelas y perfiles de toda la cama, ordenadas por función, primeramente comenzaremos por los movimientos relacionados con el lecho de la cama:

### Verificación del mecanismo de elevación de respaldar:

En esta parte se dimensionará la planchuela de 1"1/2" que hace las veces de palanca para el accionamiento de este movimiento.

Esta planchuela se encuentra sometida básicamente a la flexión, provocada por el peso del paciente.

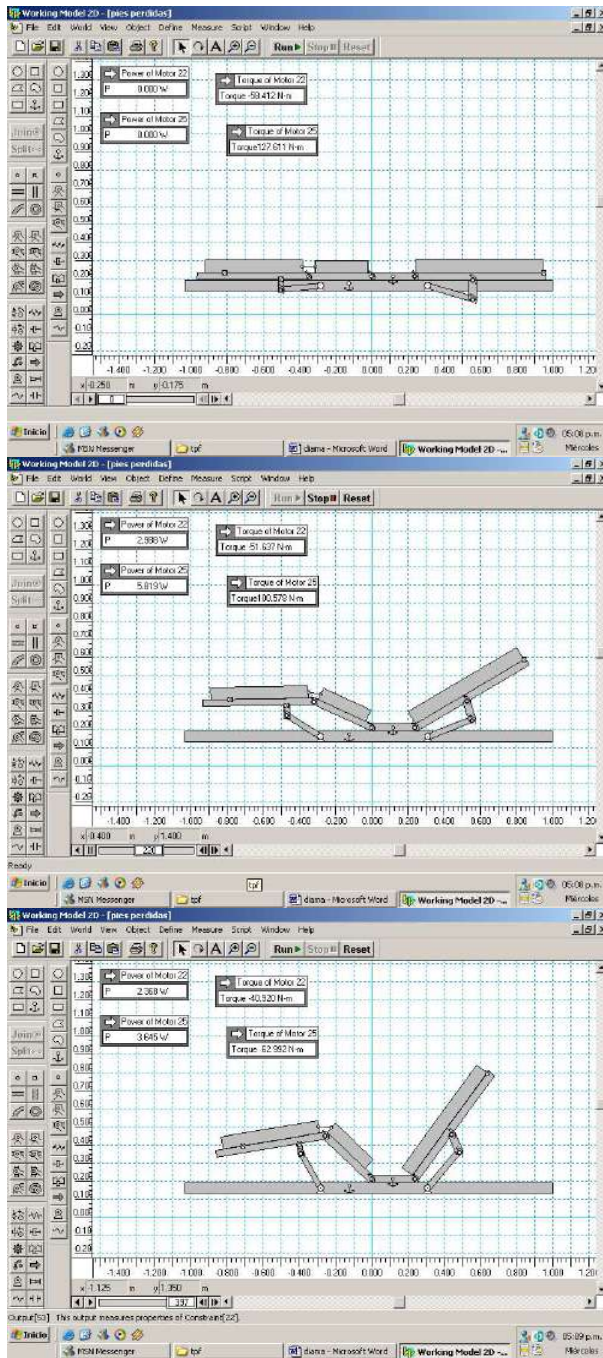
A continuación se identifica su ubicación en la cama:



Primeramente lo que se hizo, fue simular su funcionamiento teniendo en cuenta las pérdidas mecánicas con el programa, de la manera que se explicó en el apartado anterior.

Luego se presentarán algunas curvas útiles como curvas de potencia, fuerza, y energía precisada por el actuador.

### Simulación del mecanismo de elevación del respaldar:



Inicio de la simulación

Transcurso de la simulación

Final de la simulación

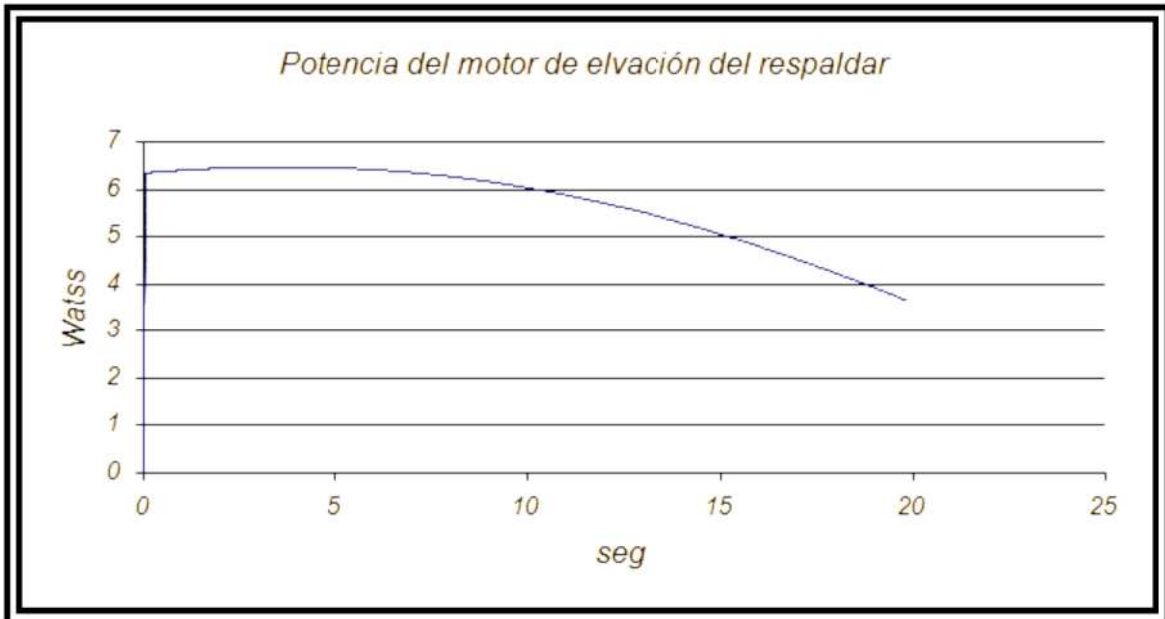
Una vez terminada la simulación los datos arrojados por el programa se procesan con la utilización del Excel y se relevaron determinadas curvas que posteriormente se presentan.

Cabe mencionar que a la cama se la carga con un peso distribuido de tal manera de simular el peso repartido del mismo paciente (aproximadamente 40 Kg en la zona de la cabecera).

Igualmente de ninguna manera significa que la pieza se va a dimensionar para que soporte solamente 40 Kg, es decir se adoptarán ciertos valores de seguridad para asegurarse de que esta bajo ningún tipo de circunstancias adopte un comportamiento plástico o falle.

Se presentan algunas curvas útiles del comportamiento de este movimiento:

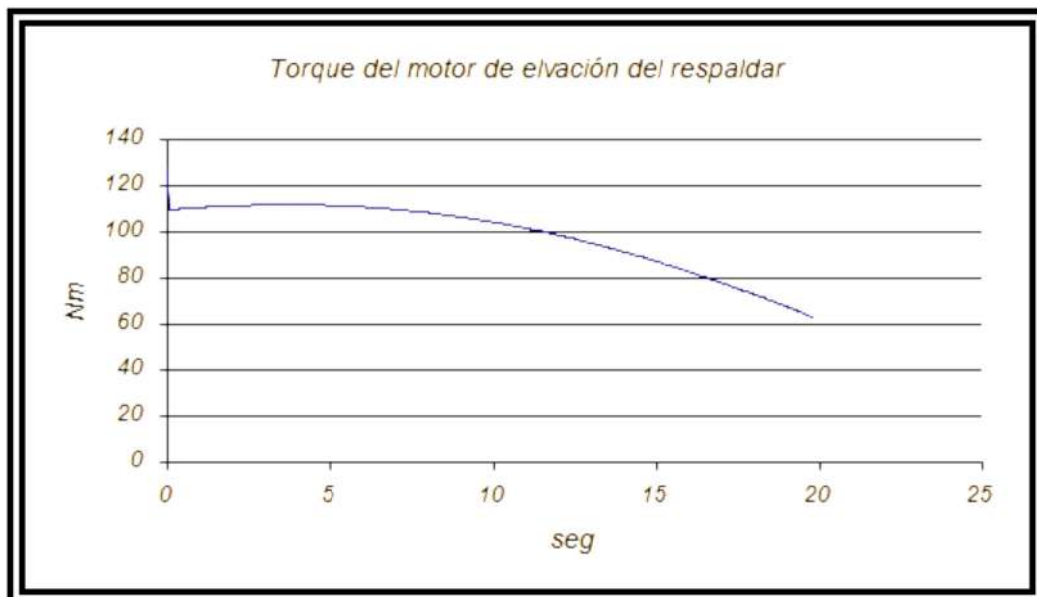
Potencia del motor en función del tiempo:



Teniendo en cuenta la gráfica se puede demostrar que la potencia máxima entregada por el motor ronda en el orden de 6 y 6.5 watts. Estos valores a primera vista resultan pequeños pero se debe tener en cuenta que las velocidades son muy chicas (aproximadamente el respaldo se acciona a una velocidad de 3,15 °/seg).

Finalmente se puede concluir que la potencia es máxima al comienzo del trayecto y disminuye suavemente a medida que el movimiento avanza. Lo anterior es coherente ya que de alguna manera al principio el motor presenta una palanca desfavorable por lo tanto es necesario más torque y por ende más potencia y a medida que el movimiento surge las palancas se tornan más favorables, hasta llegar al mínimo de potencia .

Torque del motor en función del tiempo:





Para este caso caben las mismas conclusiones que para el caso anterior.

Por último se agrega la curva de energía , calculada como la potencia por unidad de tiempo

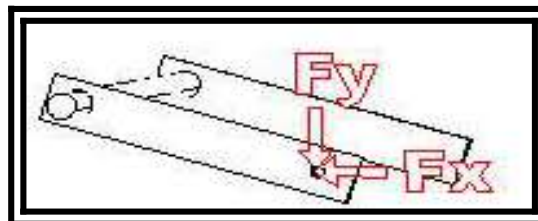
Curva de energía en función del tiempo:



Teniendo en cuenta lo anterior se calculó el momento flector al que se encuentra sometida la palanca en todo su trayecto, así tenemos en cuenta en qué etapa del recorrido el momento flector es máximo.

Por último los cálculos se realizan con ese valor ya que de alguna manera me aseguro que si la pieza no sufre falla alguna, en ese transcurso del movimiento, no fallará en ninguna otra etapa. Se debe aclarar que tanto las fuerzas en el eje x como en el y del vínculo entre la palanca de movimiento y el lecho de la cama se deben dividir en dos , ya que el programa al ser en dos dimensiones no tiene en cuenta que en realidad hay dos vínculos iguales en distintos planos.

En resumen la palanca del accionamiento se ve:



La ecuación que se usó para realizar el cálculo del momento a lo largo de todo el trayecto se presenta a continuación:

$$M = [Fx \times \cos(\beta) + Fy \times \text{sen}(\beta)] \times L$$

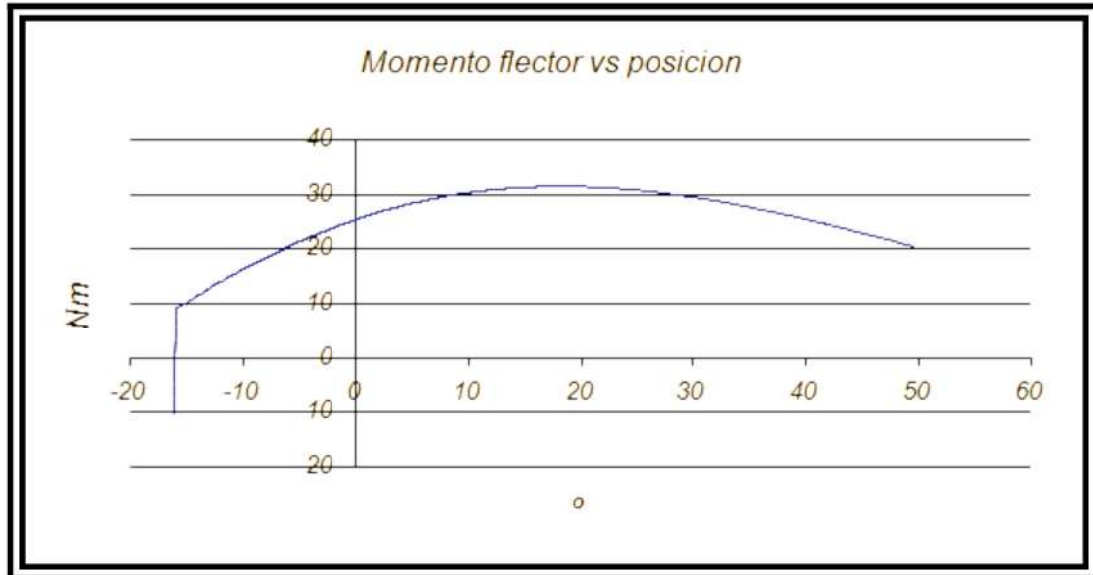
En donde:

L= Largo de la palanca

$\beta$ = ángulo entre la horizontal y la palanca

Lógicamente cuando el recorrido de la palanca supera a la horizontal los momentos de ambas fuerzas se oponen entre sí.

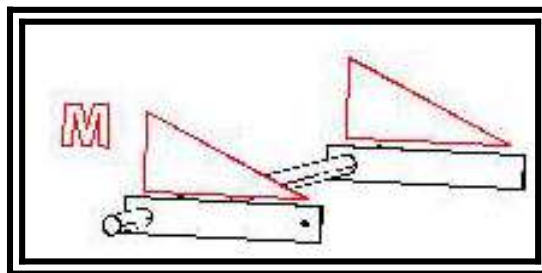
Por lo tanto con todos los valores variando punto a punto de la simulación se obtuvo una curva de la variación del momento en el recorrido que se presenta a continuación:



Aclarando la gráfica anterior se puede decir que el eje de las abscisas representa los grados de rotación de la palanca, y obviamente el de ordenadas el momento flector actuante.

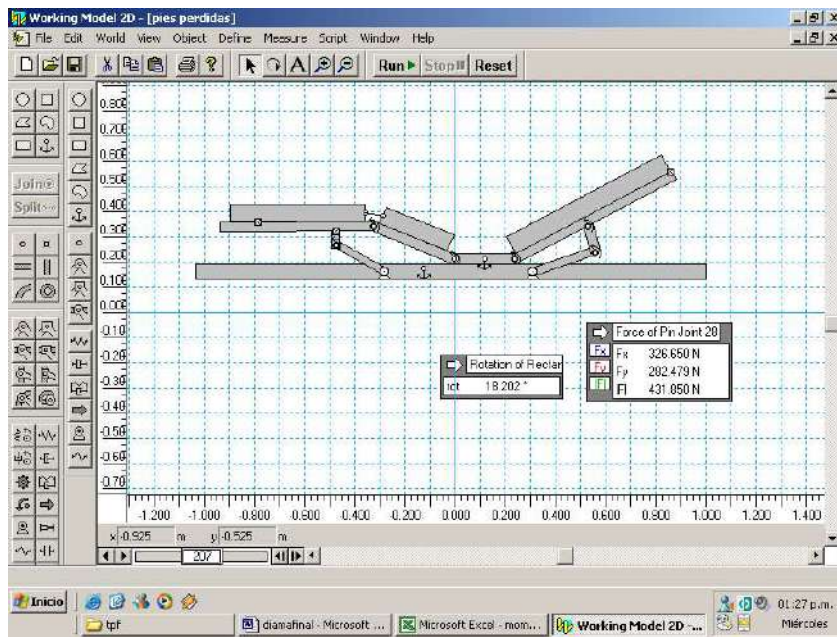
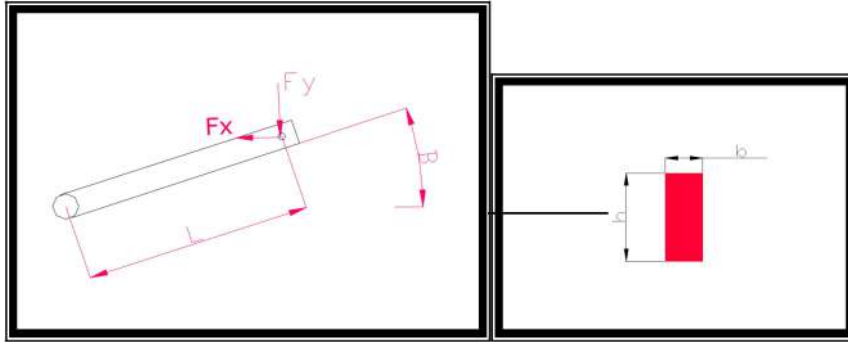
Se puede concluir que el momento más crítico a la que se encuentra sometida la palanca es cuando la misma rotó aproximadamente  $20^\circ$  por sobre la horizontal. Por lo tanto este es el momento que se debe tener en cuenta a la hora de realizar el cálculo de la palanca.

A continuación se presenta el diagrama de momento flector en ese instante crítico. Como se puede ver el posible punto de falla se encuentra del lado más alejado de la acción de las fuerzas.



Por último se realizarán los cálculos. Para aclarar mejor la situación se presenta el siguiente esquema y se muestra exactamente el momento en donde surge el máximo esfuerzo:





*En donde los datos son los siguientes:*

Esfuerzos	
$F_x$	163.32 N
$F_y$	141.23 N
Angulo con la horizontal	
$\beta$	18.202°
Dimensiones	
B	0,00635 mt (1/4")
H	0.0381 mt (1"1/2")
L	0.17 mt
Momento de inercia	
I	0.000000029 m <sup>4</sup>

<i>Área sección resistente</i>	
A	0.00024 m <sup>2</sup>
<i>Material</i>	
Tensión de fluencia	292,2 Mpa

**Nota: Tener en cuenta que tanto la fuerza sobre el eje x como la fuerza en el eje y fueron divididas en dos, por lo explicado anteriormente.**

Básicamente dadas las pequeñas velocidades se considera a esta pieza como que se encontrase empotrada al caño y no se considera el momento flexionante que ejerce el motor ya que la situación es como si este mecanismo se encontrara quieto .

Por lo tanto la pieza se encontrará bajo un esfuerzo tensionante producido por la flexión que ejercen tanto la fuerza en el eje x como la fuerza en el eje y , sumado a las tensiones que se generan propias de la acción longitudinal de las fuerzas.

Se debe aclarar que la componente de la fuerza en x también genera un momento debido a la inclinación de la palanca sobre la horizontal, como así la componente de la fuerza en el eje y genera una tensión de tracción , también debido a la inclinación de la palanca.

**Nota: En este trabajo se despreciaron los esfuerzos de corte producidos en la flexión ya que estos son despreciables.**

Realizando los cálculos los resultados fueron:

- Momento flector:

Este se puede obtener de la curva anterior, pero para que quede mas claro se re-calcula:

$$M = 0.17 \times [163.32 \times \text{sen}(18.202) + 141.23 \times \text{cos}(18.202)] = 31.48 Nm$$

- Tensión debida a la flexión:

$$\sigma_f = [31.48 \times (0.0381 \div 2)] \div 0.000000029 = 20,8 \text{ Mpa}$$

- Tensión debida a la tracción:

$$\sigma = [163.32 \times \text{cos}(18.202) + 141.23 \times \text{sen}(18.202)] \div 0.00024 = 0,83 \text{ Mpa}$$

- Tensión Total:

$$\sigma_T = \sigma_f + \sigma = 21,6 \text{ Mpa}$$

Entonces este valor es mucho menor que el admisible.

Por lo tanto:  $\sigma_T \ll \ll \ll \sigma_{\text{fluencia}}$

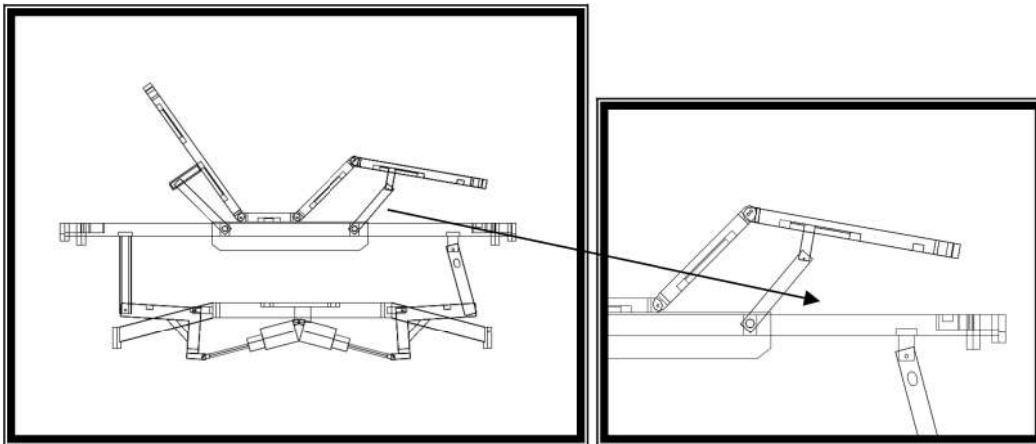
Verificación del mecanismo:

$$F_s = \frac{\sigma_{\text{fluencia}}}{\sigma_T} = 13,54$$

Factor de seguridad:

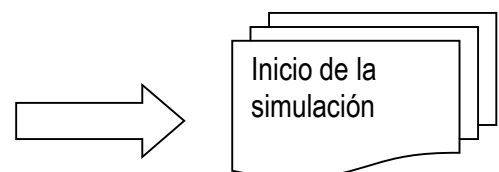
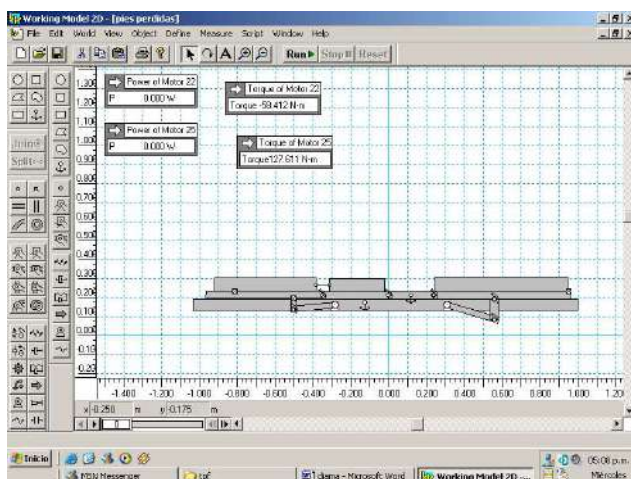
Básicamente esta pieza ta /2" x 1/4" y se encuentra sometida a la flexión , provocada por el peso del paciente ( para este caso las piernas).

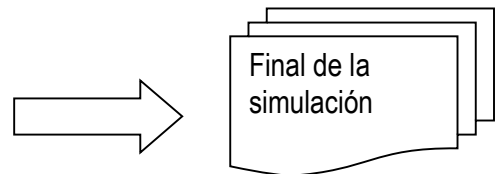
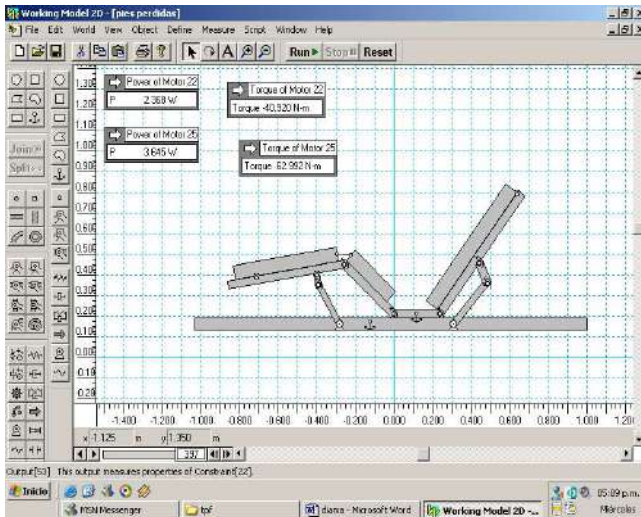
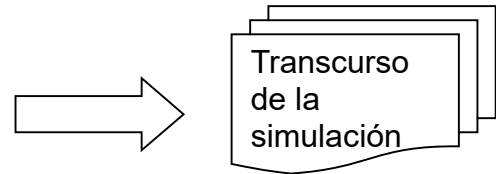
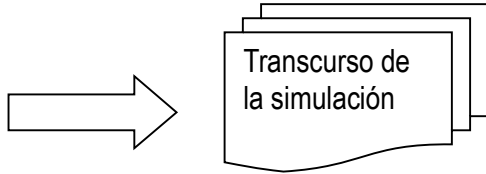
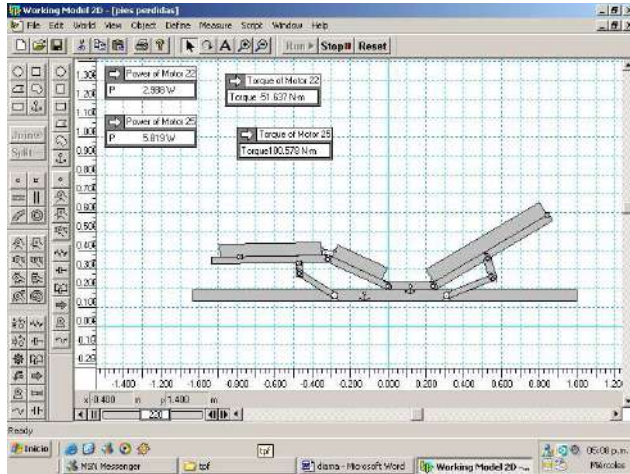
La ubicación de esta pieza en la cama es la siguiente:



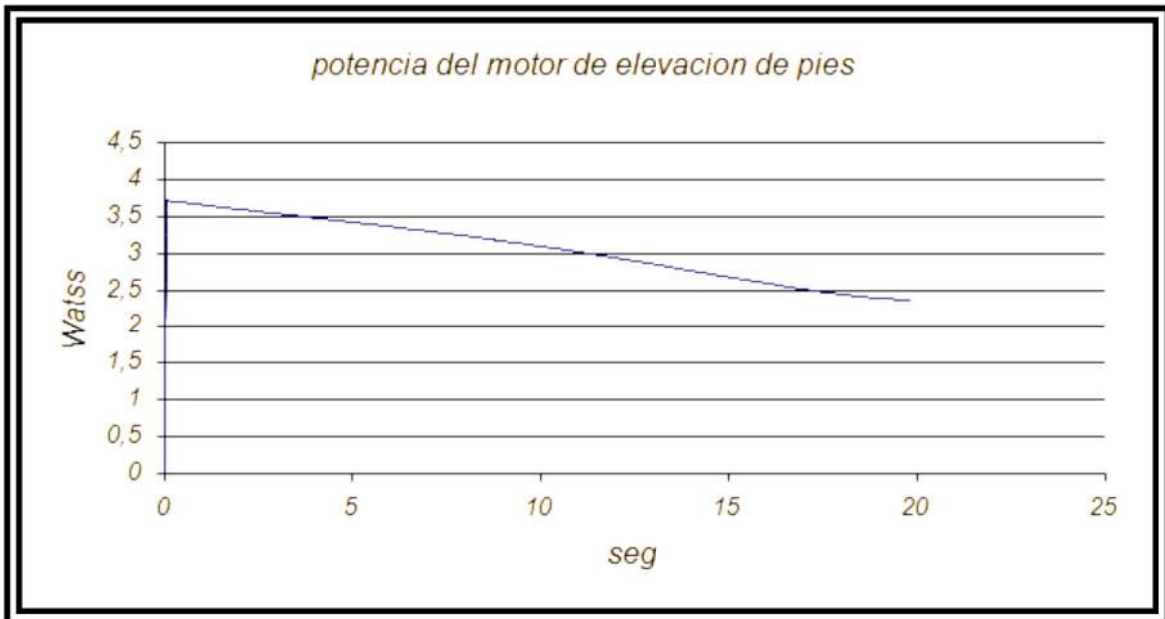
En general para este caso también se emplearon los mismos métodos para realizar el cálculo de la pieza.

A continuación se presentan todo lo realizado para la verificación de las partes sometidas a esfuerzos críticos:



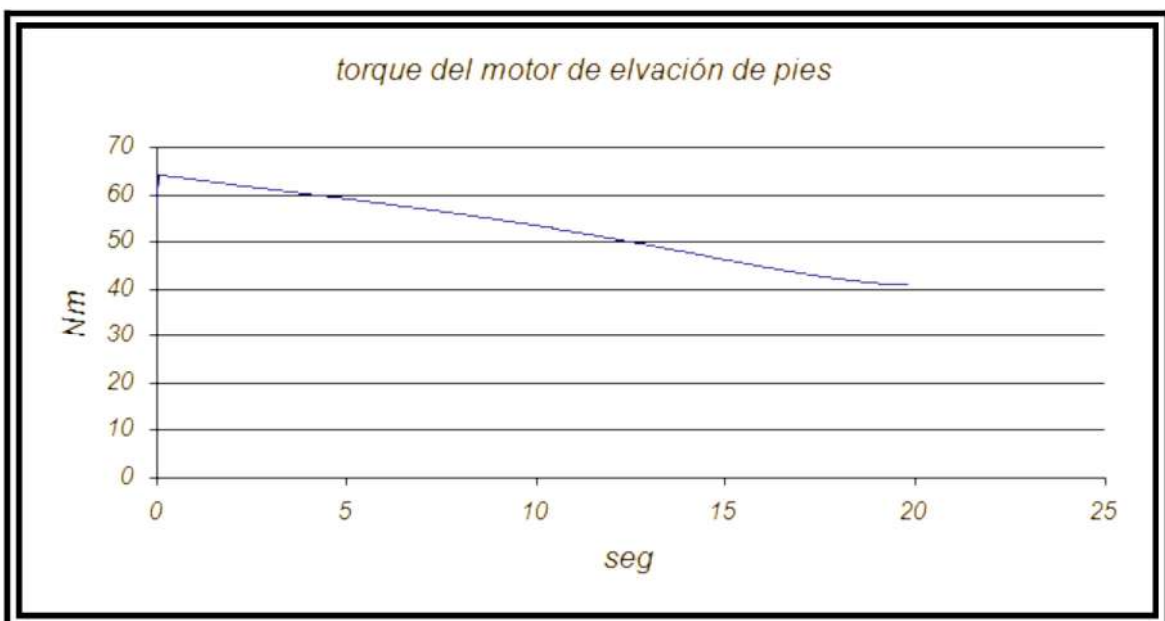


Curva de potencia del motor en función del tiempo:



En general las conclusiones son idénticas al caso anterior, es decir, la potencia máxima entregada por el motor se encuentra en la etapa inicial del recorrido cuando la palanca no es la mejor y también se debe tener en cuenta la inercia que posee el mecanismo para pasar del estado de reposo, al movimiento.

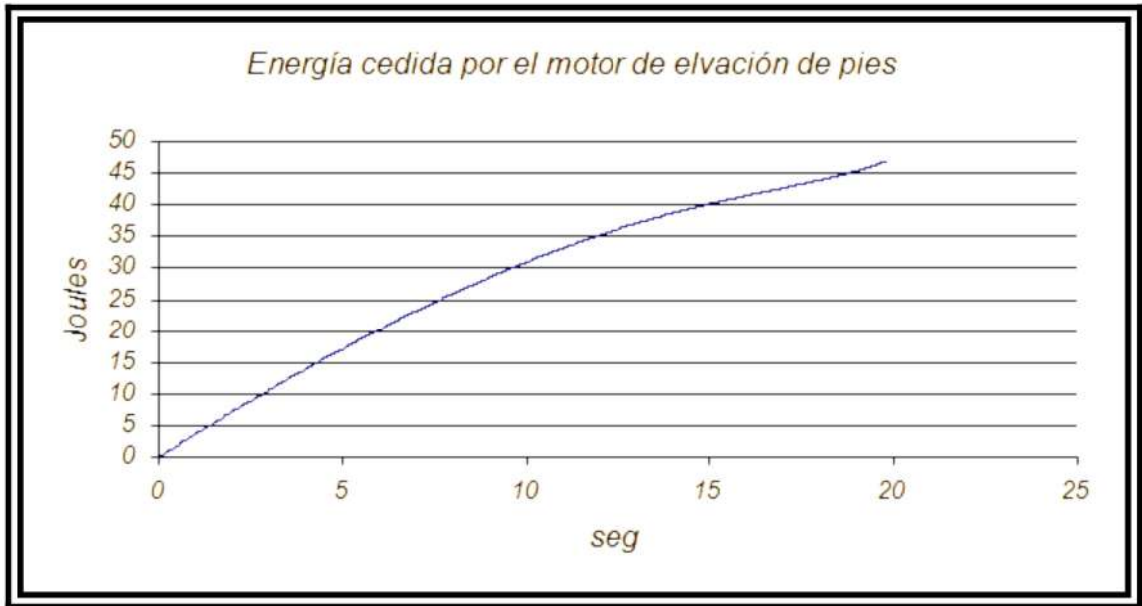
Torque del motor en función del tiempo:



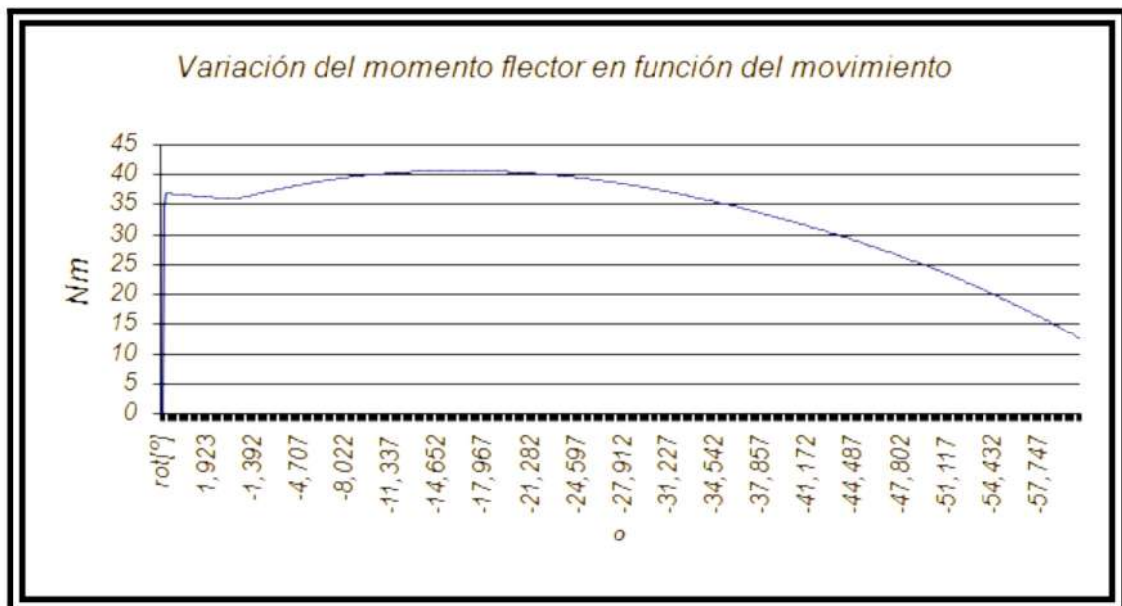
Las conclusiones son similares a lo anterior.

Energía del motor en función del tiempo:

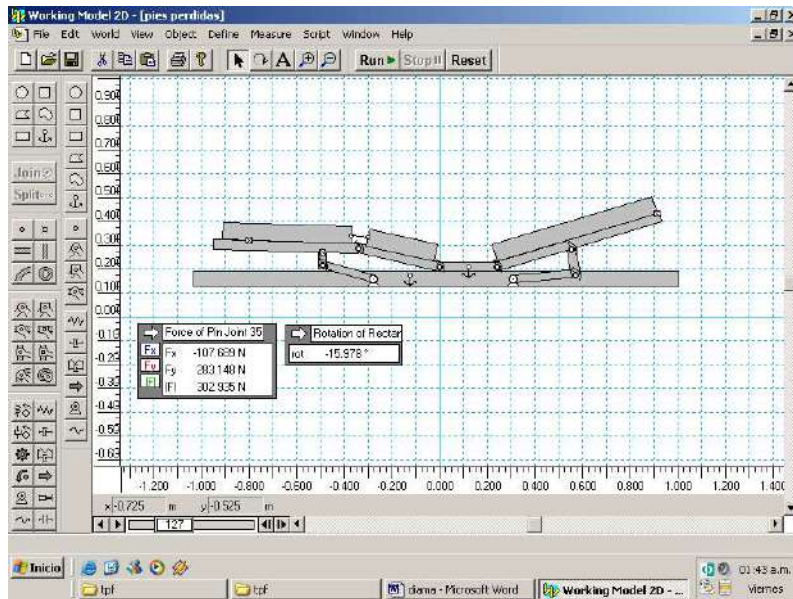




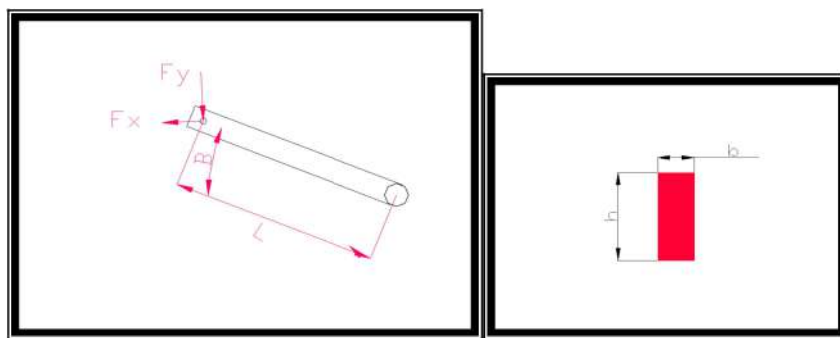
Como se hizo anteriormente se evaluará la variación del momento al que se encuentra sometida esta palanca en el transcurso de todo el movimiento para lograr saber cuál es el momento crítico que podría ocasionar la falla , por lo que los resultados se presentan a continuación:



Nuevamente con estos datos, ya se conoce la posición en la cual va a ser crítico el movimiento por lo que se repiten los mismos cálculos ya realizados para la pieza anterior. Para poder ubicarnos en la situación se presenta justo el momento más crítico de todo el recorrido:



La situación es la siguiente:



En donde los datos se presentan en la tabla que sigue:

<u>Esfuerzos</u>	
$F_x$	53,8445 N
$F_y$	141,574 N
<u>Angulación del accionamiento con respecto a la horizontal</u>	
$\beta$	15,978 °
<u>Dimensiones</u>	
b	0,00635 mt (1/4")
h	0.0381 mt (1"1/2")
L	0.27 mt
<u>Momento de inercia</u>	
I	0.000000029m <sup>4</sup>
<u>Área sección resistente</u>	
A	0.00024 m <sup>2</sup>
<u>Material</u>	
Tensión de fluencia	292,2 Mpa

**Nota: Todos los criterios adoptados son exactamente los mismos que para el caso anterior:**

- Momento flector:

Este se puede obtener de la curva anterior, pero para que quede mas claro se re-calcula:

$$M = 0.27 \times [53.84 \times \text{sen}(15.978) + 141.574 \times \text{cos}(15.978)] = 40.74 Nm$$

- Tensión debida a la flexión:

$$\sigma_f = [40.74 \times (0.0381 \div 2)] \div 0.000000029 = 26,7 \text{ Mpa}$$

- Tensión debida a la tracción:

$$\sigma = [53.84 \times \text{cos}(15.978) - 141.574 \times \text{sen}(15.978)] \div 0.00024 = 0,53 \text{ Mpa}$$

- Tensión Total:

$$\sigma_T = \sigma_f + \sigma = 27,2 \text{ Mpa}$$

Entonces este valor es mucho menor que el admisible.

Por lo tanto:  $\sigma_T \ll \ll \ll \sigma_{fluencia}$

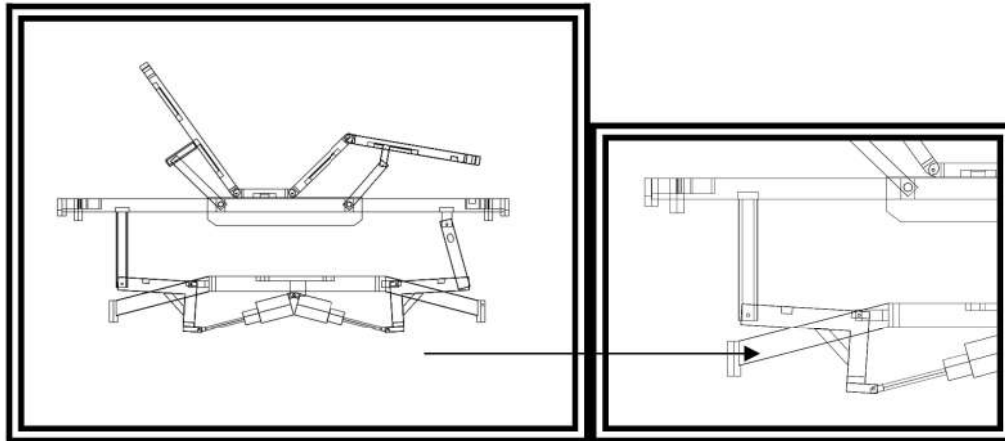
$$F_s = \frac{\sigma_{fluencia}}{\sigma_T} = 10,74$$

### Verificación de los mecanismos involucrados con la regulación de altura:

Ahora es el momento de dimensionar las piezas que forman parte de los mecanismos que varían la altura, que son la propia regulación de altura y la función de trendelemburg y trendelemburg invertido.

Como ya se explicó, estas tres funciones se encuentran comandadas por dos motores de empuje idénticos y las dos piezas en forma de L que se muestran a continuación:

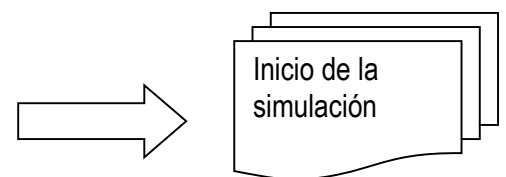
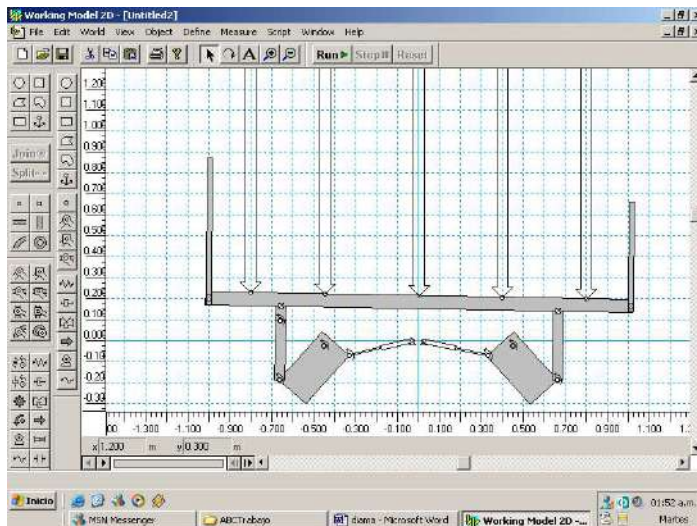


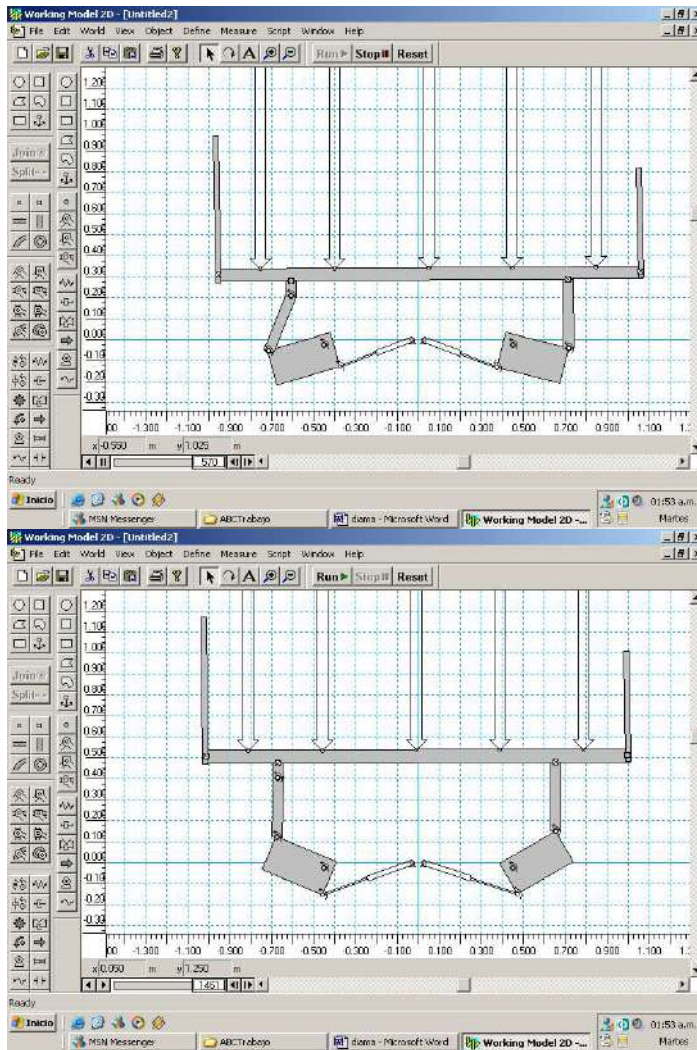


Por lo tanto se presentarán todas las curvas correspondientes a las tres funciones y se evaluarán bajo que función y en que momento las piezas se encuentran sometidas a mayor esfuerzo: Comenzaremos analizando cuando la cama se eleva en altura, es decir en el momento en que ambos motores se encuentran funcionando al mismo tiempo y a la misma velocidad:

Mecanismo de elevación de altura:

La situación es la siguiente:





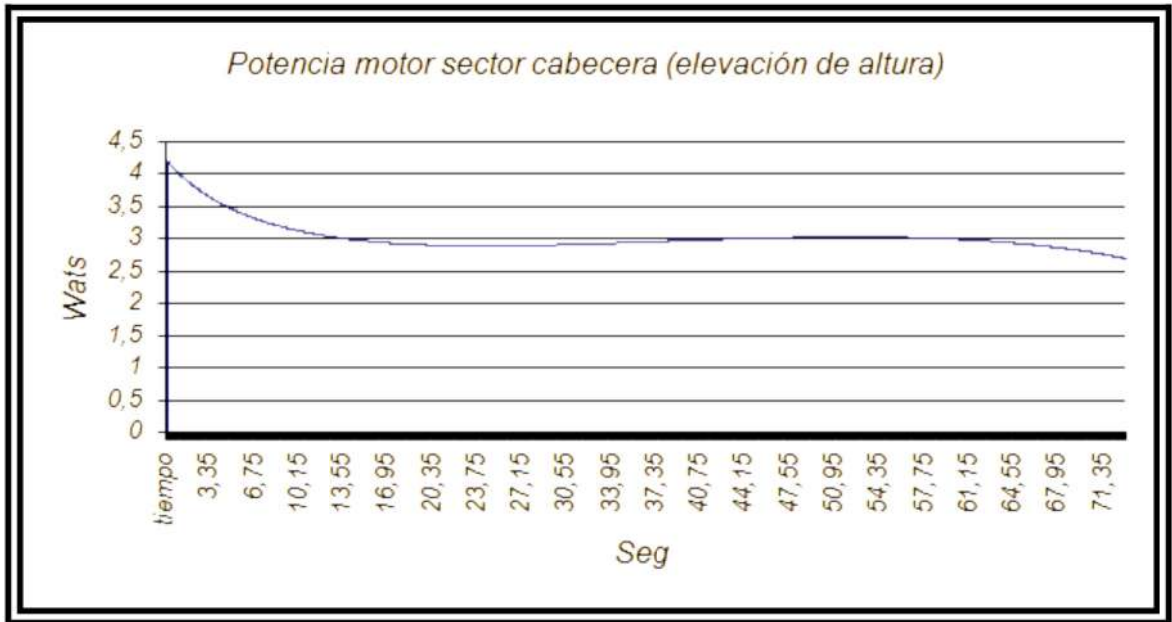
Transcurso de la simulación

Final de la simulación

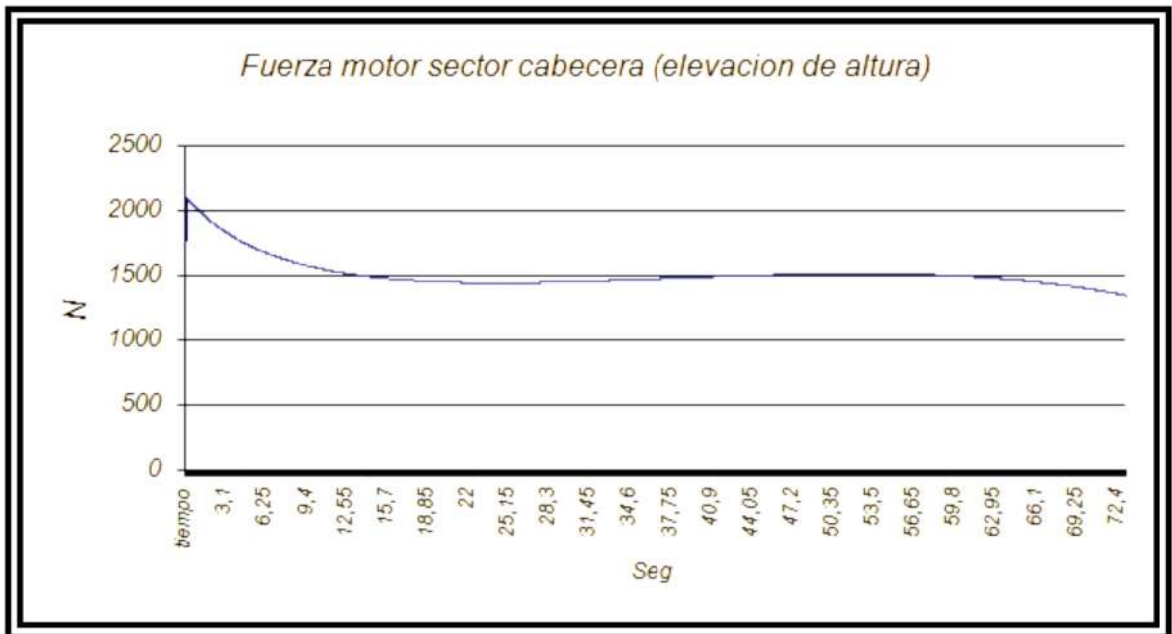
Las curvas obtenidas del funcionamiento de este mecanismos se presentan a continuación:

Motor situado de lado de la cabecera de la cama:

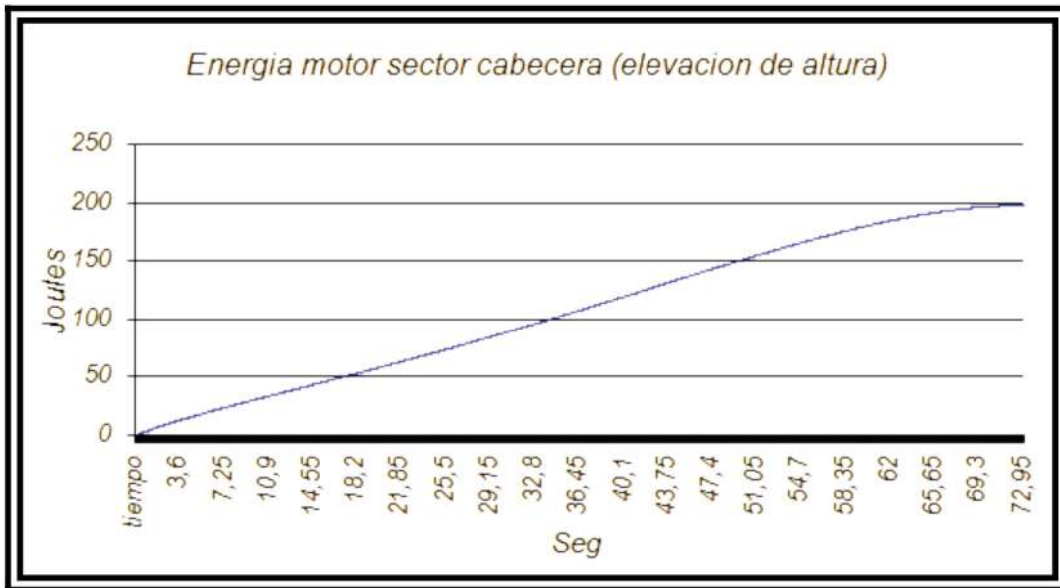
Potencia del motor en función del tiempo:



Fuerza del motor en función del tiempo:

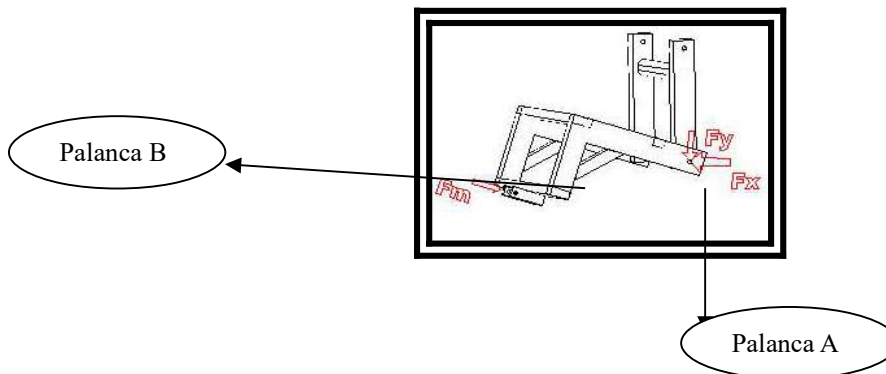


Energía del motor en función del tiempo:

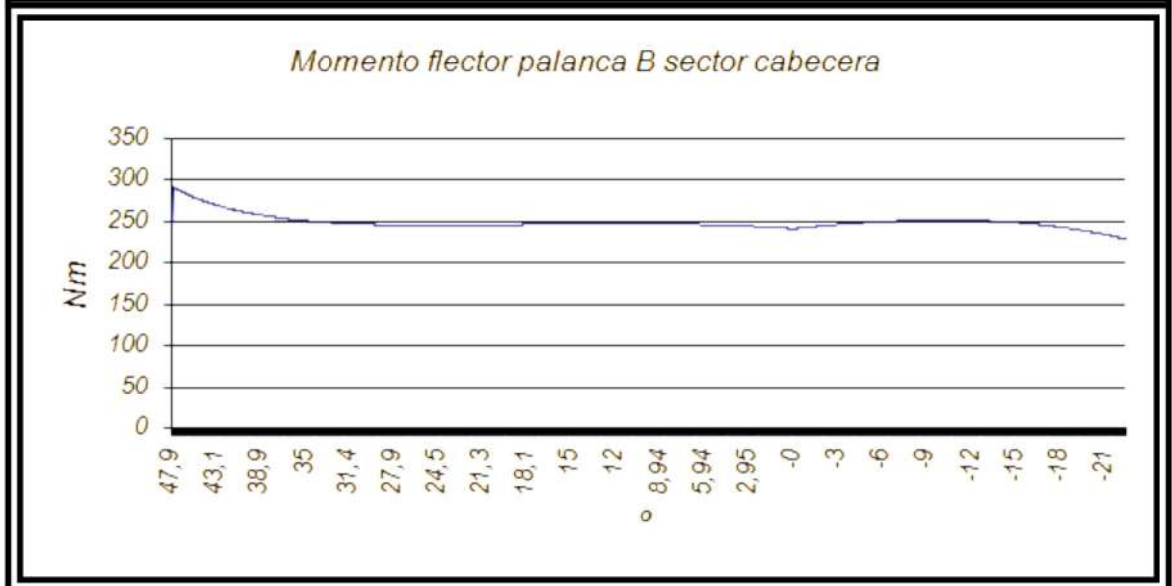
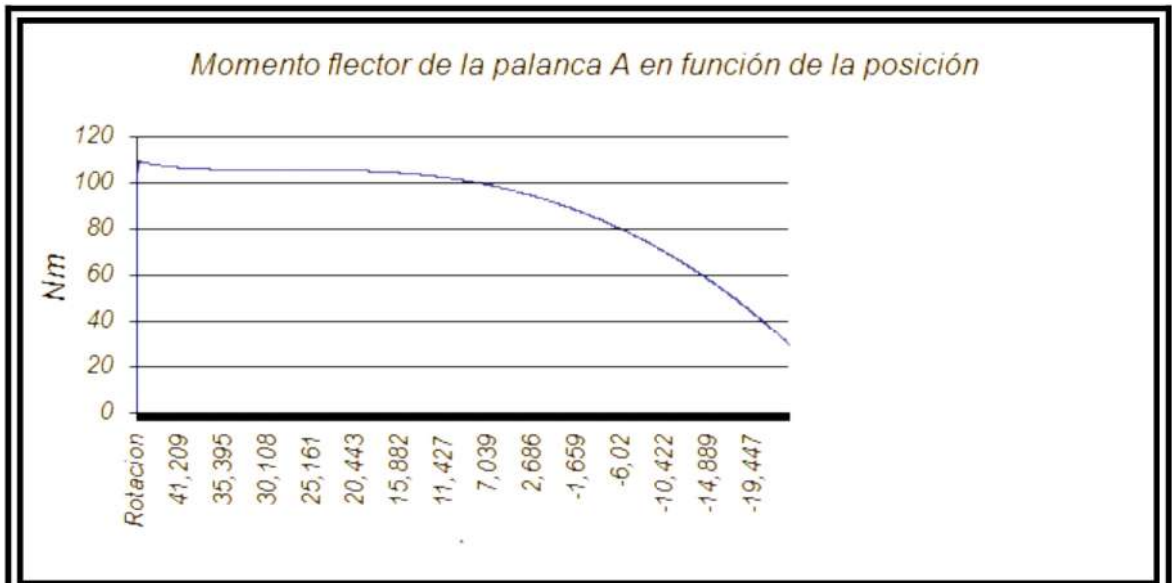


Por último se deben agregar las curvas correspondientes a los esfuerzos de flexión correspondientes a cada una de las palancas L en función del recorrido, en este caso para mejor comprensión se presentará la curva correspondiente a la palanca situada del lado de la cabecera de la cama:

Antes que nada se muestra como se nombrarán las partes constituyentes de esta pieza:

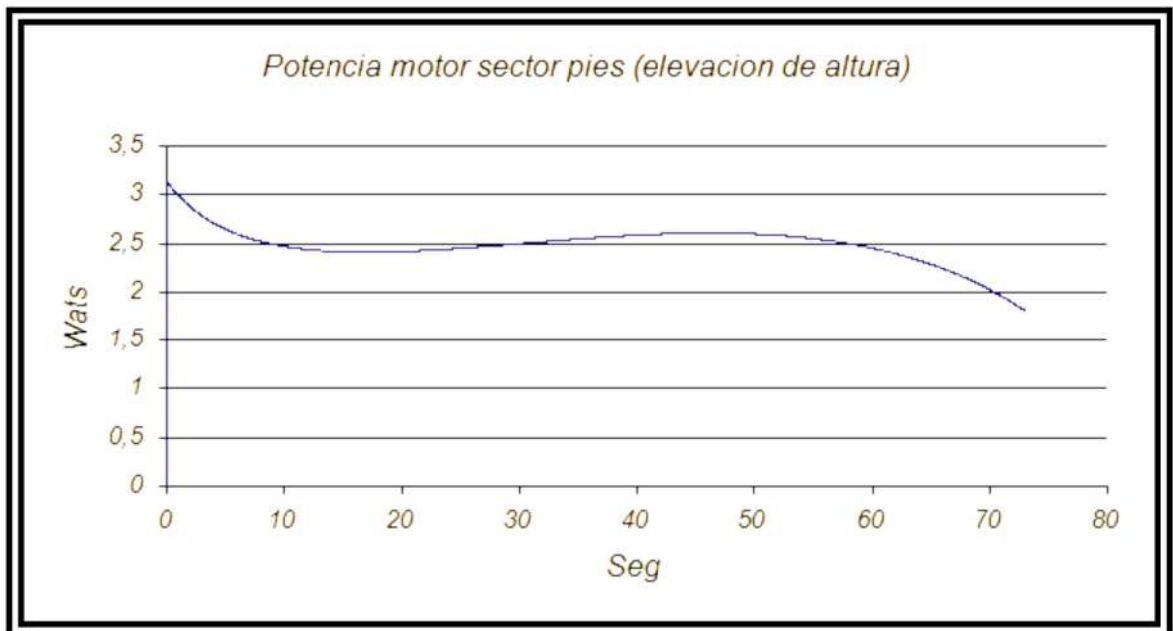


Realizando los cálculos, las curvas de los momentos flectores se presentan en los siguientes gráficos:

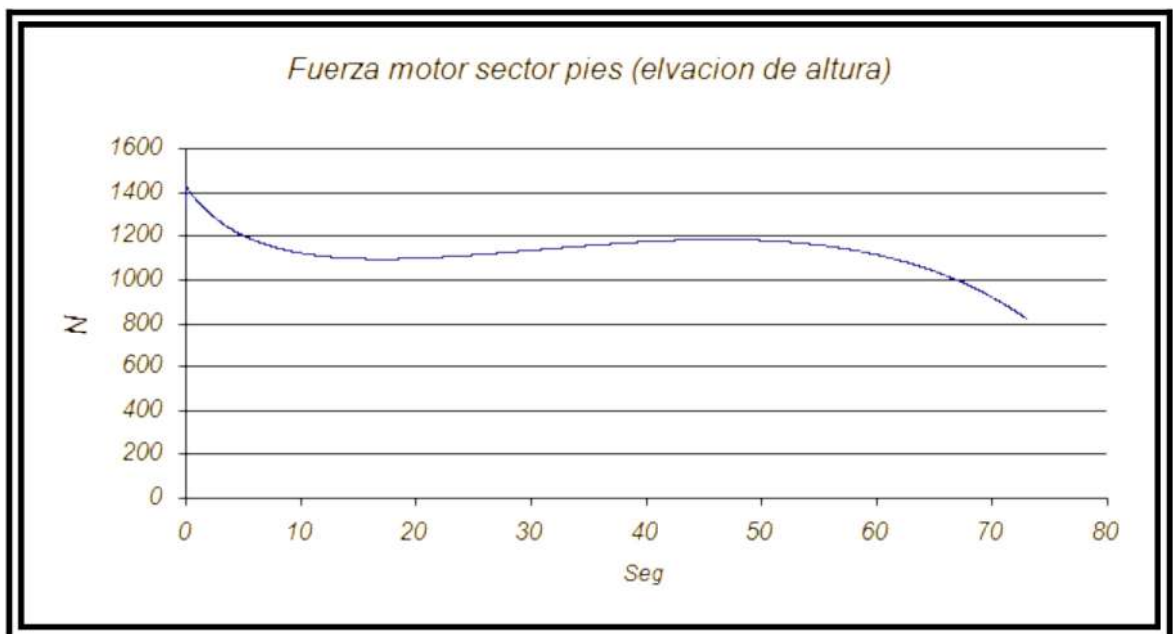


Motor situado en la zona de los pies de la cama:

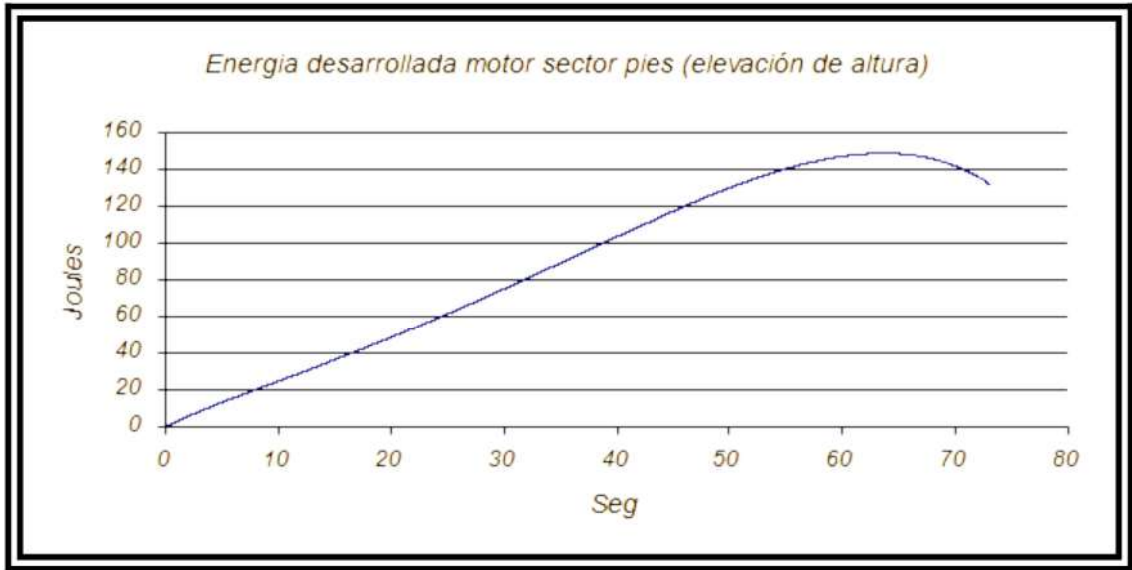
Potencia del motor en función del tiempo:



Fuerza del motor en función del tiempo:

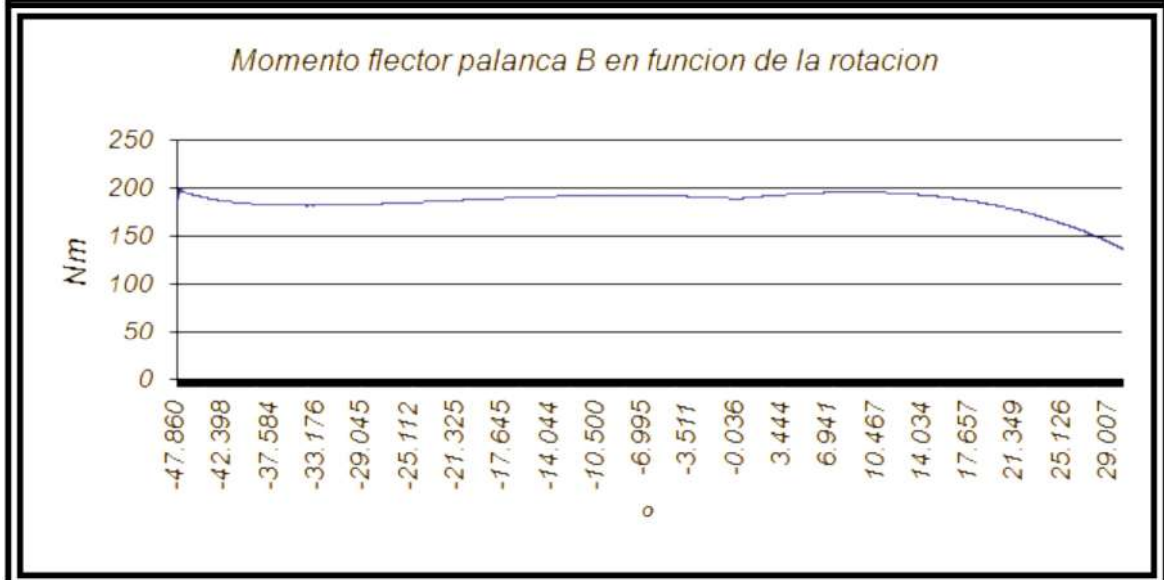
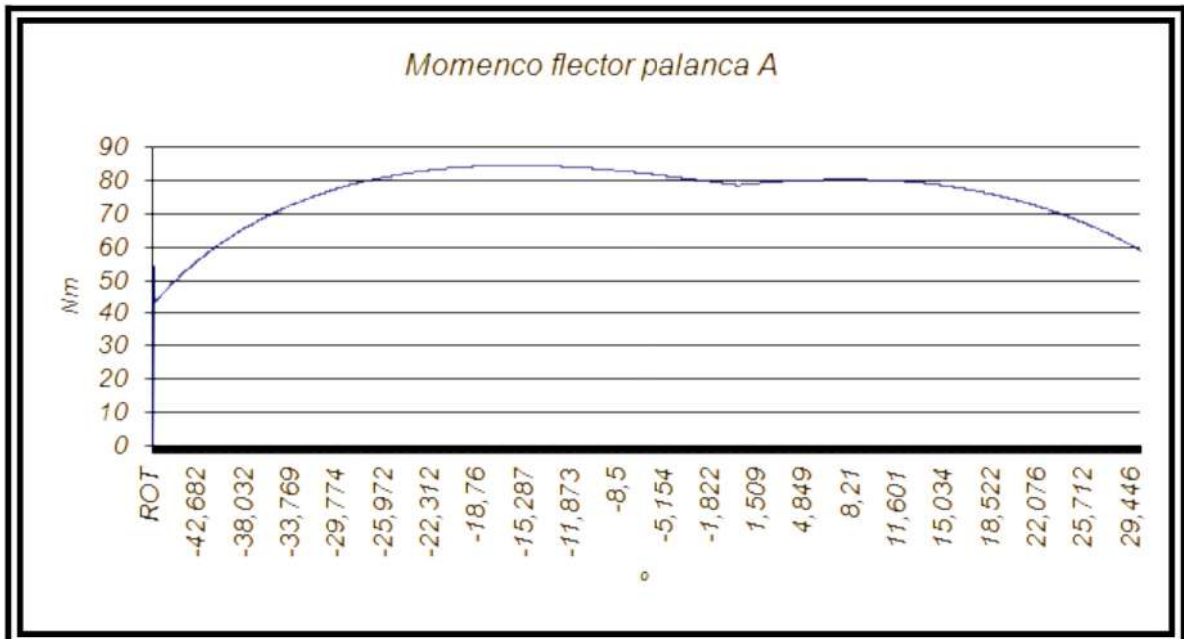


Energía desarrollada del motor en función del tiempo:



A continuación se presentarán las curvas de momentos correspondiente a la palanca ubicada del lado de los pies de la cama:



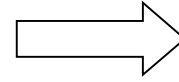
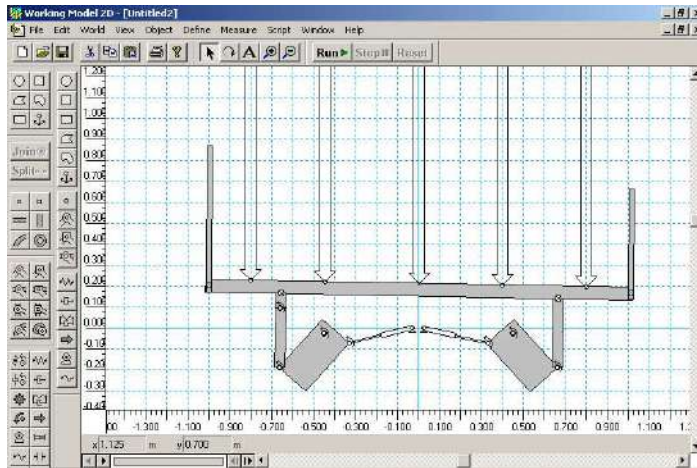


Luego se analizará el caso de inclinación del chasis, o también llamado Trendelembug. En este movimiento solamente se acciona el motor situado del lado de los pies.

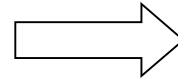
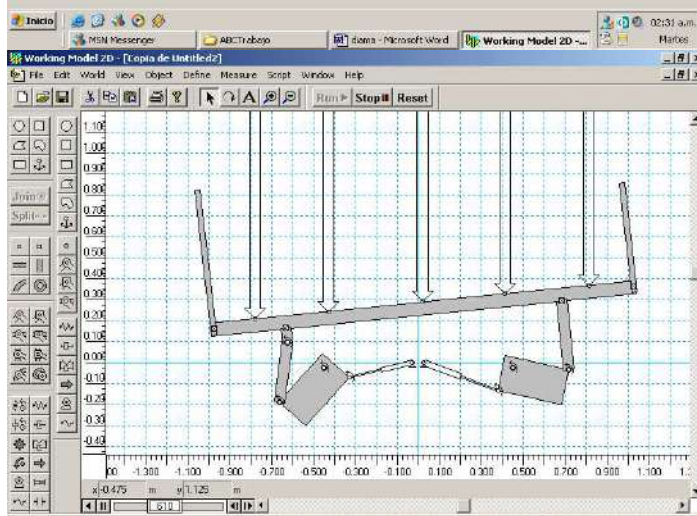
Mecanismo de Trendelembug:

La situación se presenta a continuación:

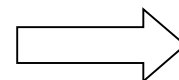
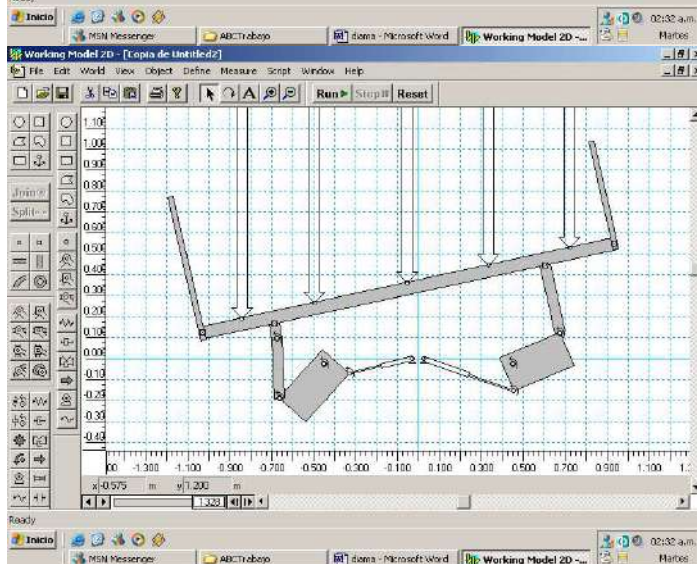




Inicio de la simulación



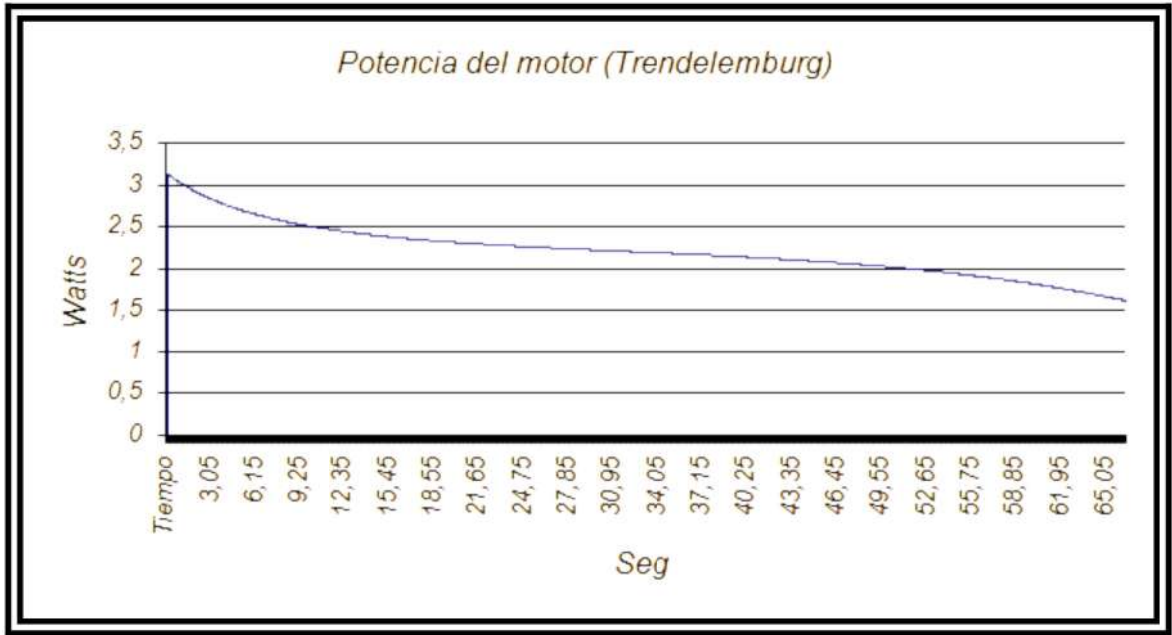
Final de la simulación



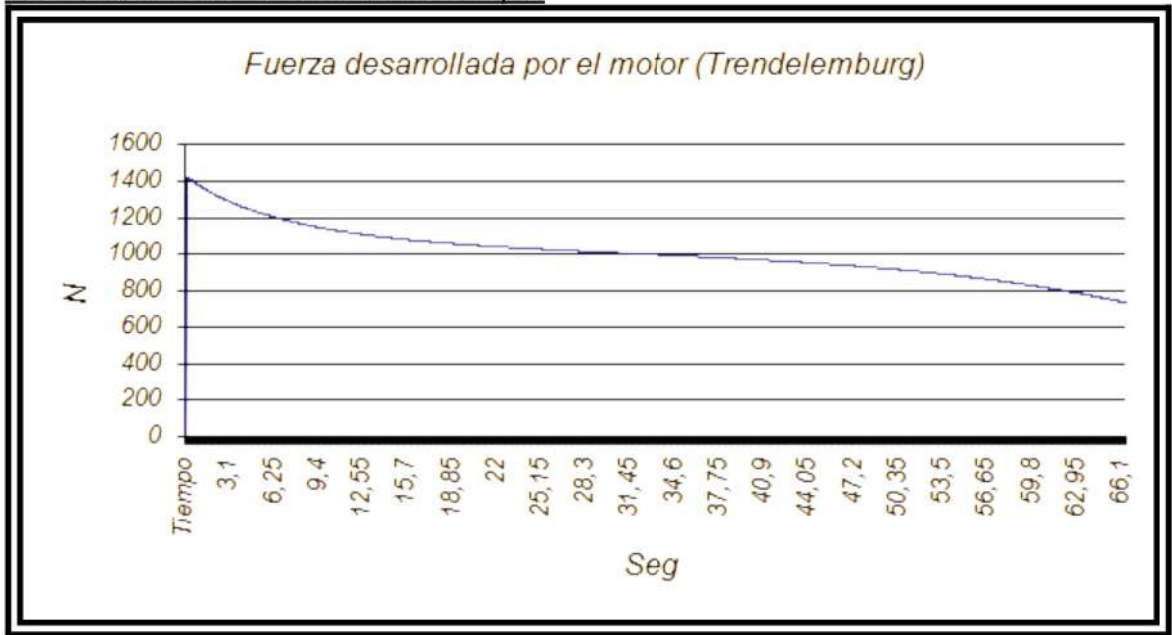
Final de la simulación

Luego se pasa a mostrar todas las curvas útiles:

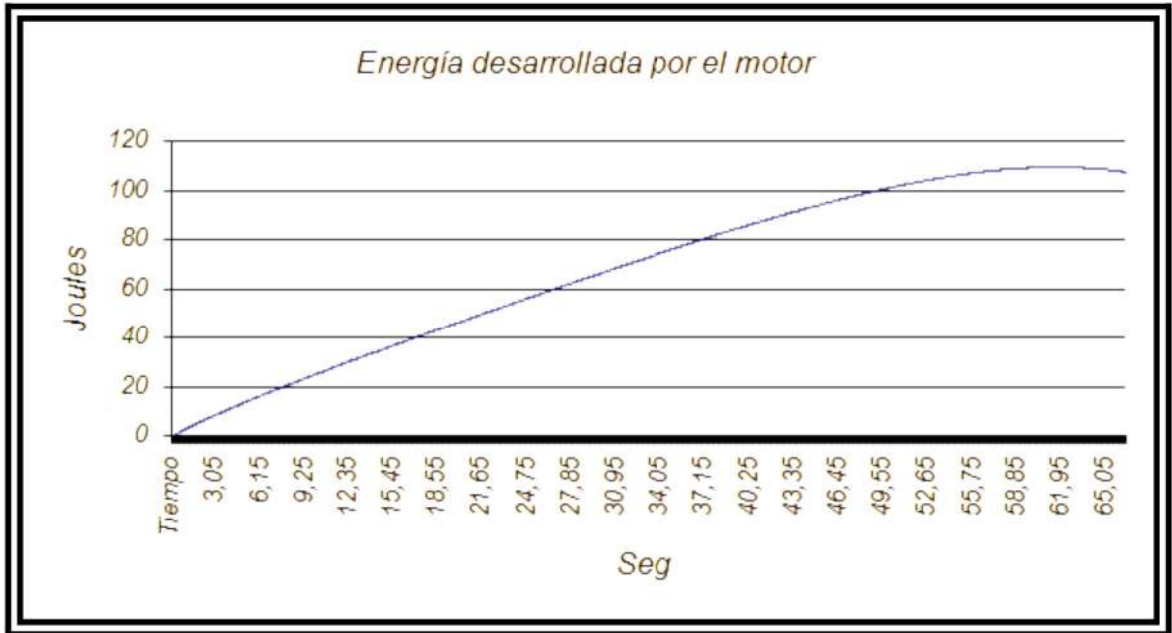
Potencia del motor en función del tiempo:



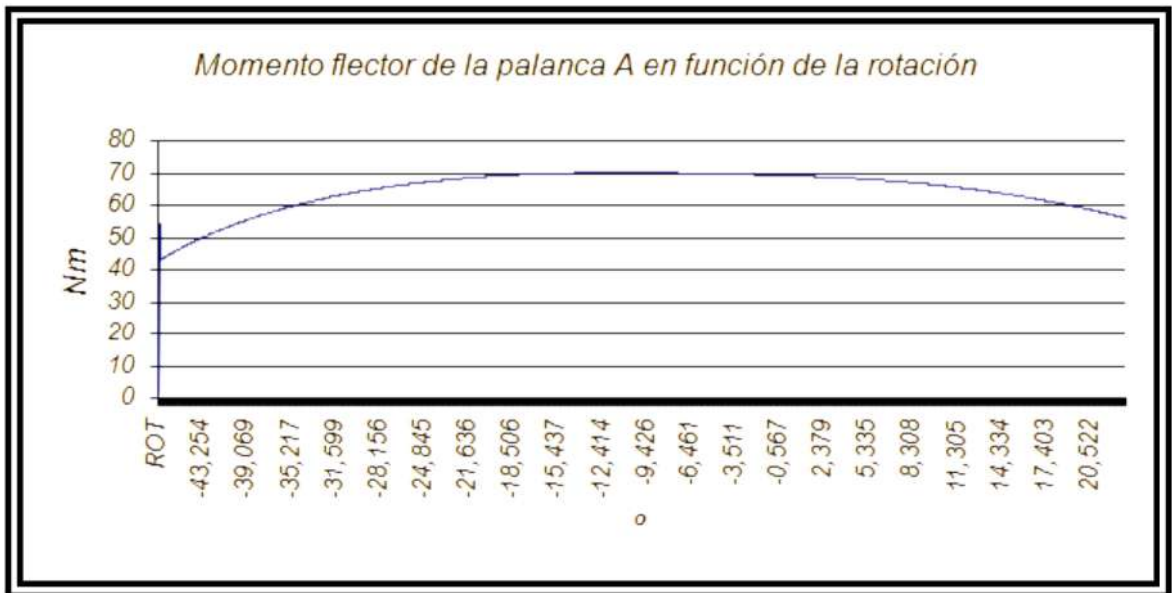
Fuerza del motor en función del tiempo:

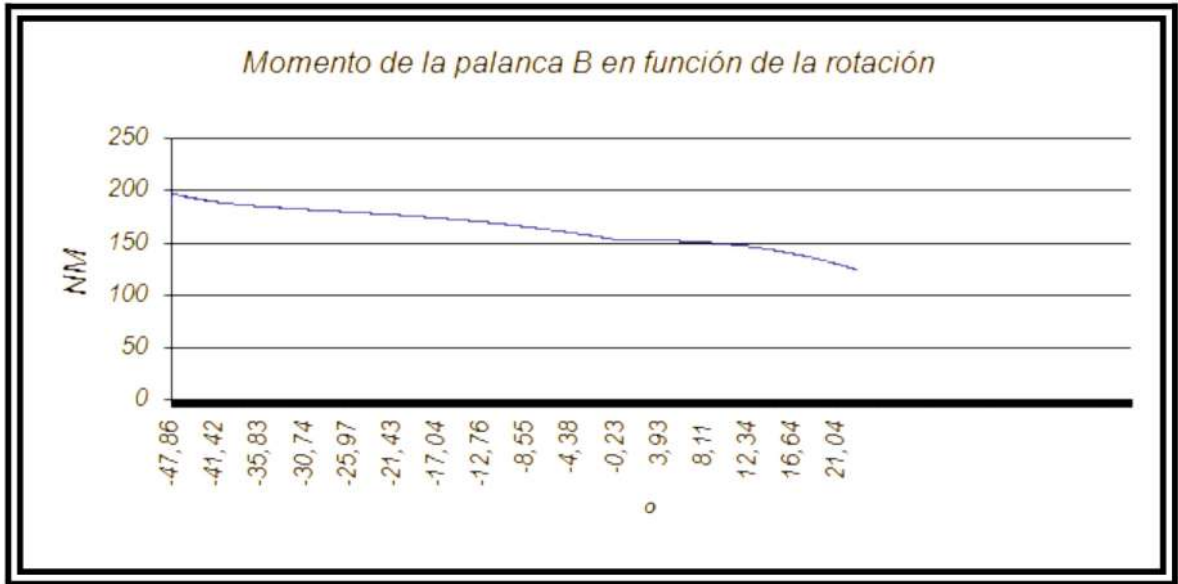


Energía desarrollada del motor en función del tiempo:



Realizando los mismos pasos que lo anterior se calcularon los momentos sufridos en las palancas:

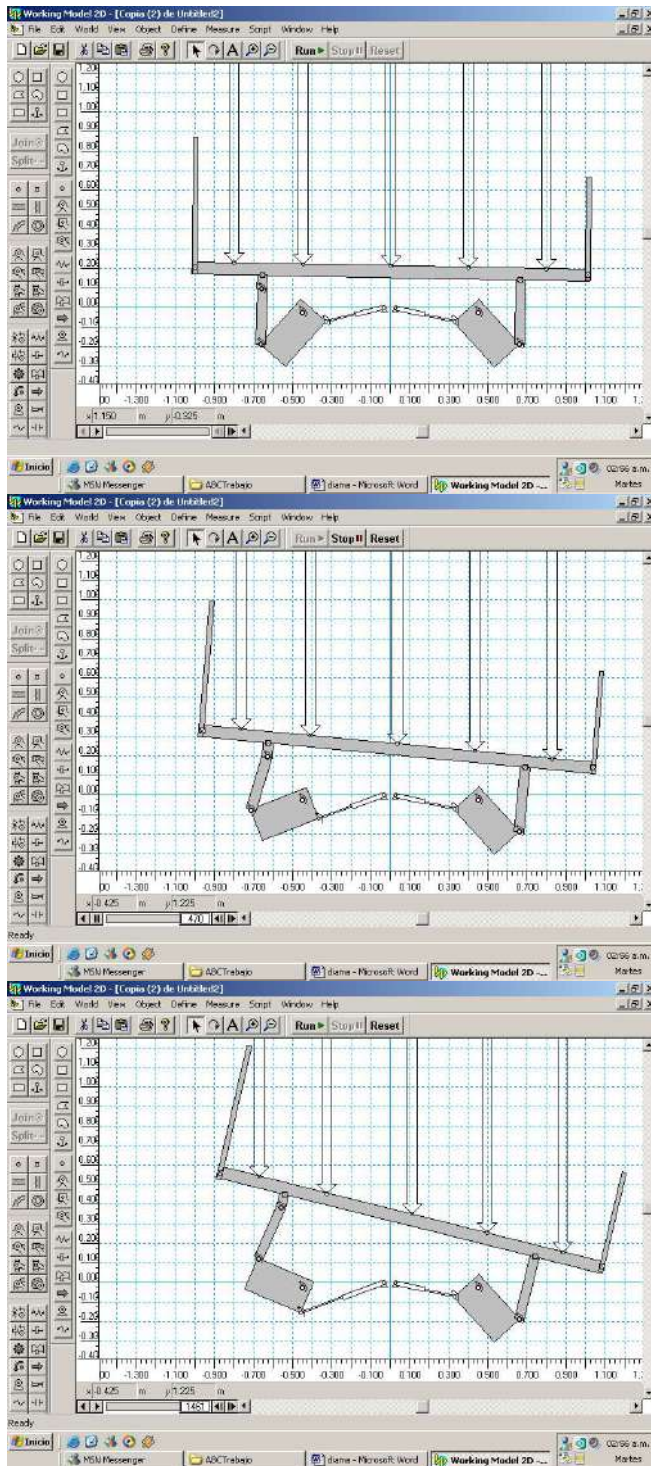




Por último se presentarán las curvas correspondiente cuando se activa la función de trendlemburg invertido, recordemos que esta función activa solamente el motor situado en el lado de la cabecera de la cama. De la misma forma a la realizada anteriormente se presentan los resultados:



## Mecanismo de Trendeleburg invertido:

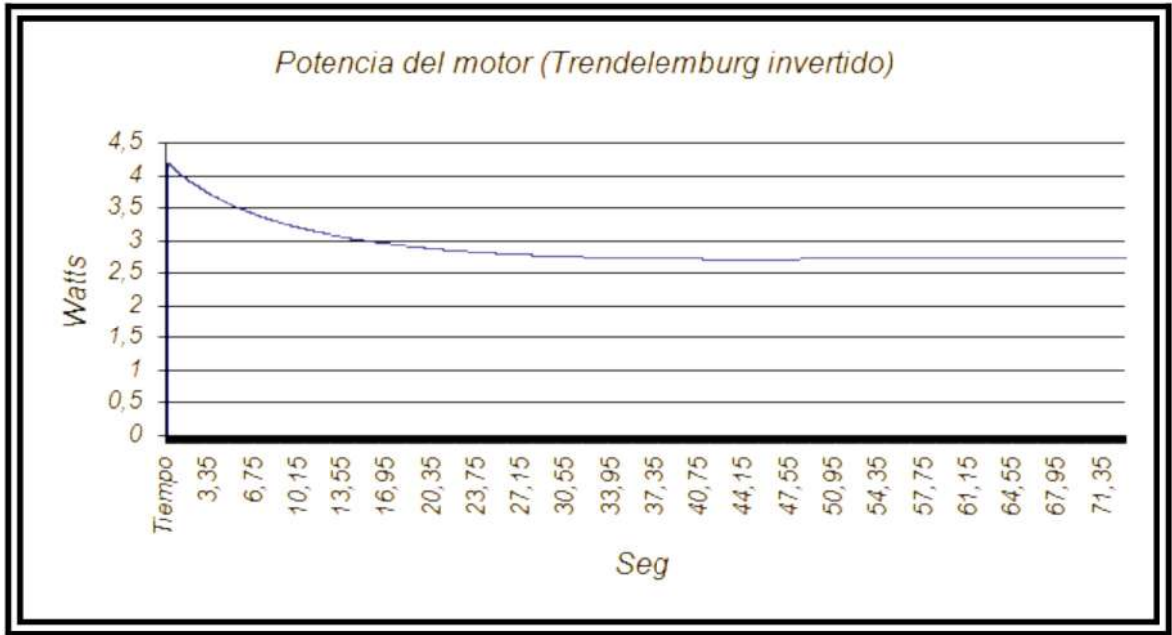


Inicio de la simulación

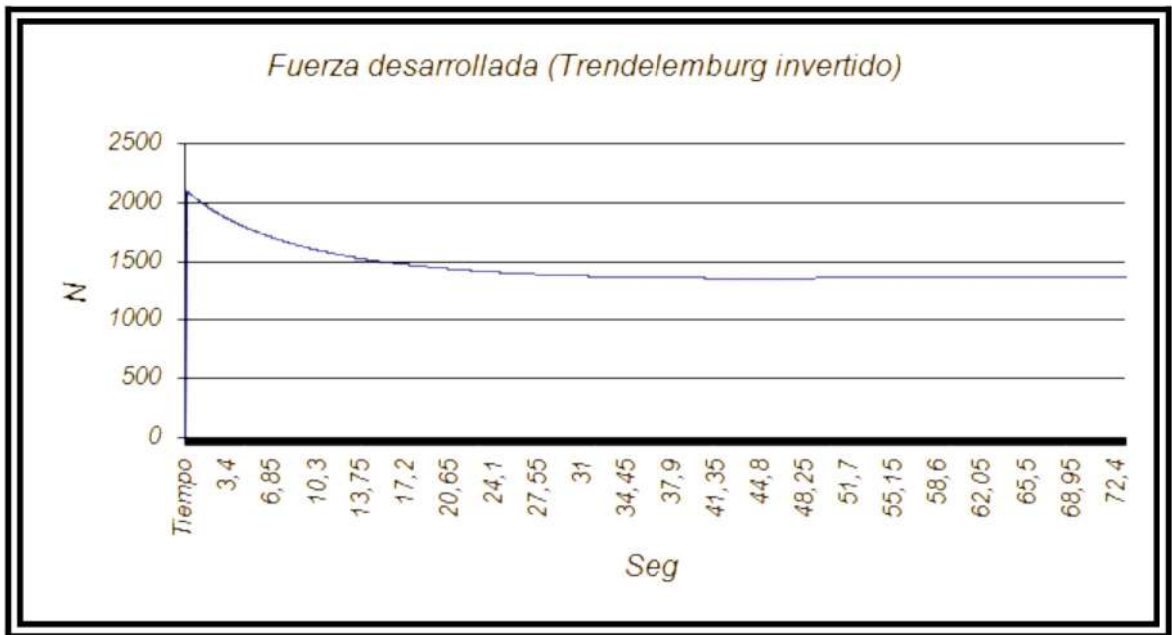
Tramscuro de la simulación

Final de la simulación

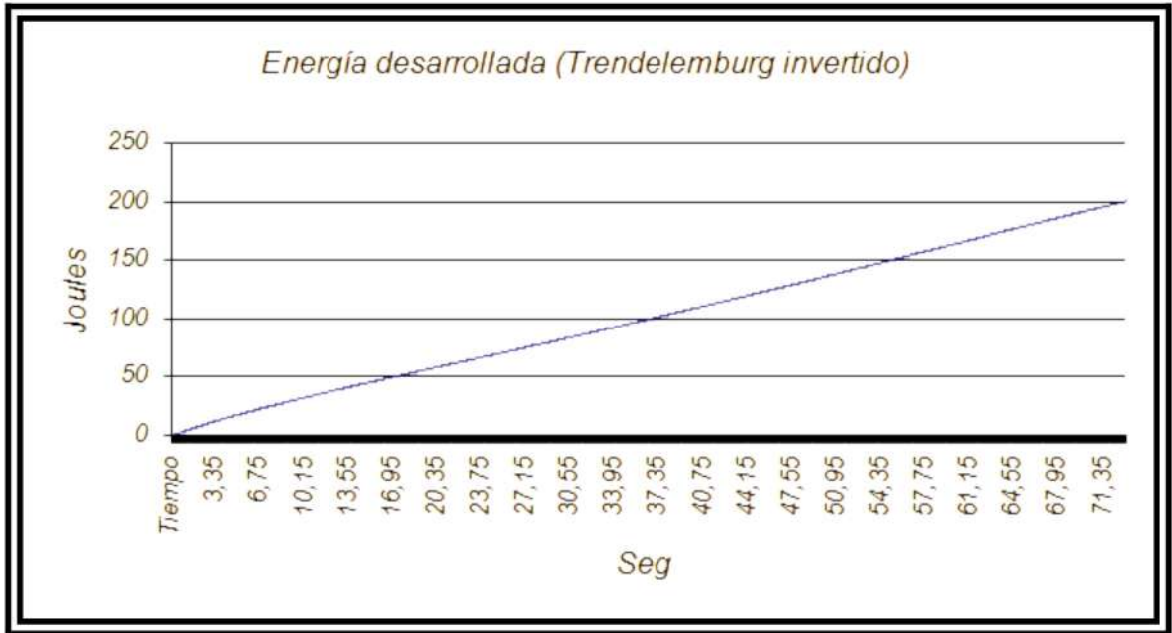
## Potencia del motor en función del tiempo:



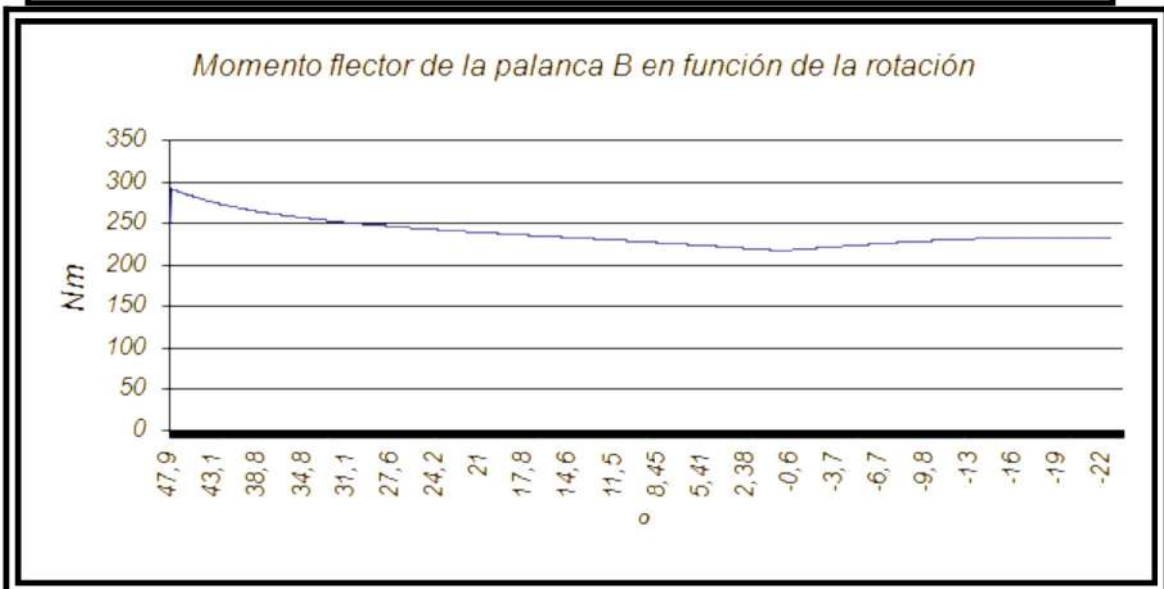
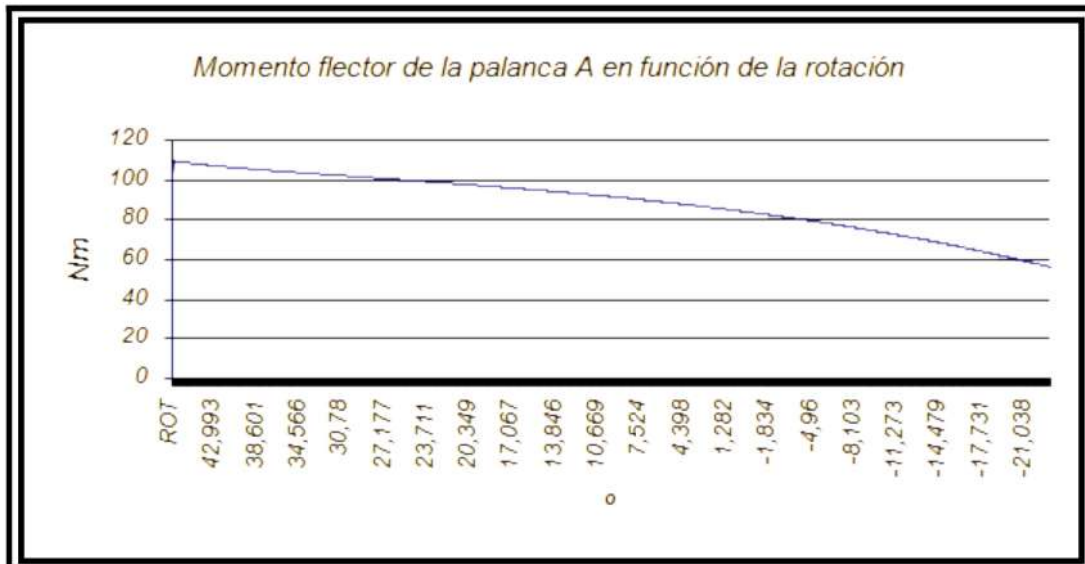
Fuerza del motor en función del tiempo:



Energía desarrollada por el motor en función del tiempo:



Por ultimo se obtuvieron las curvas de los momentos flectores:

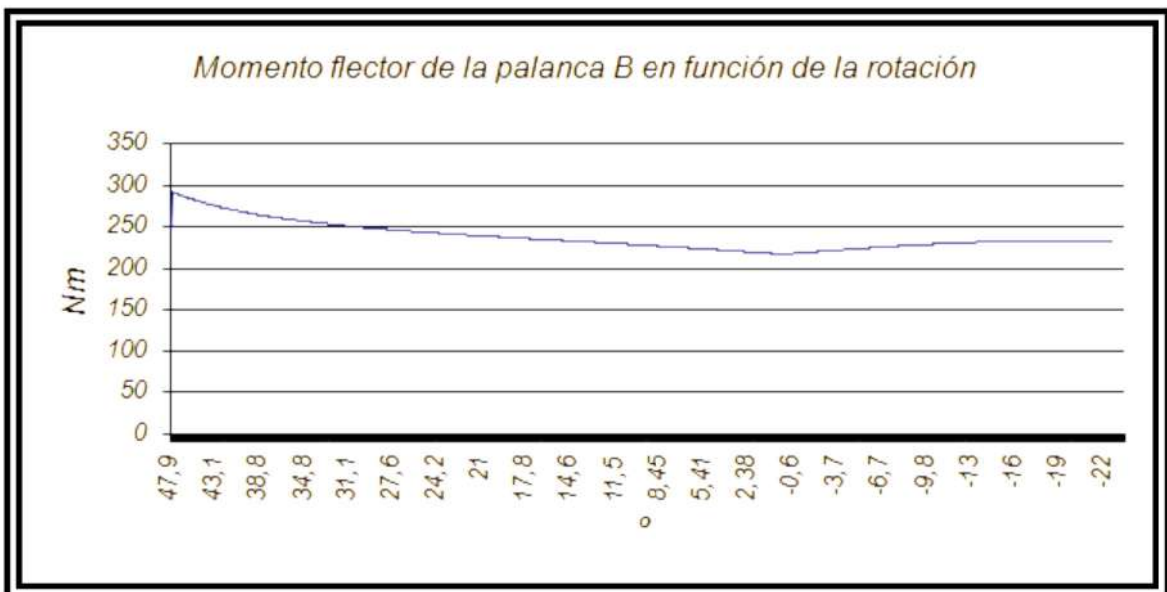
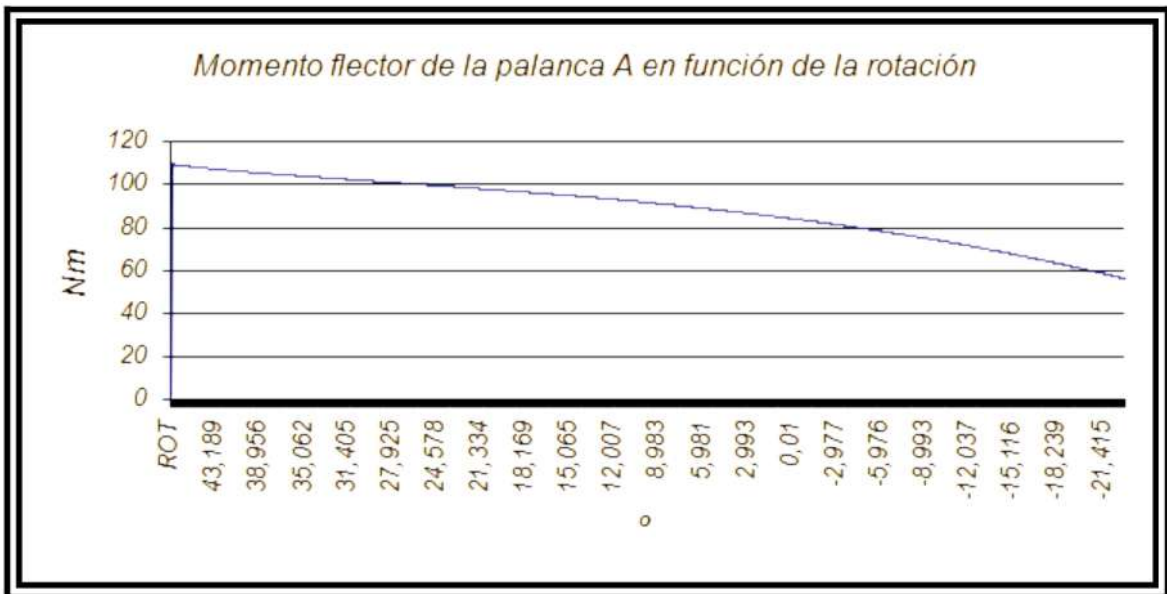




Los pasos a seguir serán realizar una comparativa de en qué funciones y en que momento se presentan los esfuerzos máximos a los que se encuentran sometidas las palancas, tanto la llamada A como la B . Recordemos que ambas presentan distintas secciones resistentes por lo que se calcularán por separado y para la fabricación de la pieza entera se adoptará el mayor de los espesores, ya que productivamente es necesario que las palancas estén construídas con perfiles de iguales espesores.

Analizando la situación se puede concluir que la pieza, compuesta por la palanca A y la palanca B, presenta mayores esfuerzos cuando es accionado el movimiento de trendelemburg invertido, es decir cuando se acciona únicamente el motor situado del lado de la cabecera, justamente es el lugar en donde la cama se encuentra más cargada porque en esa zona esta situado el torso del paciente.

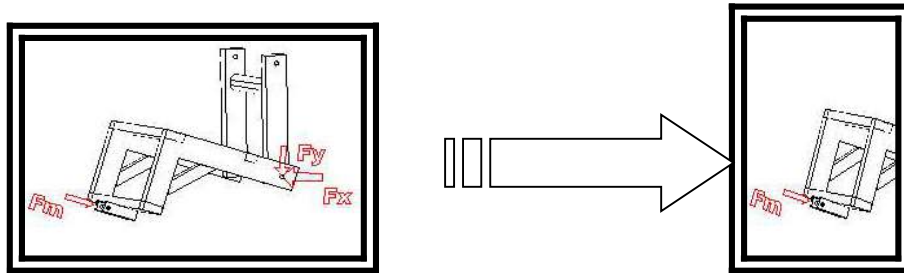
Resumiendo se repiten las mismas curvas para dejar en claro esta situación:



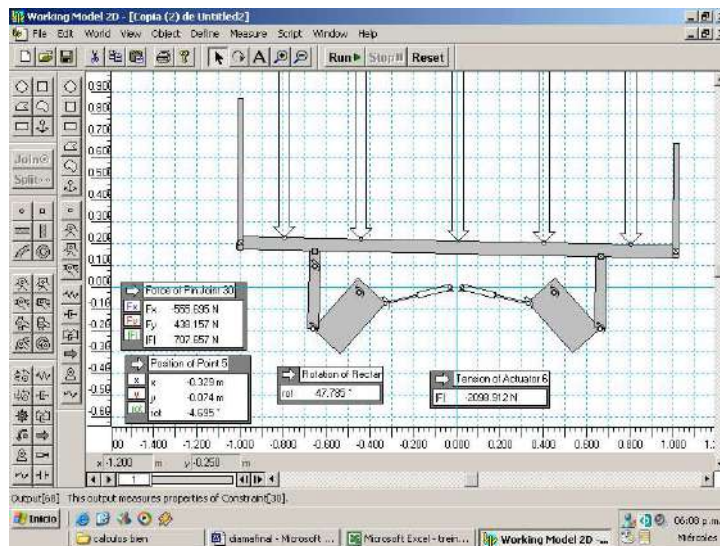
Básicamente el trabajo del cálculo se va a dividir en dos como se dijo anteriormente. En primera instancia se comenzará calculando la barra B , siendo esta la que se encuentra ligada al motor. Por último se calculará la palanca A.

Cálculo de la palanca B:

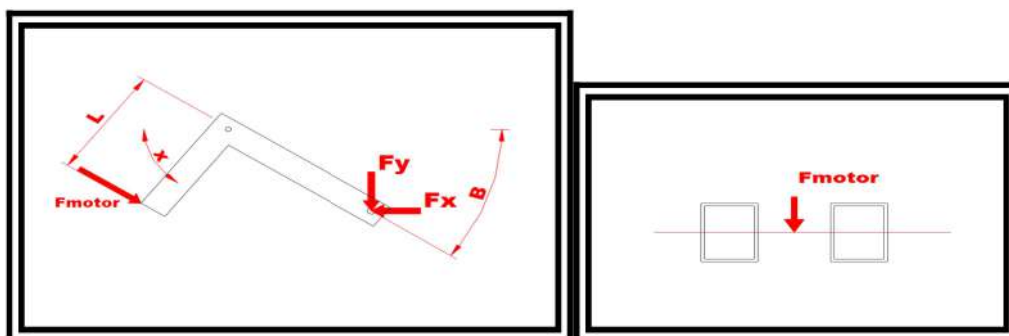
La situación es la siguiente:



Los esfuerzos máximos se presentan en el primer instante del recorrido. A continuación se presenta el instante exacto:



Para comprender mejor la situación se puede ver lo anterior en dos dimensiones mediante el siguiente esquema:



En donde los datos son los siguientes:

Esfuerzos	
$F_{motor}$	2098.912 N

<u>Posición unión entre motor y pieza</u>	
x	-0.329 mts
y	-0.074 mts
<u>Angulación del accionamiento con respecto a la horizontal</u>	
$\beta$	47.785°
X=90- $\beta$	42.215°
<u>Dimensiones</u>	
b	0.02 mts
h	0.06 mts
e	1.25 mm
L	0.17 mt
<u>Momento de inercia</u>	
I	0.000000164m <sup>4</sup>
<u>Material</u>	
Tensión de fluencia	292,2 Mpa

### Momento flector:

Este se puede obtener de la curva anterior, pero para que quede más claro se re-calcula:

- Angulo de orientación del motor:

$$\alpha = \arctg(0.074 \div 0.329) = 12.67^\circ$$

- Fuerza entregada por el motor:

$$F_{motorx} = 2098.912 \times \cos(12.67^\circ) = 2047.8 \text{ N}$$

$$F_{motory} = 2098.912 \times \sin(12.67^\circ) = 460.36 \text{ N}$$

Por último se calcula el momento flector en ese instante:

$$M = 0.17 \times [2047.8 \times \sin(42.215) + 460.36 \times \cos(42.215)] = 291.87 \text{ Nm}$$

### Tensión debida a la flexión:

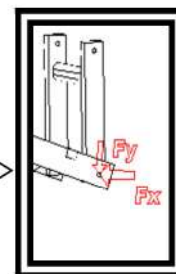
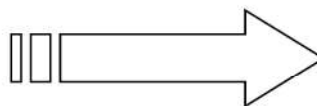
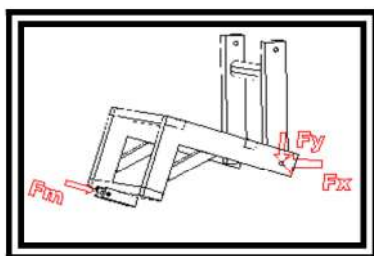
$$\sigma_f = [291.87 \times (0.06 \div 2)] \div 0.000000164 = 53,4 \text{ Mpa}$$

Por lo tanto:  $\sigma_f \ll \sigma_{fluencia}$

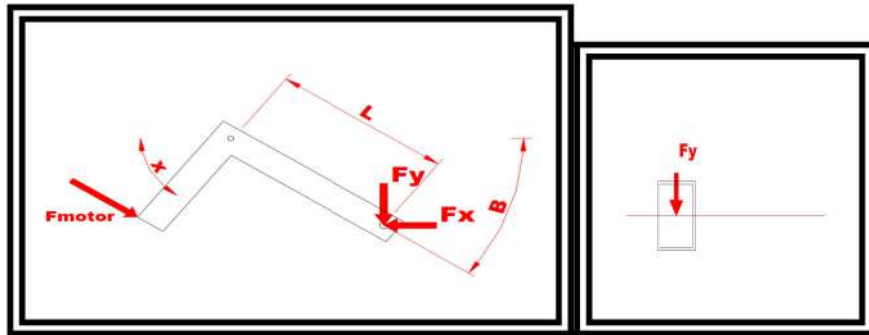
Cálculo de la palanca A:

La situación es la siguiente:

$$F_s = \frac{\sigma_{fluencia}}{\sigma_T} = 5,47$$



Nuevamente se presenta una vista en dos dimensiones para mejor comprensión:

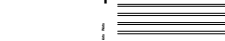


En donde los datos son los siguientes:

<u>Esfuerzos</u>	
$F_x$	277.84 N
$F_y$	219.07 N
<u>Angulación del accionamiento con respecto a la horizontal</u>	
$\beta$	47.785°
<u>Dimensiones</u>	
b	0.02 mts
h	0.06 mts
e	1.25 mm
L	0.31 mt
<u>Momento de inercia</u>	
I	0.000000082m <sup>4</sup>
<u>Material</u>	
Tensión de fluencia	292,2 Mpa

Momento flector:

Este se puede sacar de la curva anterior, pero para que quede mas claro se re-calcula:

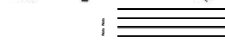


$$M = 0.31 \times [277.84 \times \text{sen}(47.785) + 219.07 \times \text{cos}(47.785)] = 109.41 Nm$$

Tensión debida a la flexión:



$$\sigma_f = [109.41 \times (0.06 \div 2)] \div 0.000000082 = 40,02 \text{ Mpa}$$



Por lo tanto:  $\sigma_f \ll \ll \ll \sigma_{fluencia}$

$$F_s = \frac{\sigma_{fluencia}}{\sigma_f} = 7,3$$

Por lo tanto se puede ver la pieza como trabaja ante los esfuerzos de flexión en el siguiente gráfico.  
Recordemos que el módulo de los momentos flectores varían en cada instante, pero justamente en este transcurso del movimiento son máximos.



### Verificación del eje de la cama:

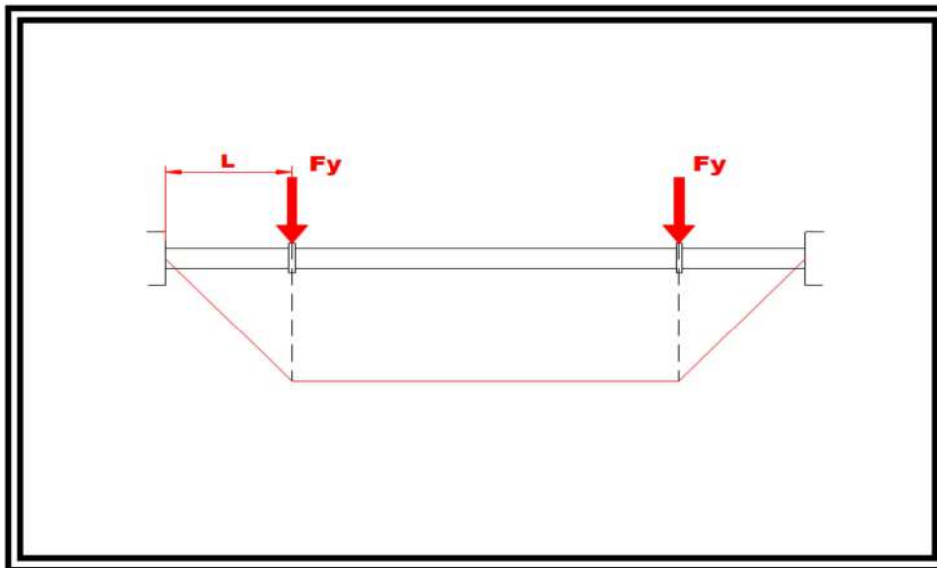
Básicamente en esta etapa el trabajo lo que se realizó fue idéntico a lo anterior, es decir utilizando los mismos conceptos. Para este caso particular el eje se encuentra sometido a la flexión ( en dos planos diferentes) que ejercen las fuerzas tanto en el eje x, como en el eje y sobre las palancas involucradas en los movimientos de elevación de piecera y cabecera anteriormente estudiados y a una leve torsión provocada por el motor y exactamente los momentos flectores que se ejercían sobre las palancas anteriormente nombradas, justamente para el eje pasan a ser momentos torsores. Para este caso particular se analizaran las tensiones existentes en cada unidad de tiempo a las que se encuentra sometido el eje situado del lado de la cabecera de la cama , siendo este el más solicitado. y los cálculos surgirán utilizando los criterios de VonMises.

Debido a la poca velocidad con que se mueve el eje y a que en su movimiento ni siquiera hace un giro completo, no es considerada la fatiga. Recordemos que en los ejes que giran a grandes velocidades, uno de los problemas más frecuentes son los esfuerzos de fatiga, ya que un mismo lado del eje se encuentra sometido a tensiones de tracción y compresión en periodos determinados.

Se comenzarán calculando los esfuerzos provocados por la flexión:

La situación es la que sigue:

Diagrama de momentos en el plano xz:

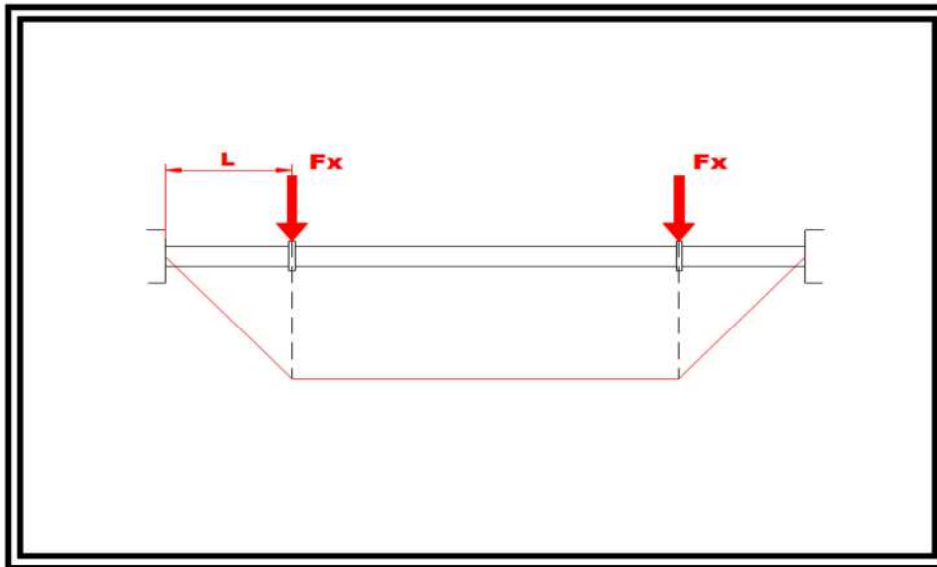


Como se puede ver las fuerzas dirigidas en la dirección de Y producen una flexión en el eje cuyo valor máximo se encuentra dado por el producto de dicha fuerza por la distancia L.

Este momento se encuentra sobre el plano xz .

A continuación se presenta la misma situación pero correspondiente al plano yz

Diagrama de momentos en el plano yz:



Para este caso el momento flector máximo se calcula de la misma manera al caso anterior. Ahora lo que se realizará será explicar como se realizó el cálculo de los esfuerzos en el eje presentando las ecuaciones utilizadas. Recordemos que el cálculo se realizó punto por punto del recorrido.

Tensiones provocadas por la flexión (plano xz) :

<u>Esfuerzos</u>	
$F_y$	Variable
<u>Distancia del soporte a la fuerza</u>	
L	0.04 mts
<u>Dimensiones</u>	
D	0.0254 mts
d	0.0204 mts
e	2.5 mm
<u>Momento de inercia</u>	
I	0.00000011m <sup>4</sup>
<u>Material</u>	
Tensión de fluencia	292,2 Mpa

Por lo tanto la tensión se calculó de la siguiente manera:

$$\sigma_{xz} = \frac{[(F_y(t) \times 0.04) \times 0.0127]}{0.00000011} \text{ Tensión de tracción/compresión en el plano xz}$$



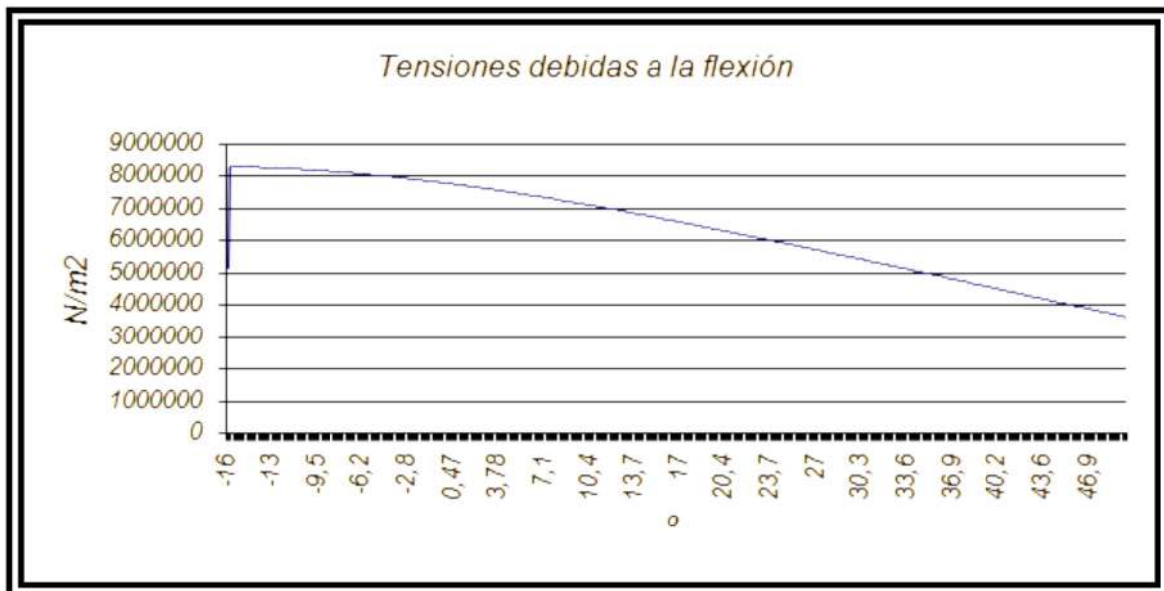
Tensiones provocadas por la flexión (plano yz):

<u>Esfuerzos</u>	
$F_x$	Variable
<u>Distancia del soporte a la fuerza</u>	
L	0.04 mts
<u>Dimensiones</u>	
D	0.0254 mts
d	0.0204 mts
e	2.5 mm
<u>Momento de inercia</u>	
I	0.000000011m <sup>4</sup>
<u>Material</u>	
Tensión de fluencia	292,2 Mpa

Por lo tanto la tensión se calculó de la siguiente manera:

$$\sigma_{yz} = \frac{[(F_x(t) \times 0.04) \times 0.0127]}{0.000000011} \text{ Tensión de tracción/compresión en el plano yz}$$

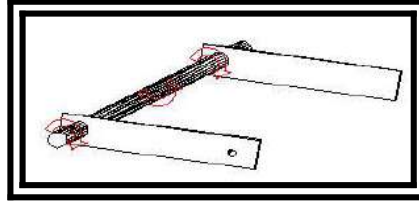
Por último la tensión longitudinal total se obtiene por la suma de ambas tensiones y a continuación se presenta como varía con el transcurso del movimiento:



Tensiones debidas a la torsión:

Se presentan estas tensiones que son de corte puras, producidas por el torque del motor y por las torsiones generadas por las fuerzas en las palancas.

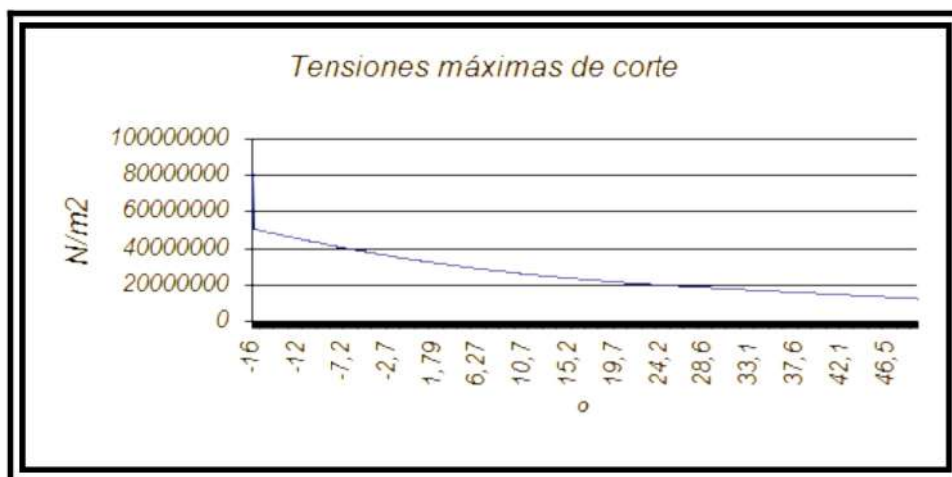
La situación se presenta en la siguiente figura:



<u>Esfuerzos</u>	
Mm	Variable
Mf	Variable
<u>Dimensiones</u>	
D	0.0254 mts
d	0.0204 mts
e	2.5 mm
<u>Momento polar de inercia</u>	
Ip	0.000000023m <sup>4</sup>
<u>Material</u>	
Tensión de fluencia	292,2 Mpa

La variación de las tensiones máximas de corte se calcula de la siguiente forma y luego se muestra dicha curva:

$$\tau_{\max} = \frac{Mt \times 0.0127}{0.000000023}$$

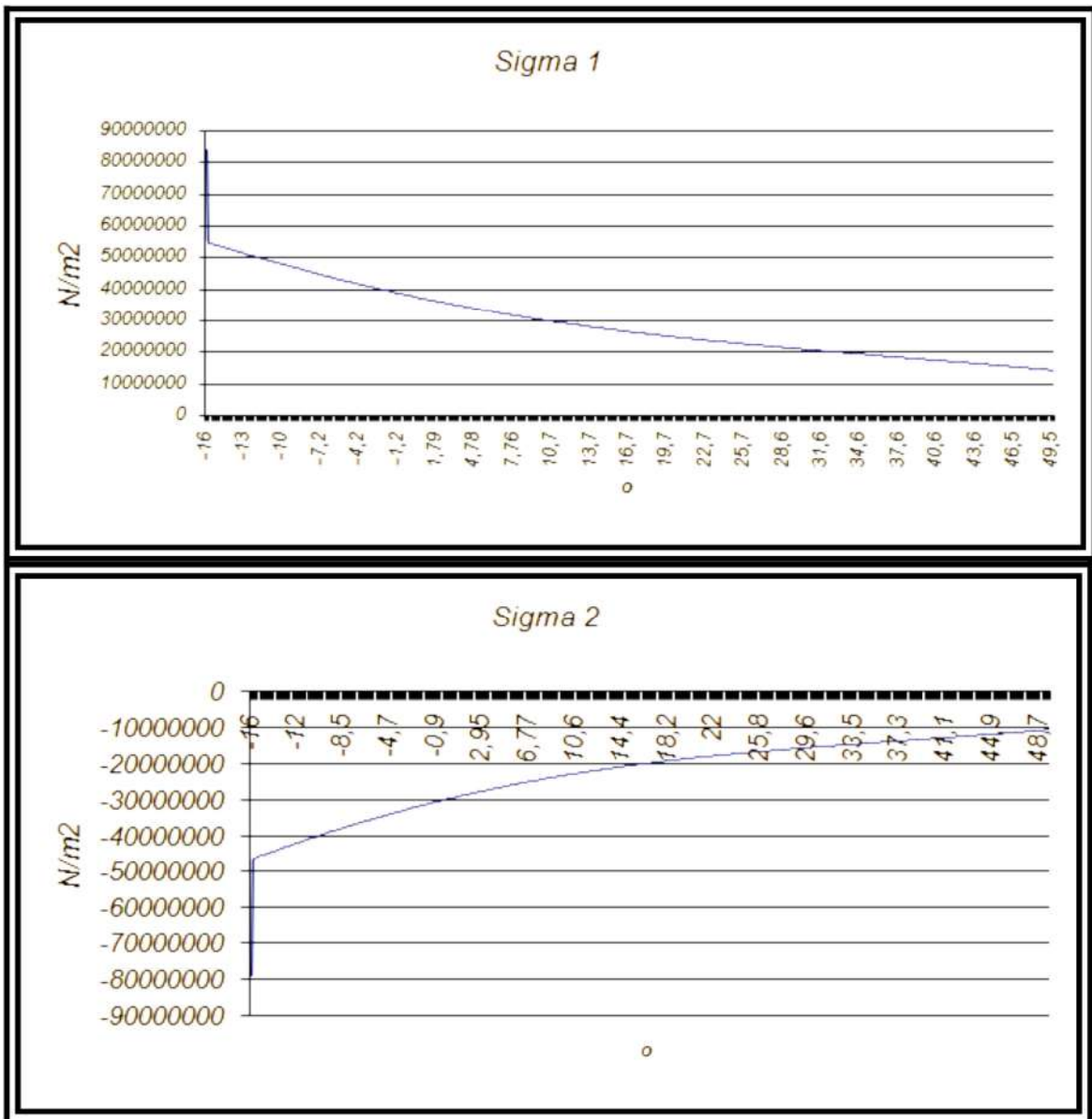


Una vez obtenidos estos datos, lo que se debe de hacer es hallar las tensiones principales. Estas tensiones se calcularon con el apoyo de la siguiente fórmula:

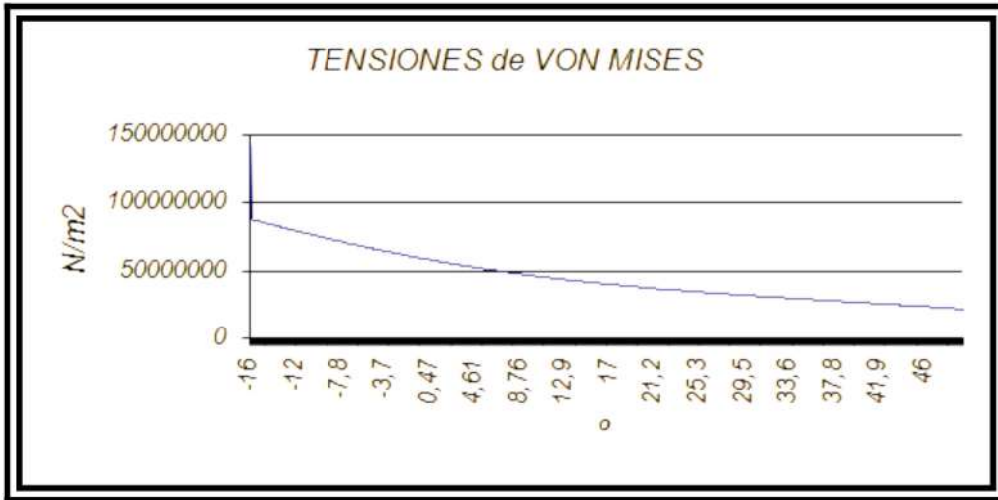
$$\sigma_1 = \frac{\sigma(t)}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma(t)}{2}\right)^2 + \tau_{\max} \times \tau_{\max}}$$

$$\sigma_2 = \frac{\sigma(t)}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma(t)}{2}\right)^2 + \tau_{\max} \times \tau_{\max}}$$

Luego las curvas de las tensiones principales en función del transcurso del movimiento fueron:



Por último utilizando los conceptos de Von Mises se obtiene la curva con los esfuerzos sufridos en el eje a lo largo de todo el movimiento. Lógicamente habrá que demostrar que ningún valor sobrepase al de fluencia del material.

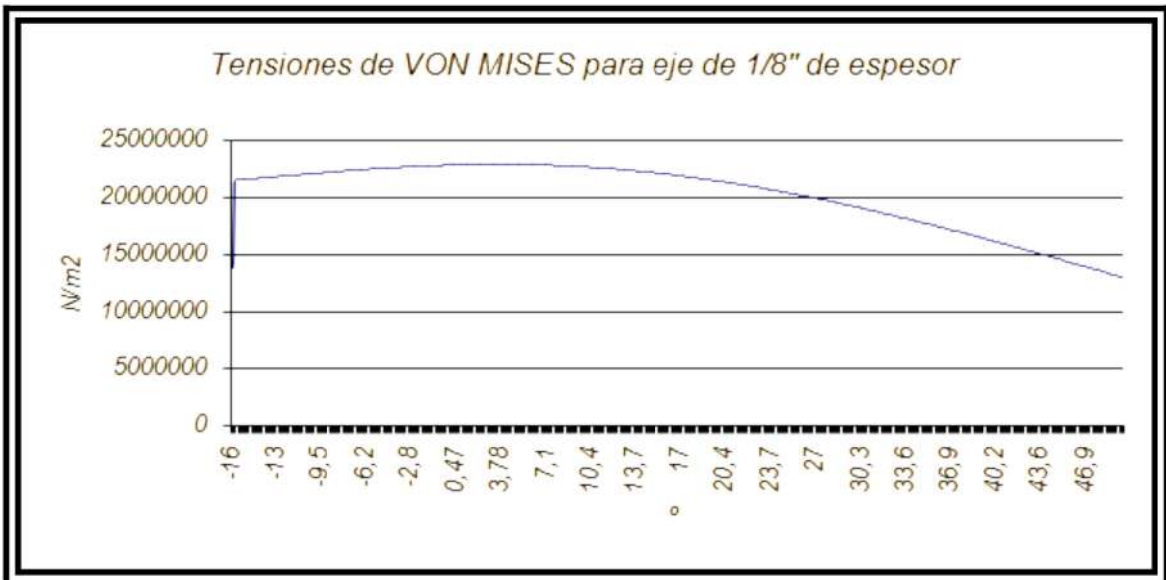


Tensión máxima=141,5 Mpa

Por lo tanto:  $\sigma T < \sigma_{fluencia}$

$$F_s = \frac{\sigma_{fluencia}}{\sigma T} = 2,06$$

Debido a que es muy pequeño es necesario construir el mismo eje, con un espesor de pared de 1/8" (3,2 mm), de esta manera el diagrama de tensiones queda:



Y por lo tanto la tensión máxima generada es de aproximadamente 22,9 Mpa por lo que el factor de seguridad resulta:

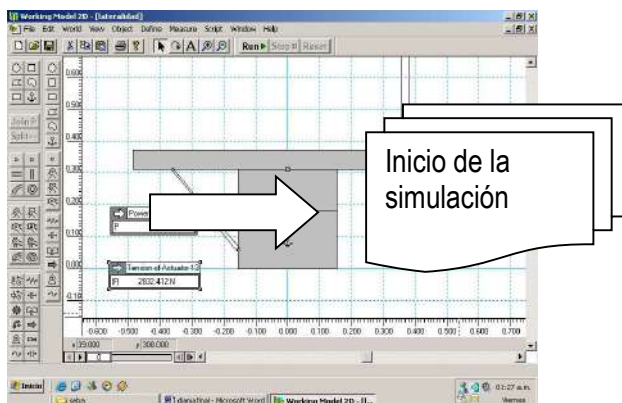
$$F_s = \frac{\sigma_{fluencia}}{\sigma T} = 12,75$$

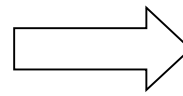
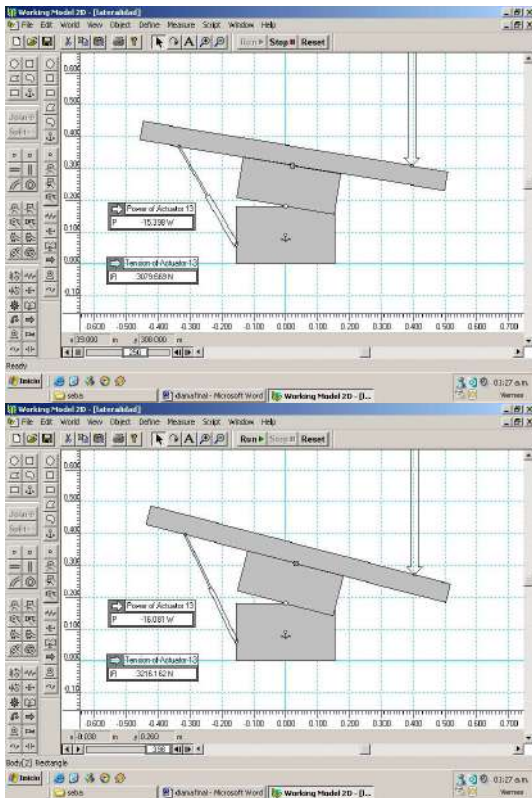
### Dimensionado de Lateralidad:

Teniendo en cuenta todo lo realizado en el cambio de diseño se procede a realizar la simulación del modelo, respetando todas sus dimensiones y criterios explicados anteriormente (ver etapas de diseño).

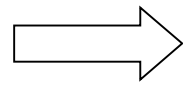
En cuanto a la carga se colocó , una de aproximadamente 150 Kg en el lugar más crítico para poder dimensionar las partes con cierto rango de factores de seguridad.

### La simulación se presenta a continuación:



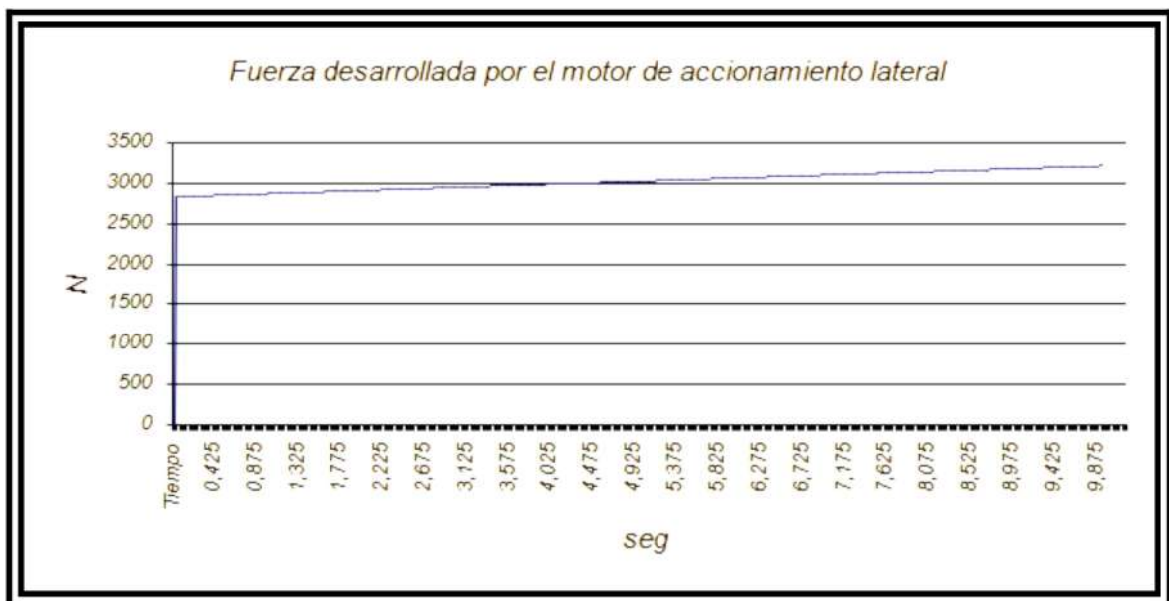


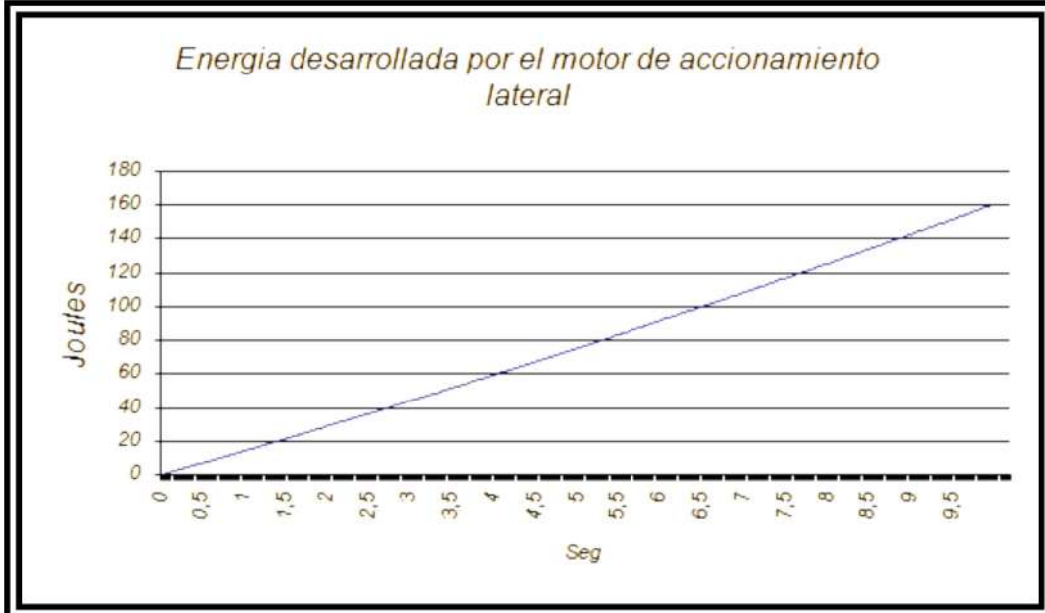
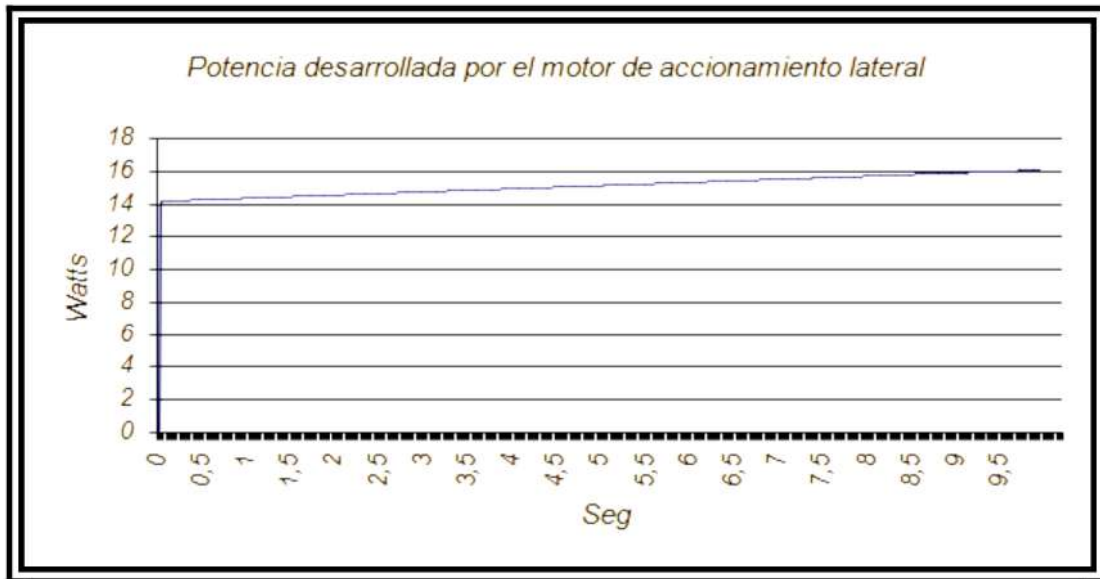
Transcurso de la simulación



Final de la simulación

Nuevamente las curvas características de este mecanismo se presentan a continuación:

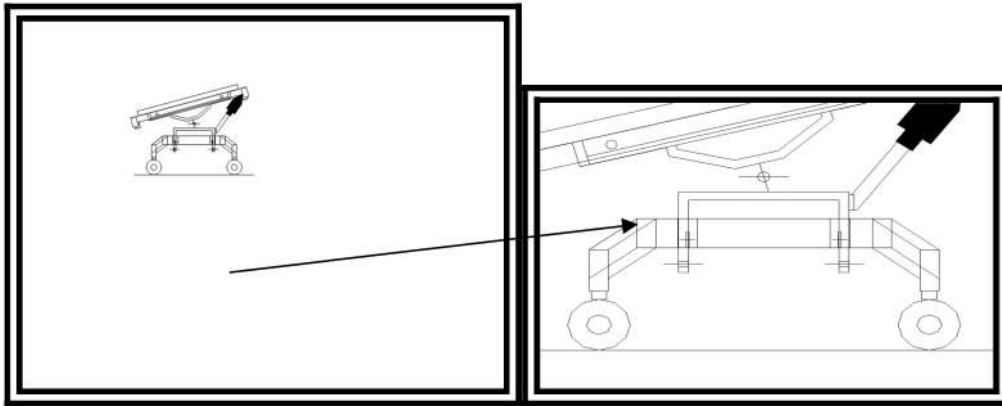




La pieza que se debe evaluar el espesor de este mecanismo es la pieza en donde apoya el soporte del rodamiento . La misma se encuentra sometida a un esfuerzo de flexión . Para este caso particular no se verificara el espesor sino se evaluara el espesor de pared que debería ir ya que esta pieza forma parte del nuevo diseño de la cama. Además se debe aclarar que se contemplará un factor de seguridad de 6.

La pieza es la siguiente:



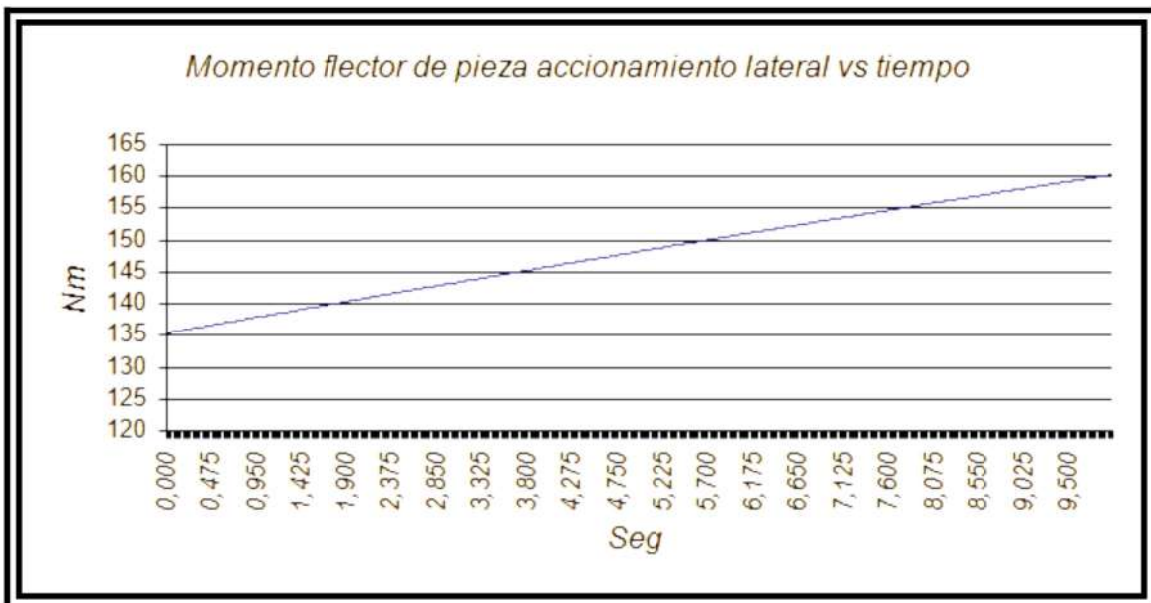


En todo momento la misma se encuentra sometida a esfuerzos de flexión y estos son máximos en la mitad del caño 50x30 independientemente de la fuerza.

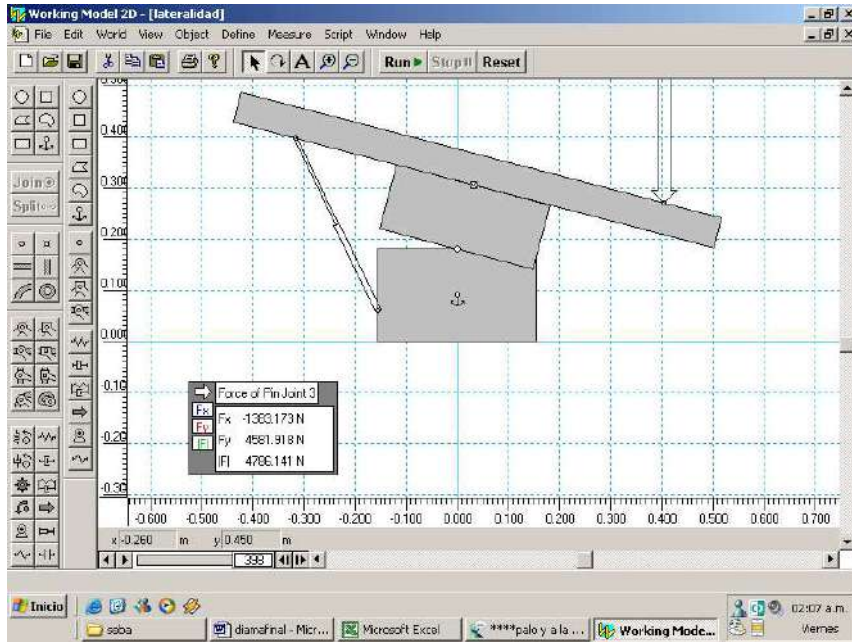
**Nota :** Lo dicho anteriormente no es del todo real, ya que es una suposición que se toma porque esta pieza, debido a la forma en que se encuentra apoyada y a una pequeña fuerza en la dirección horizontal representa lo que se denomina un hiperestático.

Dicha suposición se toma para realizar el cálculo de una manera mucho más sencilla y práctica, además haciendo la misma siempre la pieza se encuentra dimensionada del lado conservativo para mayor seguridad.

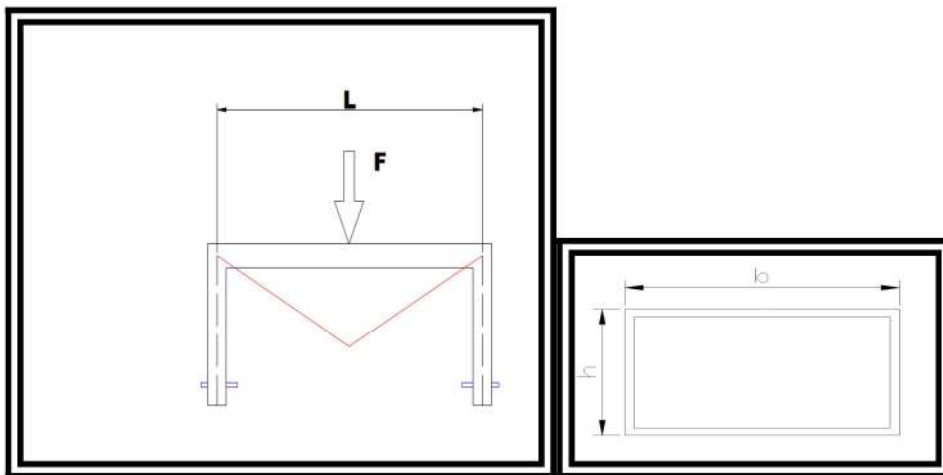
Analizando la variación del momento flector en el tiempo se puede ver que el mismo es máximo en el final del movimiento.



Por lo tanto se presenta la situación en el tiempo en donde la flexión es crítica:



La situación es la siguiente:



En donde los datos se presentan en la tabla siguiente:

<u>Esfuerzos</u>	
F	2290,95 N
<u>Distancia del soporte a la fuerza</u>	
<i>Dimensiones</i>	
b	0.05 mts
H	0.03 mts
e	A confirmar

L	0,28 mts
<i>Momento de inercia</i>	
I	F(e)
<i>Material</i>	
Tensión de fluencia	292,2 Mpa

**Nota: En el cálculo se tubo en cuenta la mitad de la fuerza F ya que el chasis de la cama se apoya en dos estructuras similares.**

- Momento flector máximo:

$$M = \frac{F \times L}{4} = \frac{2290,95 \times 0,28}{4} = 160,36 Nm$$

Por último para definir el espesor de esta pieza directamente se elige un espesor estándar y se verifica mediante el cálculo de la misma.

Suponiendo un espesor de 2,5 mm, entonces el cálculo resulta:

- Momento de inercia del perfil:

$$I = \frac{b \times h^3 - (b - 2e) \times (h - 2e)^3}{12} = \frac{0,05 \times 0,03^3 - 0,045 \times 0,025^3}{12} = 0,000000053 m^4$$

- Tensión producida en el perfil:

$$\sigma = \frac{6 \times 160,36 \times 0,015}{0,000000053} = 267,7 Mpa < 292,2 Mpa$$

Por lo tanto un espesor de 2,5 mm para fabricar este mecanismo es apto ya que teniendo en cuenta el factor de seguridad, la tensión generada es menor que la admisible por el material.

### Instalación eléctrica:

La cama consta de la cantidad de cinco motores de corriente continua con excitación serie ya que generalmente este tipo de excitación es utilizada para tracción eléctrica, es decir, cuando es necesario tener pares de arranque relativamente altos son recomendables estos tipos de motores. Para este caso particular los motores vienen especialmente fabricados para ser adaptados a los mecanismos de la cama. Básicamente se encuentran formados por el motor propiamente dicho, junto con un sistema de transmisión adecuado, formado por una serie de engranajes y un tornillo sin fin que traduce el movimiento rotacional del motor en un sistema de empuje de baja velocidad y una gran fuerza de empuje.

Por lo tanto el funcionamiento total de la cama se encontrará gobernada por la cantidad de 5 motores de corriente continua con excitación en serie y la colocación se realiza para que cada uno cumpla las siguientes funciones:

### Elevación de pies:

- 1 Motor de empuje de CC de 24 V , y 12 Watts de potencia;

### Elevación de cabeza:

- 1 Motor de empuje de CC de 24 V, y 12 Watts de potencia;

### Trendelemburg y Trendelemburg invertido:

- 2 motores de empuje de CC de 24 V, y 12 Watts de potencia;

### Elevación de altura:

- 2 motores de empuje de CC de 24 V (compartidos para la función de elevación de altura) 12 Watts de potencia;

### Lateralización:

- 1 motor de empuje de 24 V, 20 Watts de potencia;

Nota: En realidad la potencia de cada uno de los motores no figura como dato de chapa de los mismos, en este caso sí está aclarado que los mismos poseen una fuerza de empuje de 6000N. Por lo tanto la potencia nominal de cada uno se calculó mediante la fuerza multiplicada por la velocidad lineal del mecanismo, que en este caso era de aproximadamente 0,002 m/seg.

En el caso del motor utilizado para la lateralidad de la cama, es de mayor potencia porque el mismo es un poco más rápido que el resto.

Lógicamente todos los motores deberán contar con un sistema de control que le permitan invertir su sentido de giro por medio de una botonera.

Además se debe aclarar que tanto las funciones de trendelemburg como de elevación de altura comparten los mismos motores, cuando se acciona el mecanismo de elevación de altura ambos motores deberán subir o bajar (mismo sentido de rotación) al mismo tiempo y cuando es accionado el mecanismo de trendelemburg, los motores deberán funcionar en distinto sentido, es decir, uno sube y otro baja.

Tal como se explicó anteriormente es necesario que todos los motores se encuentren conectados de manera de que se puedan accionar tanto en un sentido, como en sentido inverso.

Toda la instalación eléctrica de esta cama ortopédica deberá estar protegida eléctricamente con protecciones adecuadas y también deberá funcionar por medio de una batería de emergencia para aquellos casos en que la energía de la red se ha cortado.

Para poder demostrar teóricamente todo lo dicho anteriormente se presentan las ecuaciones y conceptos de las máquinas de corriente continua funcionando como motor.

### Motores de corriente continua:

En verdad un motor de corriente continua es un generador al que se le aplica en su inducido corriente de sentido opuesto y que en vez de tomar la energía de un motor primario por su eje, entrega energía por su eje.

En este caso, al girar los conductores se inducirá una fem, comúnmente se la llama fuerza contraelectromotriz.

De acuerdo a la segunda ley de Kirchhoff se deduce la ecuación general que gobierna a las máquinas de corriente continua funcionando como motor:

$$\square \quad U = E + R_i \times I$$

### En donde:

- $U$ = Tensión en bornes del circuito del inducido;

- $E =$  Contra f.e.m. inducida en el devanado del inducido;
- $I =$  Corriente del inducido;
- $R_i =$  Resistencia del circuito del inducido;

Incluyendo:

1. resistencia del devanado del inducido;
2. resistencia del campo serie, si la hay;
3. resistencia del devanado de compensación, si lo hay;

### Cálculo de la F.e.m.:

Suponiendo que la máquina posee  $p$  pares de polos, o sea  $P=2p$  polos en total y si el flujo de uno de los polos vale  $\phi$ , un conductor en su marcha al cumplir una vuelta completa, habrá cortado en total  $\phi P$  líneas de campo magnético por vuelta. Luego si la máquina gira a razón de  $N$  vueltas por minuto, lo hará a  $N/60$  vueltas por segundo. Esto nos permite ver que la variación de flujo en el tiempo puede expresarse por medio de:

$$\square \quad \frac{d\Phi}{dt} = \frac{P \times \Phi \times N}{60} \left| \frac{\text{lineas}}{\text{segundo}} \right|$$

Si  $Z$  es el número de conductores activos situados en las canaletas del rotor y recordando que el circuito del bobinado del inducido puede tener a pares de ramas en paralelo, la fuerza electromotriz total inducida en el rotor se calcula de la siguiente manera:

$$\square \quad E = P \times \Phi \times \frac{N}{60} \times \frac{Z}{a}$$

Por último agrupando los valores que son propios de cada máquina, queda:

$$\square \quad E = K \times \Phi \times N$$

Por lo tanto reemplazando en la ecuación general del motor de corriente continua queda:

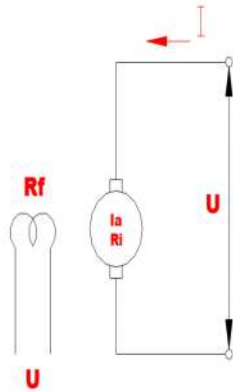
$$\square \quad U = k \times \Phi \times N + R_i \times I$$

### Formas de excitación de los motores de corriente continua:

#### 1. Excitación independiente:

Como se muestra en la siguiente figura, el campo excitador se alimenta desde una red auxiliar, con una resistencia de regulación en serie, para ajustar la corriente  $i$ , con lo que se ajusta el flujo principal  $\phi$ .

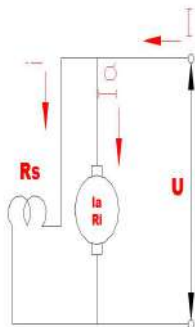
Esquema de conexionado de un motor con excitación independiente:



2. Excitación en derivación:

Mediante este conexaso es posible obtener la corriente de excitación  $i$  de la propia máquina. Esto es posible debido al magnetismo remanente de los polos principales. Este fenómeno es fácil de imaginar como se inicia. Al girar el inducido, como los polos principales tienen magnetismo remanente, se genera una pequeña fuerza electromotriz, que da lugar a una pequeña tensión entre los terminales del motor. Por este camino se logra una corriente excitadora que luego, si la polaridad es la correcta, refuerza el magnetismo remanente. Con ello se incrementa el flujo, la f.e.m. inducida, la tensión, y otra vez la corriente, y así sucesivamente.

Esquema de conexaso de un motor con excitación en derivación:



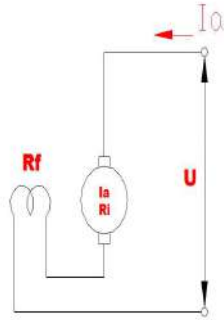
$$I = I_a + i$$

3. Excitación en serie:

En este caso el arrollamiento de los polos principales, arrollamiento excitador, en este caso se conecta en serie. Para este caso la corriente de excitación es  $i=I$ .

Esquema de conexaso de un motor con excitación en serie:





$$i = I_a$$

Cupla motora de los motores de corriente continua:

Partiendo de la expresión general de los motores de corriente continua y multiplicando ambos miembros de la ecuación por la corriente, la misma queda:

$$\square \quad I \times U = I \times E + I^2 \times R_i$$

Es evidente que el primer miembro es la potencia eléctrica entregada al motor. Despreciando el término  $I^2 \times R_i$  que es la potencia de pérdidas por efecto joule en el circuito del rotor queda:

$$\square \quad P_e = U \times I \cong E \times I = P_m$$

Por lo tanto , descontada la pérdida en el cobre del rotor, lo que resta es forzosamente la potencia mecánica total .

Por último, sabiendo que la potencia mecánica es el producto de la cupla por la velocidad queda:

$$E_c \times I = P_m = C \times N$$

□

Reemplazando en la ecuación queda:

$$\square \quad C = K \times \Phi \times I$$

Entonces la cupla de los motores de corriente continua, es función del producto del flujo de uno de sus polos por la corriente.

Característica mecánica de los motores de corriente continua:

Comenzando de la ecuación general de los motores y despejando la velocidad en función de las demás variables queda:

$$\square \quad U = k \times \Phi \times N + R_i \times I$$

Entonces la velocidad es:

$$\square N = \frac{U - R_r \times I}{k \times \Phi}$$

A continuación se analizará la característica mecánica para los motores derivación, como serie:

1. Motor derivación:

En el motor derivación como la excitación está conectada a la tensión en forma directa, el flujo principal es función de la tensión, es decir,  $\phi = k_1 U = \text{constante}$ .

Por lo tanto la cupla motora será:

$$\square C = a \times I \text{ en donde } a \text{ representa una constante.}$$

Por último reemplazando en la ecuación de la velocidad queda:

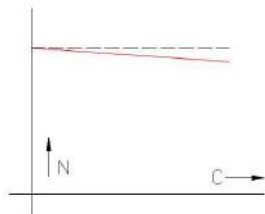
$$\square N = \frac{U - R_r \times I}{k \times \Phi} = \frac{U}{k \times k_1 \times \phi} - \frac{C \times R_r}{k \times k_1 \times \phi}$$

Considerando a la tensión constante y agrupando las constantes queda:

$$\square N = N_0 - b \times C$$

Por lo tanto se presenta la curva que responde a la ecuación anteriormente deducida:

Característica mecánica teórica del motor derivación:



Se puede apreciar que el motor de corriente continua conectado en derivación es de velocidad prácticamente constante con la carga.

## 2. Motor serie:

En el motor serie la cupla se calcula sabiendo que el flujo magnético de los polos es función directa de la corriente del rotor, es decir,  $\phi = K_2 \times I$ .

Si reemplazamos la ecuación anterior en la ecuación de la cupla motora, esta queda:

$$\square C = c \times I^2$$

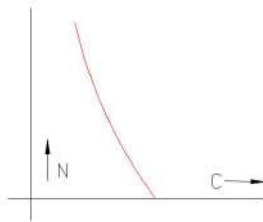
Volviendo a tomar la ecuación de velocidad del motor queda:

$$\square N = \frac{U}{K \times \phi} - \frac{I \times R_i}{K \times \phi} = \frac{U}{K \times k_2 \times I} - \frac{I \times R_i}{K \times k_2 \times I} = \frac{U \times d}{K \times k_2 \times \sqrt{C}} - \frac{R_i}{K \times k_2}$$

Considerando la tensión constante y agrupando las demás constantes para simplificar, queda:

$$\square N = \frac{d}{\sqrt{C}} - N_0$$

Característica mecánica teórica del motor serie:



Analizando las gráficas anteriores se puede decir que lo ideal para este tipo de funcionamiento (cama hospitalaria) sería el de un motor con excitación derivación ya que independientemente de la carga este no varía su velocidad pero el motor serie es más apto por la gran cupla de arranque que para nuestro caso es indispensable porque necesitamos mover mucha carga a una muy pequeña velocidad

Características de velocidad de los motores de corriente continua:

La misma se genera teniendo en cuenta la relación entre la corriente y la variación de velocidad.

### 1. Motor derivación:

Sabiendo que la cupla motora de estos motores es directamente proporcional a la corriente se puede demostrar lo siguiente:

$$\square C = a \times I$$

Luego reemplazando la ecuación anterior en la que sigue , se puede demostrar la relación:

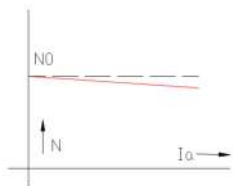
$$\square N = N_0 - b \times C$$

Reemplazando queda:

$$\square N = N_0 - Cte \times I$$

Siendo esta la ecuación que da forma a la característica de velocidad de los motores en derivación

Característica de velocidad de un motor derivación:



## 2. Motor serie:

Sabiendo que la relación entre la cupla y la velocidad es la siguiente:

$$\square N = \frac{d}{\sqrt{C}} - N_0$$

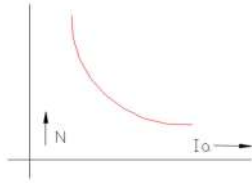
Y además la cupla en función de la corriente en el inducido es:

$$\square C = c \times I^2$$

Reemplazando las dos ecuaciones se puede obtener la característica de velocidad que se escribe a continuación:

$$\square N = \frac{cte}{I} - N_0$$

Característica de velocidad de un motor serie:



### Inversión del sentido de giro en motores de corriente continua:

Teniendo en cuenta la ecuación siguiente se puede deducir lo siguiente:

$$\square N = \frac{U - R_r \times I}{k \times \Phi}$$

Para poder controlar la velocidad surgen tres posibles formas:

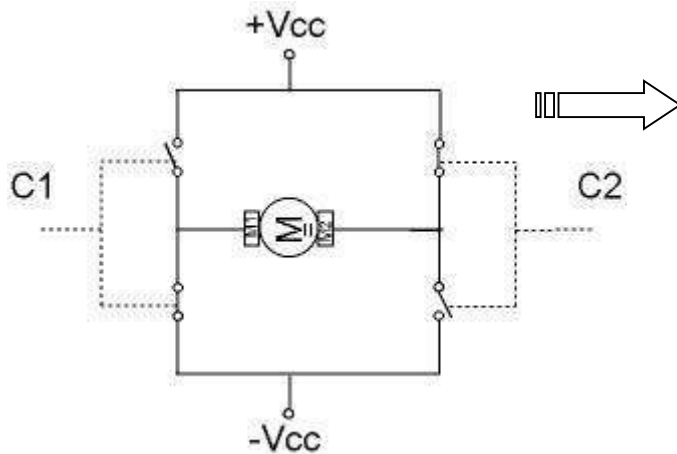
1. Por variación de la tensión aplicada;
2. Por variación de la resistencia del circuito del inducido;
3. Por variación del flujo magnético de los polos principales;

La segunda forma no es muy recomendada ya que se logra mediante el agregado de resistencias en serie con el circuito del inducido, lo que ocasiona pérdidas por efecto Joule.

En el caso de este trabajo, ya que los motores se encuentran excitados en serie sólo es factible cambiar el sentido de giro de los motores, cambiando la polaridad del bobinado de excitación serie.

Esto se consigue con una conexión adecuada. A continuación se presenta como invertir el sentido de giro para los dos tipos de motores de corriente continua:

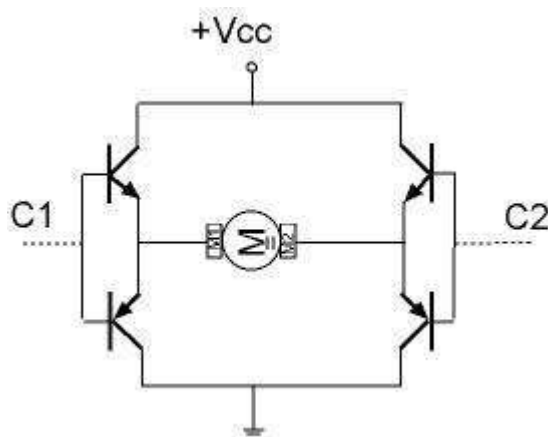
### Inversión del sentido de giro para un motor en derivación:



Ventajas: Solamente es necesaria una sola fuente de alimentación para su correcto funcionamiento. Es el más utilizado.  
Desventajas: Son necesarias dos señales de control para gobernar el sentido de giro del motor.

El sistema funciona mediante cuatro contactos (2 Na y 2 Nc) que se encuentran excitados mediante una bobina. Siguiendo el circuito se puede ver fácilmente como funciona esta conexión.

Conexión para invertir el sentido de giro para un motor derivación (control electrónico):

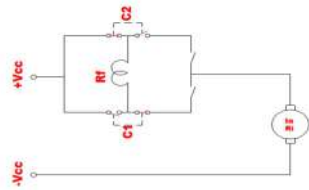


El sistema funciona de manera idéntica al anterior salvo que los contactos se reemplazan por transistores.

Conexión para invertir el sentido de giro de un motor serie:

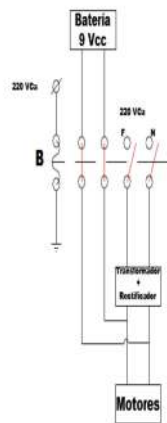
En este caso se trabaja con el cambio de polaridad de la bobina de excitación del motor serie. El conexionado es básicamente muy similar al anterior, salvo que se conecta en la bobina.

A continuación se presenta el esquema del circuito:



Siguiendo el paso de la corriente, tanto para una posición del contacto, u otra, se puede demostrar como la bobina excitadora cambia su polaridad y por lo tanto el sistema invierte el sentido de giro.

Sistema de conexión de la fuente y la batería de la instalación:



Como muestra la figura anterior se representa la conexión que debería ir para conectar a la cama ortopédica ya sea a la red, pasando por una fuente transformadora y rectificadora o en el caso de emergencia que exista un corte de electricidad, una batería. El sistema se logra por medio de un relé de actuación que cuando hay tensión en la red, la batería permanece desconectada y en el momento que deja de haber tensión en la red, el sistema conecta automáticamente la batería de emergencia.

Obtención de las corrientes de los motores.

Suponiendo que las pérdidas por efecto joules son despreciables se puede decir que la potencia mecánica que otorga el motor es directamente proporcional al la tensión por lo tanto, como la potencia mecánica es un dato se calcularon las corrientes que toman cada uno de los motores ( lado de baja tensión).

Para este cálculo se tubo en cuenta un rendimiento de los motores del 85 % así de alguna manera se ponderan las pérdidas mecánicas por rozamiento.



Por lo tanto:

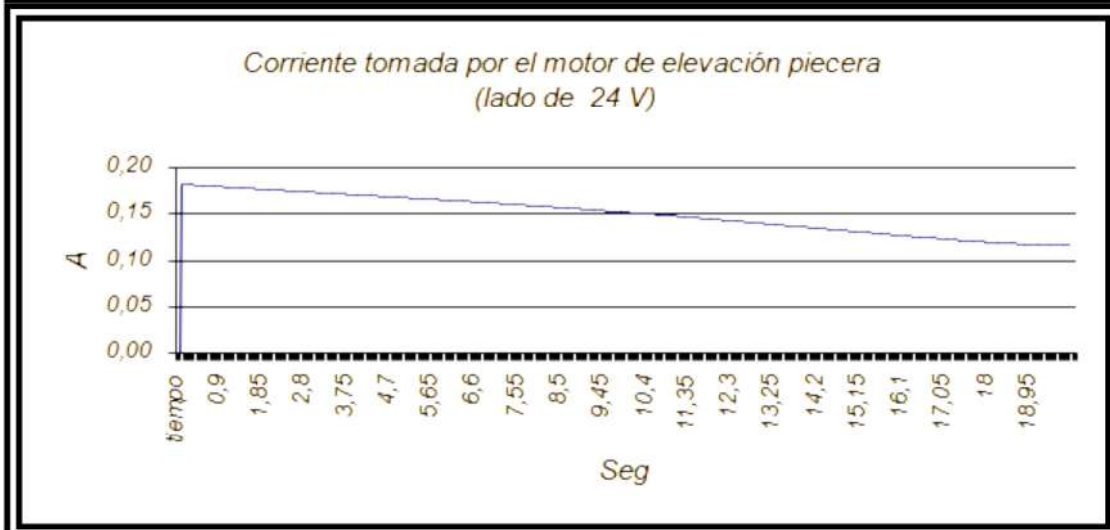
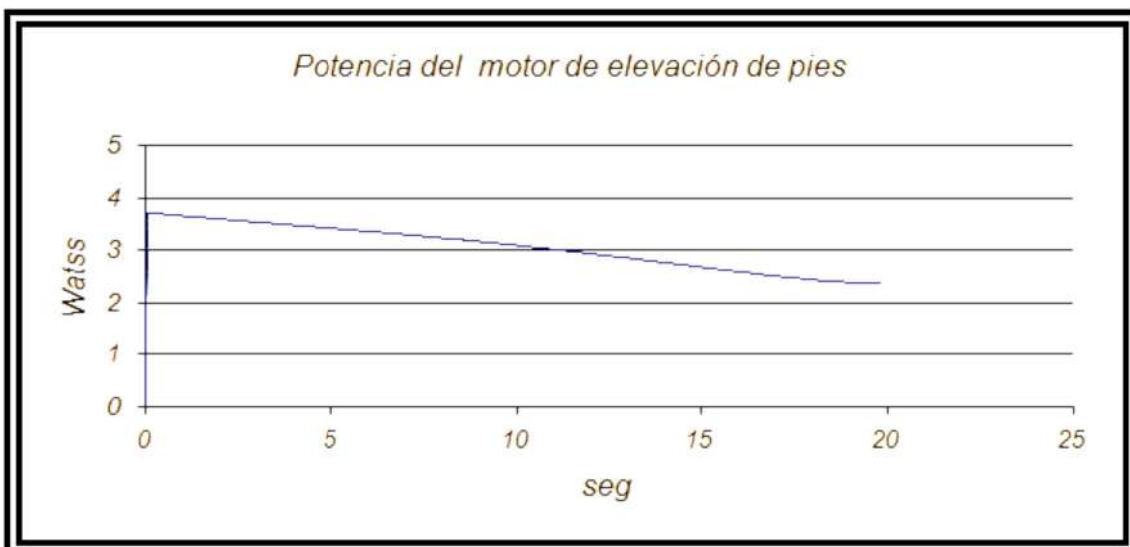
$$i = \frac{\text{Potencia}}{\eta \times \text{Tension}}$$

En este caso se calcularon todas las corrientes que toman cada uno de los motores en cada mecanismo de la cama ortopédica, ya que se conocía la potencia mecánica necesaria del motor luego de simular cada mecanismo con el Working Model.

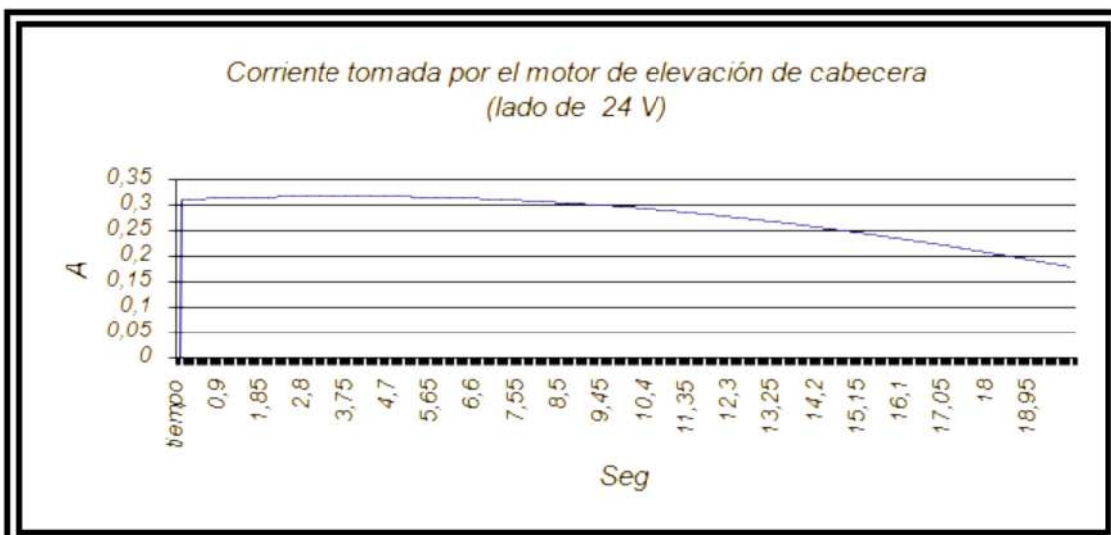
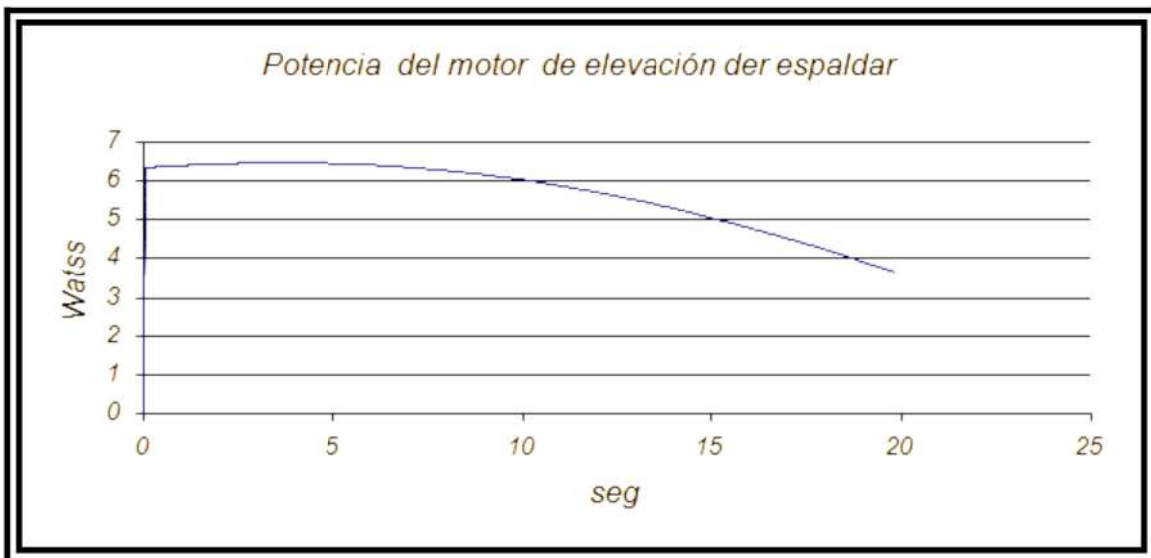
En ningún momento se realizó una medición de la corriente ya que no se tubo acceso al interior de los motores.

Las curvas obtenidas fueron las siguientes:

Corrientes de los motores involucrados en la elevación de los pies y la cabeza:

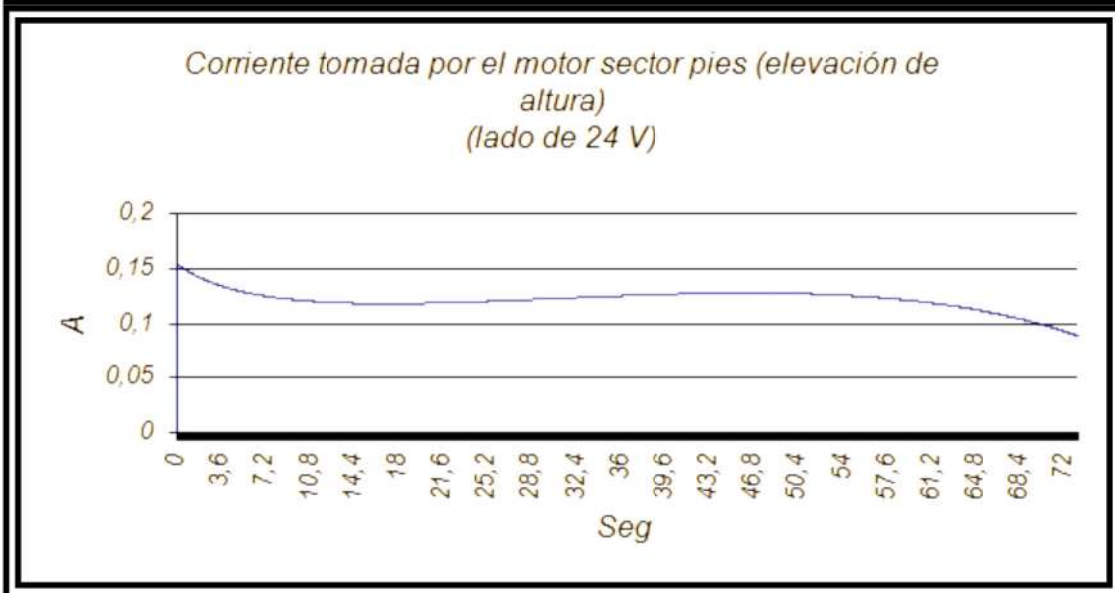
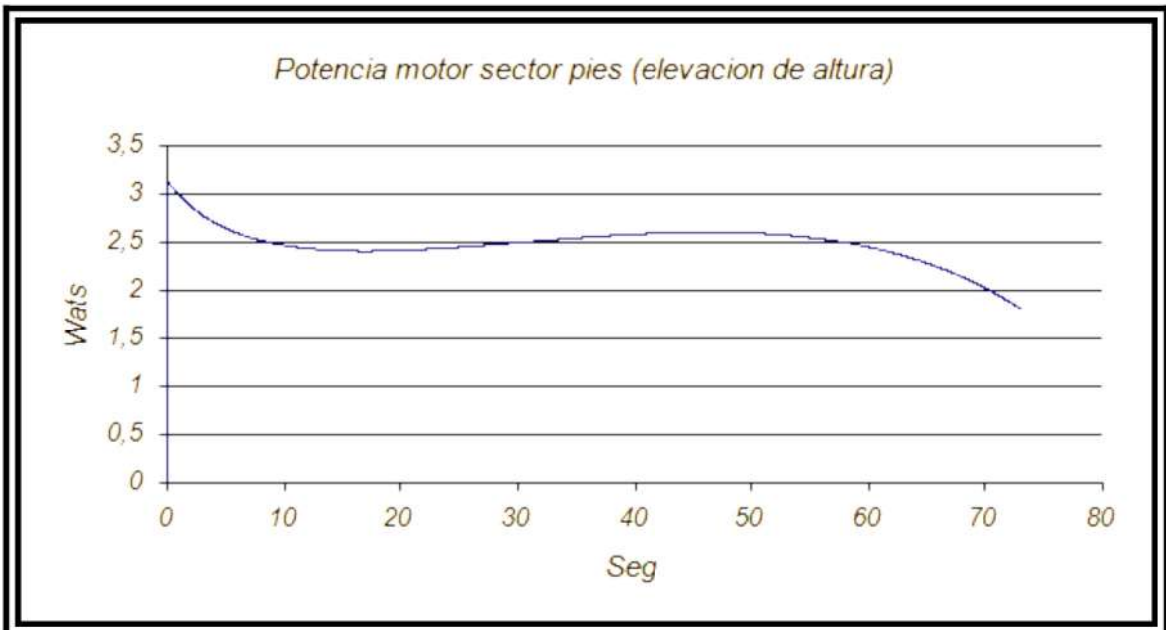


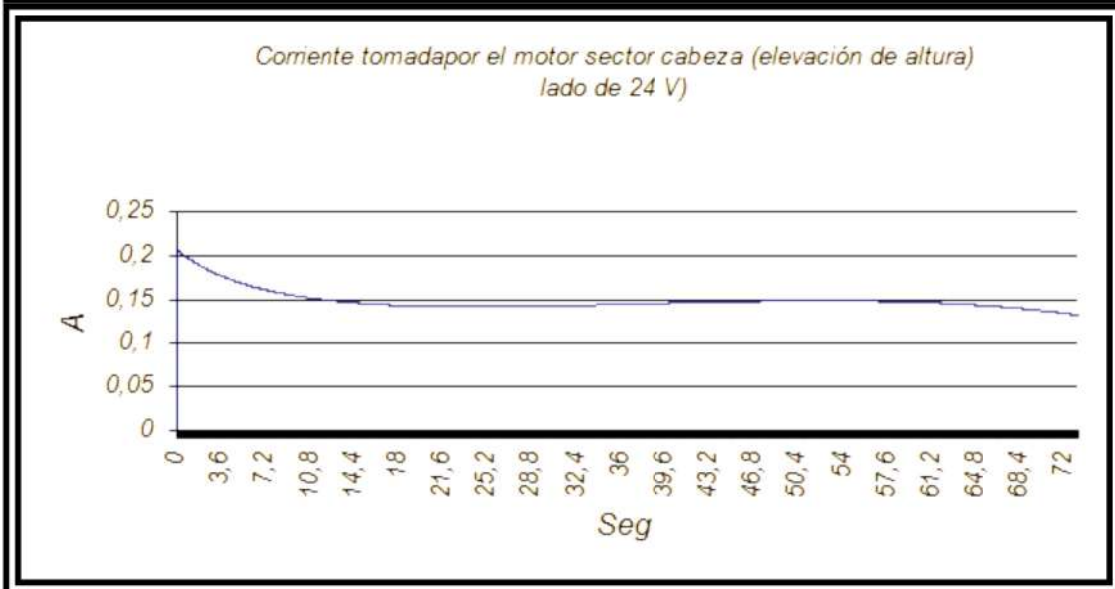
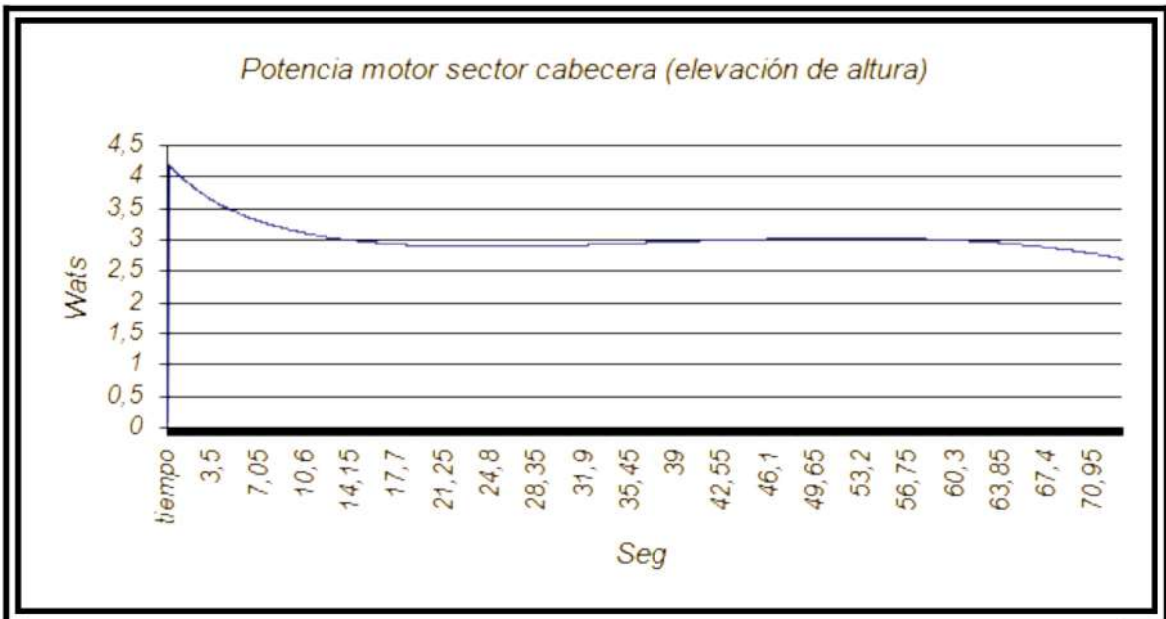
En este caso tanto la curva de potencia en el tiempo, como de la corriente son proporcionales y para ambas caben las mismas conclusiones. Es decir, el motor en la etapa inicial del mecanismo toma una corriente máxima que se presenta debido a que los grados de palanca de los mecanismos son desfavorables para el motor. En el último tramo del recorrido la corriente disminuye ya que las palancas se tornan más favorables.



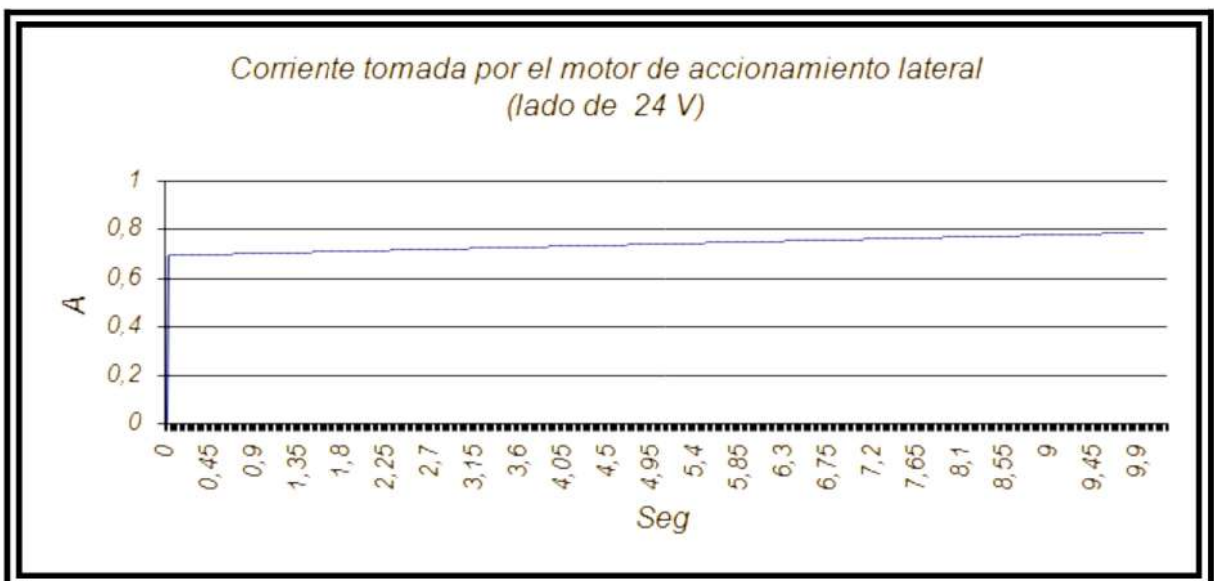
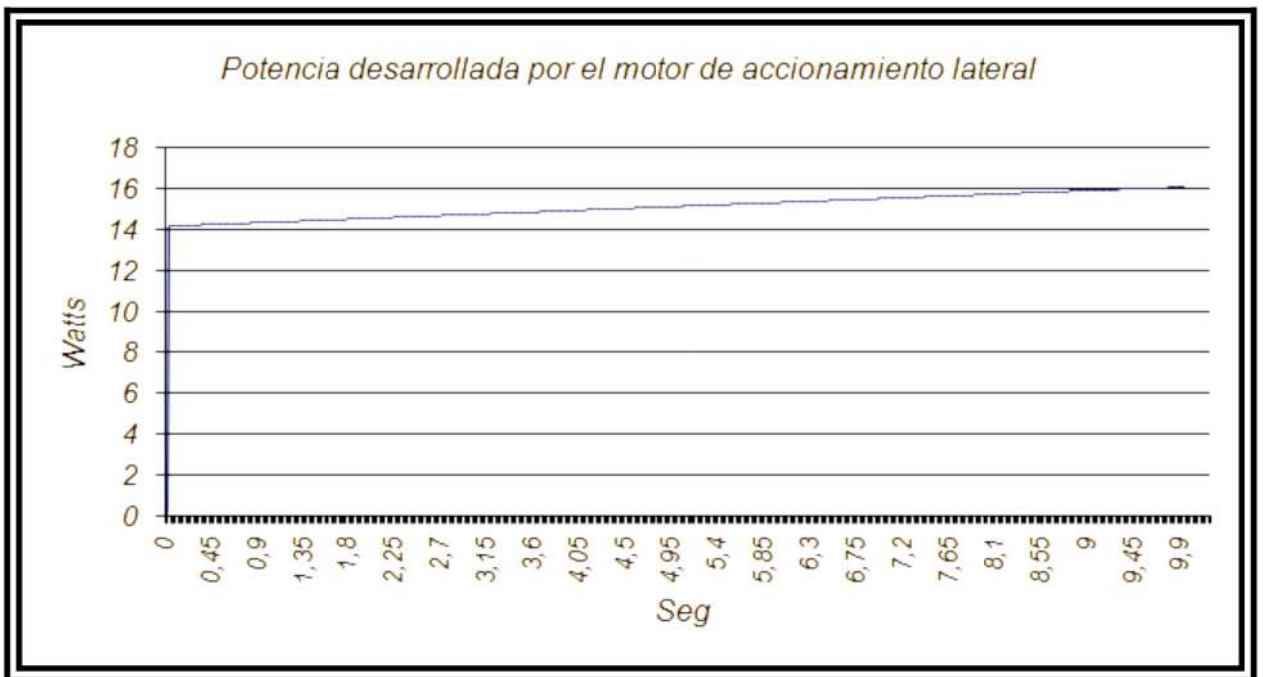
Básicamente las conclusiones son parecidas. Teniendo en cuenta la gráfica se puede demostrar que la potencia máxima entregada por el motor ronda en el orden de 6 y 6.5 watts. Estos valores a primera vista resultan pequeños pero se debe tener en cuenta que las velocidades son muy chicas (aproximadamente el respaldar se acciona a una velocidad de 3,15 %/seg).

Finalmente se puede concluir que la potencia es máxima al comienzo del trayecto y disminuye suavemente a medida que el movimiento avanza. Lo anterior es coherente ya que de alguna manera al principio el motor presenta una palanca desfavorable por lo tanto es necesario más torque y por ende más potencia y a medida que el movimiento surge las palancas se tornan más favorables, hasta llegar al mínimo de potencia .





Conclusiones similares a los casos anteriores.



Como se nota en ningún momento las corrientes superan a las nominales de cada uno de los motores.

Elección de protecciones:

La instalación eléctrica de la cama contará de un transformador de 220/24V /50 Hz de frecuencia con un rectificador de onda incorporado al mismo ya que esta cama se encuentra diseñada para que la utilización sea en cualquier lugar con tensión de red de 220 V alterna.

En cada motor se colocará un fusible a modo de protección ya que es necesario asegurar la protección de cada uno de estos y no de el total porque el funcionamiento normal de la cama es generalmente accionando de a un motor, es decir, regulando una función y no las cinco funciones al mismo tiempo. Igualmente se elegirá un fusible del lado de alta tensión para proteger la fuente.

Corrientes nominales:

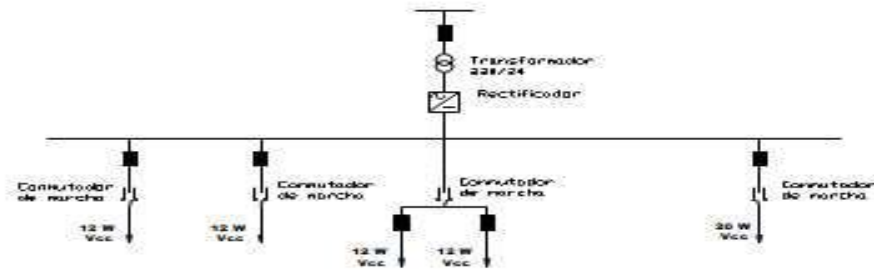
<b>Motor</b>	<b>Potencia[Watts]</b>	<b>Tensión[V]</b>	<b>In[A]</b>	<b>Fusible[A]</b>
<b>Elevación pies</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
<b>Elevación respaldar</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
<b>Elevación de altura, Trendelemburg</b>	<b>2 x 12</b>	<b>24</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
<b>Lateralidad</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>0,83</b>	<b>0,8</b>
<b>Fuente</b>	<b>100 Watts</b>	<b>220 (alta tensión)</b>	<b>0,45</b>	<b>0,4</b>

Se debe aclarar que la elección de las protecciones es teórica ya que se debería hacer un análisis un poco más extenso porque no se tuvieron en cuenta las corrientes de arranque de los motores que como se saben son grandes. Por lo que la elección de los fusibles debería considerar el tiempo de actuación de los mismos y de alguna manera jugar con la curva para que en el arranque no actúen los fusibles.

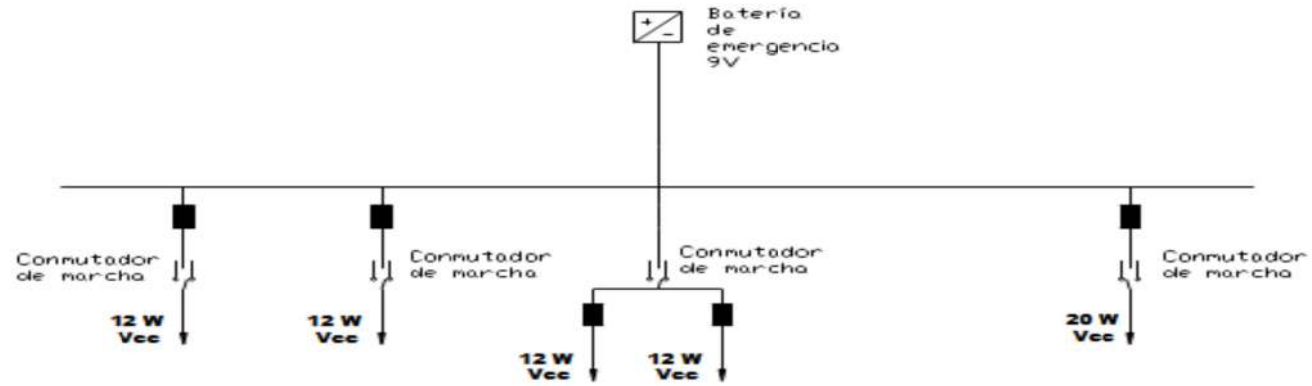




## Esquema unifilar de instalación eléctrica



*Esquema unifilar de instalación de emergencia*



*Esquema general de la instalación eléctrica de la cama hospitalaria:*





### Norma Iso 9001/2000

Como para dar fin a este informe se tratará de hablar un poco de la norma internacional Iso 9001:2000 y de alguna manera relacionar todo lo hecho anteriormente, explicando dos de los procedimientos fundamentales de esta norma como son los procedimientos de compras y diseño de los productos.

En primera instancia se explicarán cuales son los requisitos que pide esta norma con respecto a los puntos anteriores pero antes se explicará a groso modo para qué fue creada dicha norma.

La norma ISO 9001, es un método de trabajo, que se considera tan bueno, que es el mejor para mejorar la calidad y satisfacción de cara al consumidor. La versión actual, es del año 2000, que ha sido adoptada como modelo a seguir para obtener la certificación de calidad. Y es a lo que tiende, y debe aspirar toda empresa competitiva, que quiera permanecer y sobrevivir en el exigente mercado actual.

Estos principios básicos de la gestión de la calidad, son reglas de carácter social encaminadas a mejorar la marcha y funcionamiento de una organización mediante la mejora de sus relaciones internas. Estas normas, han de combinarse con los principios técnicos para conseguir una mejora de la satisfacción del consumidor.

Satisfacer al consumidor, permite que este repita los hábitos de consumo, y se fidelice a los productos o servicios de la empresa. Consiguiendo más beneficios, cuota de mercado, capacidad de permanencia y supervivencia de las empresas en el largo plazo.

Como es difícil mejorar la técnica, se recurren a mejorar otros aspectos en la esperanza de lograr un mejor producto de calidad superior.

La norma ISO 9001, mejora los aspectos organizativos de una empresa que es un grupo social formada por individuos que interaccionan.

Sin calidad técnica no es posible producir en el competitivo mercado presente y una mala organización, genera un producto de deficiente calidad.

Toda mejora redundará en un beneficio de la calidad final del producto, y de la satisfacción del consumidor, que justamente es lo que pretende quién adopta la norma como guía de desarrollo empresarial.

Satisfacer al consumidor, es el objetivo final de esta norma y de toda la empresa que pretenda permanecer en el mercado.

Finalmente se pasará a resumir los contenidos del punto 7.3 de esta norma (Diseño y desarrollo) y el punto 7.4 (Compras).

▫ 7.3 Diseño y desarrollo:

Alcance:

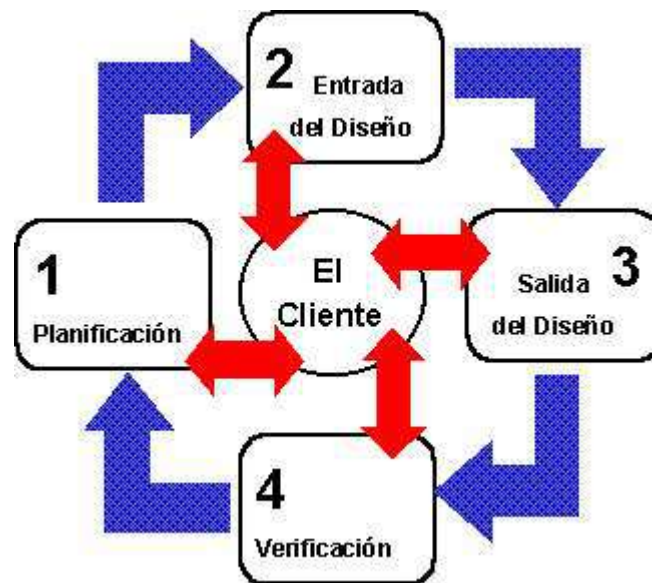
Establecer y mantener procedimientos documentados para controlar y verificar el diseño del producto, con el fin de asegurar que cumple con los requisitos especificados.

La siguiente tabla describe un proceso típico de control del diseño.

<b><i>Etapa</i></b>	<b><i>Nombre</i></b>	<b><i>Descripción</i></b>
1	Planificación	<p>Elaboración de planes que incluyan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La descripción de cada actividad de diseño, desarrollo y verificación.</li> <li>• Las responsabilidades identificadas y asignadas para cada actividad.</li> <li>• Las interrelaciones entre los diferentes grupos de diseño y desarrollo.</li> <li>• Los lazos de comunicación.</li> <li>• La información necesaria que se debe documentar, transmitir y revisar regularmente.</li> </ul> <p>Los planes deben ser actualizados a medida que el diseño evoluciona.</p>
1	Entrada del diseño	<p>La entrada del diseño incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los requerimientos del diseño identificados, documentados y revisados.</li> <li>• La resolución de los requisitos incompletos, ambiguos o antagónicos.</li> <li>• Los requisitos estatutarios o reglamentarios que sean aplicables.</li> </ul> <p>La entrada del diseño debe tomar en cuenta las revisiones al contrato.</p>
3	Salida del diseño	<p>El producto del diseño debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplir los requisitos de entrada.</li> <li>• Contener o hacer referencia a los criterios de aceptación.</li> <li>• Cumplir los requisitos o estándares regulatorios.</li> <li>• Funcionar apropiadamente.</li> <li>• Contener la documentación requerida.</li> </ul>
4	Verificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aseguramiento de que la salida del diseño cumple con los requisitos de la entrada.</li> <li>• Registros de los cambios y modificaciones.</li> </ul>

El proceso de control del diseño permite:

- Permite una mejora continua por ser un sistema de lazo cerrado.
- Está conducido en cada etapa por las necesidades del cliente.
- Proporciona realimentación al cliente.



Documentos y registros que son requeridos para esta sección:

Hay que incluir información acerca de:

- El sistema de control del diseño, sus responsabilidades y procedimientos.
- El sistema de verificación del diseño, sus responsabilidades y procedimientos.
- Los requerimientos de entrada del diseño (especificaciones).
- La salida del diseño.
- El sistema de control de cambios, sus responsabilidades y procedimientos.
- Las comunicaciones y las interfaces entre los grupos de trabajo.
- La revisión de la entrada y su aprobación.
- Los resultados de la verificación de la salida.
- Las revisiones.
- Los cambios y los resultados de la verificación de dichos cambios
- Las aprobaciones de los cambios.



□ 7.4 Compras

Alcance:

Contar con un sistema que asegure que los productos adquiridos cumplen con los requerimientos especificados. El proceso de compras debe incluir los criterios para la selección de los proveedores y la elaboración de las ordenes de compra.

<b>Aspecto</b>	<b>Debe incluir</b>
Proveedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La selección de los proveedores basada en su habilidad para cumplir con los requerimientos, con criterios que estén acordes al tipo de producto y a la experiencia previa que se tenga con respecto al cumplimiento y al desempeño de los proveedores.</li> <li>• La confirmación de la efectividad de los controles del sistema de calidad del proveedor.</li> <li>• La elaboración de una lista de proveedores aceptables.</li> </ul>
Ordenes de compra	<p>La revisión y la aprobación de las órdenes de compra para asegurar que contiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La descripción de los productos ordenados.</li> <li>• Los requerimientos de verificación .</li> <li>• Los estándares que se aplican .</li> <li>• Las cantidades y la forma del despacho.</li> </ul>

Documentos y registros que son requeridos para esta sección:

Hay que incluir información acerca de:

- El sistema de compras y sus procedimientos.
- La lista de proveedores evaluados.
- Las especificaciones de material.
- La capacidad de los proveedores incluyendo la efectividad de su sistema de calidad.
- La selección de proveedores.
- Los resultados de las revisiones periódicas de los proveedores.
- Los productos adquiridos y los contratos realizados.
- La revisión y aprobación de las ordenes de compra.

Finalmente se pasará a presentar los procedimientos tanto de compras como de control del diseño realizados. Se debe aclarar que si bien en este proyecto se trabajó con un solo producto (cama hospitalaria), estos procedimientos servirían para el total de los productos fabricados ya sean de esta empresa, como de cualquier otra empresa dedicada a la fabricación de cualquier producto.

<b>PROCEDIMIENTO GENERAL</b>	<b>CONTROL DEL DISEÑO</b>	<b>CODIGO PG 7.3</b>	<b>FECHA 14/11/2005</b>	<b>REVISIÓN 00</b>	<b>PAGINA 1 DE 4</b>
------------------------------	---------------------------	----------------------	-------------------------	--------------------	----------------------

Ultimas revisiones		
Rev	Fecha	Motivo
PREPARO		REVISO
		APROBO

**ALCANCE:** A todos los productos realizados en quiromed

**DEFINICIONES :** APQP :Planificación de la calidad desde el diseño

### **RESPONSABILIDADES**

Responsable de Ingeniería: define los requisitos a alcanzar con el diseño, designa al responsable del proyecto, revisa y aprueba el proyecto

Responsable de proyecto: ejecuta el proyecto y lleva los registros del mismo.

### **INSTRUCCIONES**

a.- Se definen dos posibilidades : Para (A) el diseño y desarrollo de nuevos modelos y para (B) productos definidos como estándares:

1.- A pedido de un cliente o como desarrollo de la empresa se analizan , a modo de planificación (APQP), cada item definido en el Anexo 1, empezando por los datos que conforman la entrada del diseño. Se aplica - cuando es posible en cada punto - el método 5W-2H (What,who,when,where,why,how and how much) traducido es (que,quién,cuando,donde,porque,como y cuanto cuesta) .

2.- se generan los documentos que sean necesarios de modo tal de que los items de la fase I esten completos .

Esta comprende pero no se limita a :

- croquis de partes y de conjunto
- descripción técnica, económica de la factibilidad de producción
- calificación necesaria de la mano de obra

El punto 10 actua como análisis final de la fase I, de aprobarse (SI), implica la la factibilidad del diseño. (7 respuestas SI habilitan para el paso a la otra fase. No puede haber respuestas NO, en caso de haberlas debe resolverse ese item). Se pasa a la fase II.

3.- se realizan los cálculos - se registran en la memoria de cálculo (anexo 3)- , dibujos y especificaciones que sean necesarios – entre otras evaluaciones - para obtener los datos de salida del diseño. Se revisan los items considerados como críticos. En caso de ser necesario se recalcula y se establecen nuevas especificaciones.

Si 5 de estos puntos son contestados con SI (incluyendo la revisión) el diseño puede pasar a la etapa donde se va a fabricar. No puede haber respuestas NO, en caso de haberlas debe resolverse ese item

4.- una vez fabricado el producto se realiza la FASE III para comprobar que lo hecho se corresponde con los datos de entrada. En caso de precisar modificaciones (punto 19), se harán todos los cambios que sean necesarios, de modo tal de cumplir con los datos de entrada.

Una vez aprobado el punto 20 el producto construido pasará a producción, congelandose su diseño. Se pasa a la fase IV.

<b>PROCEDIMIENTO GENERAL</b>	<b>CONTROL DEL DISEÑO</b>	<b>CODIGO PG 7.3</b>	<b>FECHA 14/11/2005</b>	<b>REVISIÓN 00</b>	<b>PAGINA 2 DE 4</b>
----------------------------------	---------------------------	--------------------------	-----------------------------	------------------------	--------------------------

5.- el diseño se considera validado (parcial y total) cuando se den los siguientes escenarios :

- a) el punto 21 (en todos sus ítems) y el punto 22 se han contestado que NO antes de que el producto llegue al cliente
- b) Gestión de calidad en representación del cliente ha validado el producto si se han cumplido las etapas anteriores mencionadas
- c) durante los doce meses posteriores a la salida del producto no haya habido reclamos atribuibles a un error de diseño.

Cuando se han cumplido los puntos 5 a y b el diseño tendrá una validación parcial. Al cumplirse 5 c la validación será total.

6.- Dada la Aprobación del proyecto, el responsable del mismo emite la documentación con su correspondiente codificación.

- planos finales de detalle y de conjunto
- planos e instrucciones de producción
- memoria de cálculo definitiva

7.- En el caso de productos estándares A (diseños realizados antes de la implementación del sistema ) se harán solo revisiones de diseño

Cuando se requiere efectuar un cambio en el diseño sobre productos o desarrollos nuevos se efectúa el pedido.

Tanto para el caso A ó B el pedido puede ser de forma interna por el sector de diseño mismo, por que lo solicite manufactura o debido a acciones correctivas / preventivas pedidas por Gestión de Calidad. En el pedido se menciona cuales son los cambios a efectuar y las razones del mismo, registrandose los cambios . Anexo 2.

<b>PROCEDIMIENTO GENERAL</b>	<b>CONTROL DEL DISEÑO</b>	<b>CODIGO PG 7.3</b>	<b>FECHA 14/11/2005</b>	<b>REVISIÓN 00</b>	<b>PAGINA 3 DE 4</b>
------------------------------	---------------------------	----------------------	-------------------------	--------------------	----------------------

**ANEXO 1**

<b>Check list items APQP ¿ se han considerado ...? RG 7.3.1</b>		Completado por:	fecha
Nº			
FASE I (entrada del diseño)			
1	Los inputs (datos de entrada) del cliente son los apropiados? Hay suficientes datos de modo de poder empezar la tarea de diseño? Están identificados, resueltos los temas ambiguos? se registraron, donde?		
2	Las necesidades del cliente comparandose contra datos históricos? (dar los detalles de los datos)		
3	Los cambios de proceso y de producto que implica el nuevo desarrollo? (detallar cuales son)		
4	Las metas (lo que se quiere hacer)se pueden lograr con los datos que se tienen? (no puede haber respuestas NO para los puntos 1 a 3)		
5	Se construyo la Lista de materiales (LdM) preliminares para la realización del producto?		
6	el flujo del proceso tiene en cuenta todos los materiales de la LdM? Los movimientos/compras a realizar son factibles dentro de los plazos?		
7	El plan de aseguramiento: incluye los requerimientos (del cliente e internos)? Se fijaron etapas ,metas,y plazos?		
8	El producto puede hacerse con las tolerancias especificadas en el dibujo? (se requiere confirmación del sector y debe verificarse en *)		
9	El producto puede hacerse con el Cpk requerido?		
10	Es adecuada la capacidad instalada para producir el producto? Sino , que hace falta? Se requiere tercerizar algo?		
FASE II (salida del diseño)			
11	El packaging ,manipulación y almacenaje permiten asegurar la integridad del producto?		
12	El check list de control del proceso/final esta completo? Pueden usarse check list similares? De haber nuevos puntos de contro, donde estan? Se definieron los criterios de aceptación/rechazo? Si se precisan nuevas instrucciones / ayudas visuales. Estan hechas? Estan las Listas de materiales (LdM) completas? Se pasaron los faltantes a Compras? Almacenes sabe que debe recibir nuevos productos?		
13	El check list final indica los requerimientos dimensionales o referencias a planos, materiales y pruebas funcionales?		
14	Las instrucciones nuevas ,son claras y estan referenciadas? Indicar el código.		
15	De requerirse se ha completado el estudio de capacidad del sistema? (ver punto 9)		
16	Las especificaciones de packaging asegura que la performance del producto no se ve afectada?		
17	Se cumple con los requisitos de entrada? se hizo lo que el cliente pidio o lo que se definió internamente. Indicar como se sabe esto Se reviso cada item diseñado o calculado?Se registro? Indicar donde estan los registros		
FASE III (Verificación – cumplir con los datos de entrada - )			
18	Se comparo con diseños anteriores, se ensayo, se calculo de otra forma?		
19	Al conducirse la corrida de prueba han surgido necesidad de cambios? (*) si se cambio algo respecto a lo definido en la entrada indicar que.		
20	La producción de partes ha sido aprobada? (se debe haber producido de acuerdo a lo establecido y se cumplio con el plan de control (12) sin NO)		
FASE IV (validación)			
21	El plan de control indico algún problema de documentación (datos faltantes, incompletos, erroneos).		
22	El test de validación del producto indico algún problema? (a.- no puede haber NO en los puntos de control , b.- se hizo lo que el cliente pidio dentro de las tolerancias establecidas , c.- Gestión de calidad en representación del cliente aprobo lo hecho) (todas estos puntos deben ser SI)		
23	Hubo reclamos en la distribución y en el servicio sobre el producto?		

<b>PROCEDIMIENTO GENERAL</b>	<b>CONTROL DEL DISEÑO</b>	<b>CODIGO PG 7.3</b>	<b>FECHA 14/11/2005</b>	<b>REVISIÓN 00</b>	<b>PAGINA 4 DE 4</b>
------------------------------	---------------------------	----------------------	-------------------------	--------------------	----------------------

ANEXO 2

<b>PEDIDO de CAMBIOS en el DISEÑO</b>	Proyecto/producto:	<b>CODIGO RG 7.3.2</b>	<b>REVISIÓN 00</b>
Pedido por	fecha	Plano :	N° de pedido:
Cambios a efectuar :			
Razones para efectuar los cambios:			
Firma:..... fecha / /			
Aceptación de los cambios:			
Firma:..... fecha / /			
Cambios efectuados:			
Firma:..... fecha / /			
Comunicación de los cambios efectuados a Compras para incorporar esos materiales			
Firma de Compras:..... fecha / /			

Anexo 3

<b>MEMORIA de CALCULO</b>	<b>PROYECTO:</b>	<b>Fecha / /</b>	<b>CODIGO RG 7.3.3</b>	<b>REVISIÓN 00</b>	<b>Hoja de</b>
Bibliografía consultada:					

<b>PROCEDIMIENTO GENERAL</b>	<b>COMPRAS, EVALUACIÓN DE PROVEEDORES</b>	<b>CODIGO PG 7.4.1</b>	<b>FECHA 14/11/2005</b>	<b>REVISIÓN 00</b>	<b>PAGINA 1 DE 5</b>
------------------------------	-------------------------------------------	------------------------	-------------------------	--------------------	----------------------

Ultimas revisiones		
Rev	Fecha	Motivo
PREPARO	REVISO	APROBO

**ALCANCE** :A todos los proveedores cuyo producto o servicio pueda afectar la calidad del producto o servicio

**DEFINICIONES**

**Alto impacto:** proveedor de materiales/ servicios que no son fácilmente reemplazables o que el empleo de sus materiales , estando estos defectuosos causan grandes problemas de calidad en el producto/ proceso imposibles de remediar en tiempo y forma

**Mediano impacto:** proveedor de materiales/ servicios que pueden ser provisto por otro proveedor confiable , aunque el empleo de sus materiales estando estos defectuosos causan problemas de calidad en el producto/ proceso, que pueden solucionarse a tiempo.

**RESPONSABILIDADES**

**Gestión de Compras :** debe registrar los proveedores, calificarlos – informar al Area Comercial - , evaluar su desempeño anual y mantenerlos en el registro. Efectuar compras a los proveedores seleccionados o a los nuevos siguiendo este procedimiento.

**Area Comercial :**Tiene poder de veto sobre la selección de proveedores.

**INSTRUCCIONES**

1 - Compras registra a los proveedores de productos y servicios, los califica (semestralmente) y selecciona para el siguiente período, de acuerdo a las pautas descriptas en el anexo 2 . los proveedores se dividen en : a)alto impacto; b) de mediano impacto

**Partes de la calificación**

a) visita o autoevaluación (Anexo 1 A para distribuidores, B para fabricantes)

b) seguimiento del cumplimiento de las obligaciones del proveedor durante el período evaluado (Anexo2)

➤ Si posee certificado con ISO 9001 o es filial de una empresa de reconocida calidad a nivel internacional, se otorgan 90 puntos .

➤ Para los proveedores calificados de mediano impacto se otorgan 60 puntos (constantes para su SGC) .

➤ **Precios y condiciones de pago , superior al promedio mercado= 50 ; iguales = 60 ; inferiores = 80**

<b>Parte 1</b>	<b>SdC ≥ 60</b>	<b>Sistema de Calidad SdC</b>	Si el SdC puntua < 60 ; puede ingresar como condicional (se recomienda visita) hasta el próximo período donde debe evolucionar
<b>Parte 2</b>	<b>CdO ≥ 150</b>	<b>Cumplimiento de Obligaciones CdO</b>	Si sufre alguna penalidad dentro del período de calificación, se aconseja hacer una sumatoria parcial y evaluar su estado.

		<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Calificación de entregas <b>CdE</b> <math>\geq 75</math></li> <li>b) Calificación del Servicio <b>CdS</b> <math>\geq 75</math></li> </ul>			
<b>Parte 3</b>	<b>PRC</b>	<b>Precios PRC</b>			
<b>PROCEDIMIENTO GENERAL</b>	<b>COMPRAS, EVALUACIÓN DE PROVEEDORES</b>	<b>CODIGO PG 7.4.1</b>	<b>FECHA 14/11/2005</b>	<b>REVISIÓN 00</b>	<b>PAGINA 2 DE 5</b>

### CALIFICACIÓN

2 - Realizada la evaluación, el Responsable de Compras califica al proveedor como :

“ APROBADO “ $\Sigma \geq 231$  , “ CONDICIONAL “  $230 \geq \Sigma \geq 150$  o “NO APTO “ $\Sigma \leq 149$ .

- Al proveedor calificado como “ APROBADO “ se incorpora al registro de proveedores seleccionados para el próximo período (Anexo 3).
- Al proveedor calificado como “ CONDICIONAL ” lo mantiene en el registro de proveedores seleccionados. Consensua con el proveedor el tiempo para que este implemente las mejoras en aquellos aspectos considerados deficientes . Si pasado dicho lapso, constata que las mejoras han sido implementadas lo recalifica como “ APROBADO “.
- Si el proveedor no mejora, lo recalifica como “ NO APTO “ y lo da de baja del registro de proveedores seleccionados. El proveedor calificado como “ NO APTO “ no es inscripto como proveedor seleccionado para ese período. A su pedido podrán ser recalificados para un período posterior.

3.- Compras comunica a todos los proveedores calificados como “ CONDICIONAL “, su calificación, y en que aspecto se esperan mejoras.

Acuerda con el proveedor para cuando se espera que estén implementadas las acciones correctivas en el plazo estipulado . Solicita que le envíe un informe de las medidas tomadas y cual es el grado de avance.

4.- Si un proveedor seleccionado incurre en una serie de penalidades máximas admitidas (consideradas en períodos de seis meses) en el cumplimiento de las obligaciones, Compras lo pasará a “CONDICIONAL .Luego de un período de seis meses el responsable de compras lo evaluará nuevamente y se le otorgará una nueva calificación . O bien en función de su performance se le pedirá que realice las acciones correctivas para mejorar, de no hacerlo se dará de baja del registro de proveedores seleccionados por ese período.

5.- Para los proveedores seleccionados se admitirán como máximo las siguientes penalidades , a partir de las cuales se lo pasara a “CONDICIONAL” o “NO APTO”

Con penalidad	Número de embarques consecutivos con penalidad para pasar a CONDICIONAL	Número de embarques consecutivos con penalidad para pasar a NO APTO
SI	3	6

6. El área Comercial evaluará en que casos se le sigue comprando a un proveedor calificado como, “NO APTO” , ya sea por monopolio, por no conseguirse otro proveedor o por otro motivo que se considere como válido.

7 - Para el caso en que se decida comprar a un proveedor calificado como "NO APTO" el área Comercial dejara constancia de los motivos y por que período de tiempo se le seguirá comprando a dicho proveedor.

8 – a medida que un proveedor va haciendo entregas, deberá ir ascendiendo / descendiendo en la escala de calificación, para que en la recepción se le inspeccione menos, si tiene una buena performance o inspeccionar más si su rendimiento no es bueno.

<b>PROCEDIMIENTO GENERAL</b>	<b>COMPRAS, EVALUACIÓN DE PROVEEDORES</b>	<b>CODIGO PG 7.4.1</b>	<b>FECHA 14/11/2005</b>	<b>REVISIÓN 00</b>	<b>PAGINA 3 DE 5</b>
------------------------------	-------------------------------------------	------------------------	-------------------------	--------------------	----------------------

**ANEXO 1**

<b>Autoevaluación / Visita</b>	<b>PROVEEDOR (D):</b>	<b>Producto / s:</b>	<b>Fecha :</b> / /	<b>CODIGO RG 7.4.1 – 1a</b>	<b>REVISIÓN 00</b>
<b>Dirección :</b>		<b>TE ó fax:</b>	<b>E-mail</b>		
<b>Cantidad de personal</b>	<b>operarios</b>	<b>Técnicos</b>	<b>Profesionales</b>		
<b>Sistema de Calidad (Items a relevar)</b>					<b>Calificación (*) MN</b>
<b>1</b>	Efectúa inspección de recepción ( que criterios de aceptación usa y como lo registra)				7
<b>2</b>	Posee inspección de la mercadería almacenada (que verifica y como lo registra)				6
<b>3</b>	Revisa el contenido (cantidad y tipo) y el embalaje antes de la entrega (especificar quién revisa, si firma y que se registra)				5
<b>4</b>	Ha entregado catálogo de productos y lista de precios. Las mantiene actualizados				7
<b>5</b>	Avisa si no va a poder cumplir con la entrega (como lo registra)				7
<b>6</b>	Se separan los artículos NO Conformes (como los identifica)				6
<b>7</b>	La identificación permite saber a quién pertenece el producto (como se hace)				5
<b>8</b>	Posee línea dedicada de fax o E-mail para poder efectuar los pedidos.				7
<b>9</b>	Aptitud del equipamiento para almacenar y mover la mercadería ( detalle de cantidades y antigüedad estimada)				5
<b>10</b>	Limpieza y orden del lugar de trabajo y de los depósitos				5
<b><u>TOTAL</u></b>					<b>MN 60</b>
<b>Observaciones (*)</b>					
Se otorgan los puntajes en una escala de 0 a 10 para cada caso siguiendo estos criterios					
a) Se otorgara el máximo del puntaje si se cumple el item en un 100%					
b) Se otorgan puntajes intermedios (entre el MX 10 y el MN de cada item) en proporción al grado de cumplimiento.					
c) Se otorgan puntajes menores al mínimo para aquellos casos en que el cumplimiento no pueda ser demostrado fehacientemente o no este instrumentado					
Para que el proveedor quede como Aprobado debe tener en todos los puntos al menos el puntaje mínimo					
<b>ASPECTOS A MEJORAR</b>					



Fecha recomendada para próxima visita / /	La autoevaluación será verificada cuando se considere oportuno para comprobar la validez de lo registrado	esta evaluación se ajusta a lo real	Firma de evaluador / autoevaluador
-------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------

<b>PROCEDIMIENTO GENERAL</b>	<b>COMPRAS, EVALUACIÓN DE PROVEEDORES</b>	<b>CODIGO PG 7.4.1</b>	<b>FECHA 14/11/2005</b>	<b>REVISIÓN 00</b>	<b>PAGINA 3 DE 5</b>
------------------------------	-------------------------------------------	------------------------	-------------------------	--------------------	----------------------

<b>Autoevaluación / Visita</b>	<b>PROVEEDOR (F):</b>	<b>Producto / s:</b>	<b>Fecha :</b> / /	<b>CODIGO RG 7.4.1 - 1b</b>	<b>REVISIÓN 00</b>
Dirección :			TE :	E-mail	
<b>Cantidad de personal</b>	<b>operarios</b>	<b>Técnicos</b>	<b>Profesionales</b>		
<b>Sistema de Calidad (Items a relevar)</b>					<b>Calificación (*) MN</b>
1	Efectúa inspección de recepción ( que criterios de aceptación usa y como lo registra)				6
2	Posee inspección de proceso final (que verifica y como lo registra)				7
3	Realiza control del proceso (detalle los 3 más importantes)				7
4	Aptitud del equipamiento (describa las 5 máquinas mas importantes y detalle : antigüedad, capacidad de producción)				6
5	Verifica y conserva los equipos de medición (que registros lleva de los controles)				6
6	Se separan los artículos NO Conformes (como los identifica)				7
7	Tiene personal calificado y capacitado (años de antigüedad promedio y principales cursos realizados)				5
8	La identificación permite saber a quién pertenece el producto (como se hace)				5
9	Limpieza y orden del lugar de trabajo				5
10	Limpieza y orden de los depósitos				6
<b>TOTAL</b>					<b>MN 60</b>
Observaciones (*) Se otorgan los puntajes en una escala de 0 a 10 para cada caso siguiendo estos criterios d) Se otorga el máximo del puntaje si se cumple el ítem en un 100% e) Se otorgan puntajes intermedios (entre el MX 10 y el MN de cada ítem) en proporción al grado de cumplimiento. f) Se otorgan puntajes menores al mínimo para aquellos casos en que el cumplimiento no pueda ser demostrado fehacientemente o no este instrumentado Para que el proveedor quede como Aprobado debe tener en todos los puntos al menos el puntaje mínimo					
<b>ASPECTOS A MEJORAR</b>					
Fecha recomendada para próxima visita	La autoevaluación será verificada cuando se considere oportuno para	esta evaluación se ajusta a lo real			

<b>PROCEDIMIENTO GENERAL</b>	<b>COMPRAS, EVALUACIÓN DE PROVEEDORES</b>	<b>CODIGO PG 7.4.1</b>	<b>FECHA</b> 14/11/2005	<b>REVISIÓN</b> 00	<b>PAGINA</b> 5 DE 5
------------------------------	-------------------------------------------	------------------------	----------------------------	-----------------------	-------------------------

**Anexo 2**

Nº entregas	valor entrega Sin penalidad	Penalizaciones por servicio o embarque	Valor de entrega (-) Penalidad	Ejemplo 1: 2 entregas, 1 con penalidad (20) Embarque (75) y servicio (75) E+S= (75-20) x 2= 110 SGC = 60, Precio = 60 Suma = 110 + 60 + 60 = 230 Sigue como aprobado	Ejemplo 2: 4 entregas, 2 con penalidad (2 x 20) Embarque (75) y servicio (75) E+S= (75-40) x 2= 70 SGC = 60, Precio = 60 Suma = 70 + 60 + 60 = 190 Pasa a proveedor condicional
1	MN 75	20	55		
2	MN 75	40	35		
3	MN 75	60	15		
4	MN 75	80	0		

Evaluación Proveedor		RG 7.4.1-2	Proveedor:	TE, mail y nombre contacto	Fabricante	servicio
Nº entrega	fecha	Penalidad	observaciones			
		si		no		
				∑ de la performance semestral		
				TOTAL		
				ESTADO luego EVALUACION		
				APTO		
				CONDICIONAL		
				NO APTO		

**Anexo 3**

<b>PROVEEDORES</b>	Período		A	aprobado	NA	No Apto	CODIGO	REVISIÓN
--------------------	---------	--	---	----------	----	---------	--------	----------

SELECCIONADOS		Calificación		C	Condicional	Nw	nuevo	RG 7.4.1 - 3		00	
Proveedor		A Imp	½ Imp	Producto / s			puntaje	A	C	NA	Nw
A Imp:alto impacto ; ½ Imp:mediano impacto		Responsable de Compras				Area comercial		Fecha / /			

# Cama Lateral

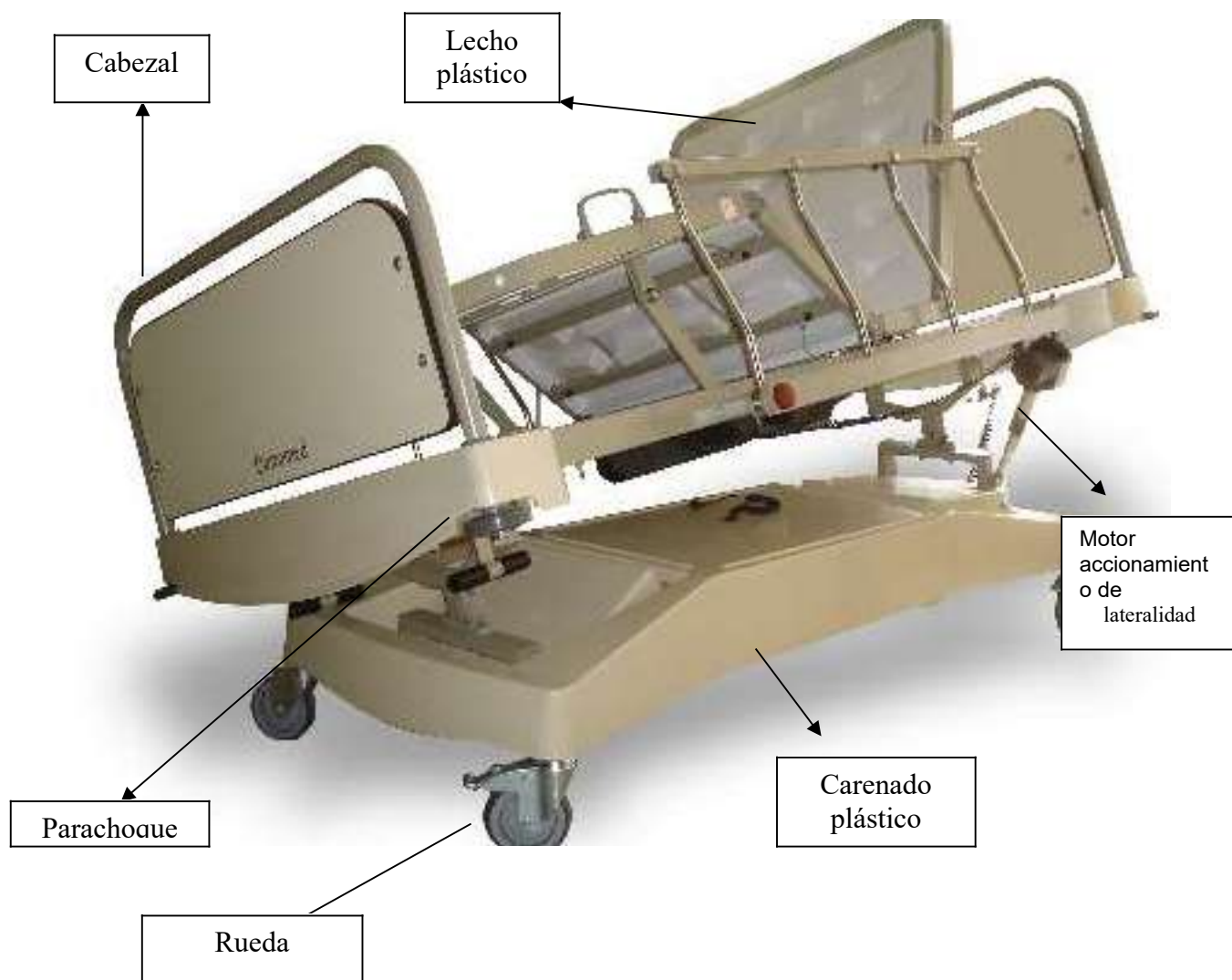


Manual de usuario

## Indice:

◆ Portada.....	1
◆ Indice.....	2
◆ Indicaciones generales.....	3
◆ Simbología utilizada.....	4
◆ Características técnicas.....	5
◆ Instrucciones de uso.....	6
◆ Recomendaciones.....	7

Indicaciones generales

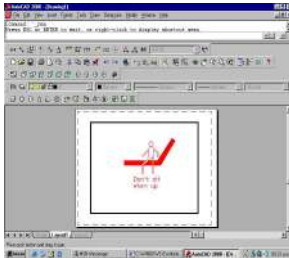


Simbología utilizada:



Para el buen uso de la cama, el propietario deberá conocer y respetar bien las etiquetas y símbolos colocados en la misma.

Estas son las siguientes:



Nuestra cama no se encuentra diseñada para soportar eventuales cargas en sus extremos, cuando estos se encuentran en la posición más alta, por lo cual se recomienda no sentarse en esas zonas, además evitar todo tipo de cargas dinámicas.



Esta simbología se encuentra en las barandas y justamente el accionamiento de las mismas se genera apretando dicho botón

Esta etiqueta se encuentra alojada en la instalación eléctrica de la cama y pretende sugerir que un posible contacto con un motor o cable puede generar una descarga eléctrica .



**Quiro-med**

Sólo usar colchones impermeables  
Only use waterproof mattresses

Quiro-med recomienda sólo la utilización de colchones impermeables con la cama, ya que estos preservan la integridad de la misma

Características técnicas:

Medidas de lecho	85 cms x 194 cms	
Extensión de piecera	25 cms	
Lecho extendido	219 cms	
Ancho externo	104 cms (con parachoques)	
Largo externo	210 cms (con parachoques)	
Altura del lecho al piso		
	Mínima	58 cms (con ruedas de 150 mm)
	Máxima	86 cms (con ruedas de 150 mm)
Trendelemburg	12°	
Reverso de trendelemburg	12°	
Respaldar	70°	
Piernas	48° con articulación de rodillas	
Inclinación lateral a izquierda	14°	
Inclinación lateral a derecha	14°	
Peso máximo del paciente	226.8 Kgs (500 lbs)	
Peso máximo del paciente recomendado	170 Kgs (375 lbs)	
Despegue del piso	19 cms con ruedas de 150 mm	
Embalaje	114 x 221 x 76 cms	
Requerimiento eléctrico	110/220 VCA 50/60 Hz	
Motores y actuadores	24 V blindados	

### Funciones realizables:

- ◆ ***Elevación de piernas***
- ◆ ***Elevación de respaldar***
- ◆ ***Elevación de altura***
- ◆ ***Trendelemburg***
- ◆ ***Reverso de trendelemburg***
- ◆ ***Inclinación lateral***

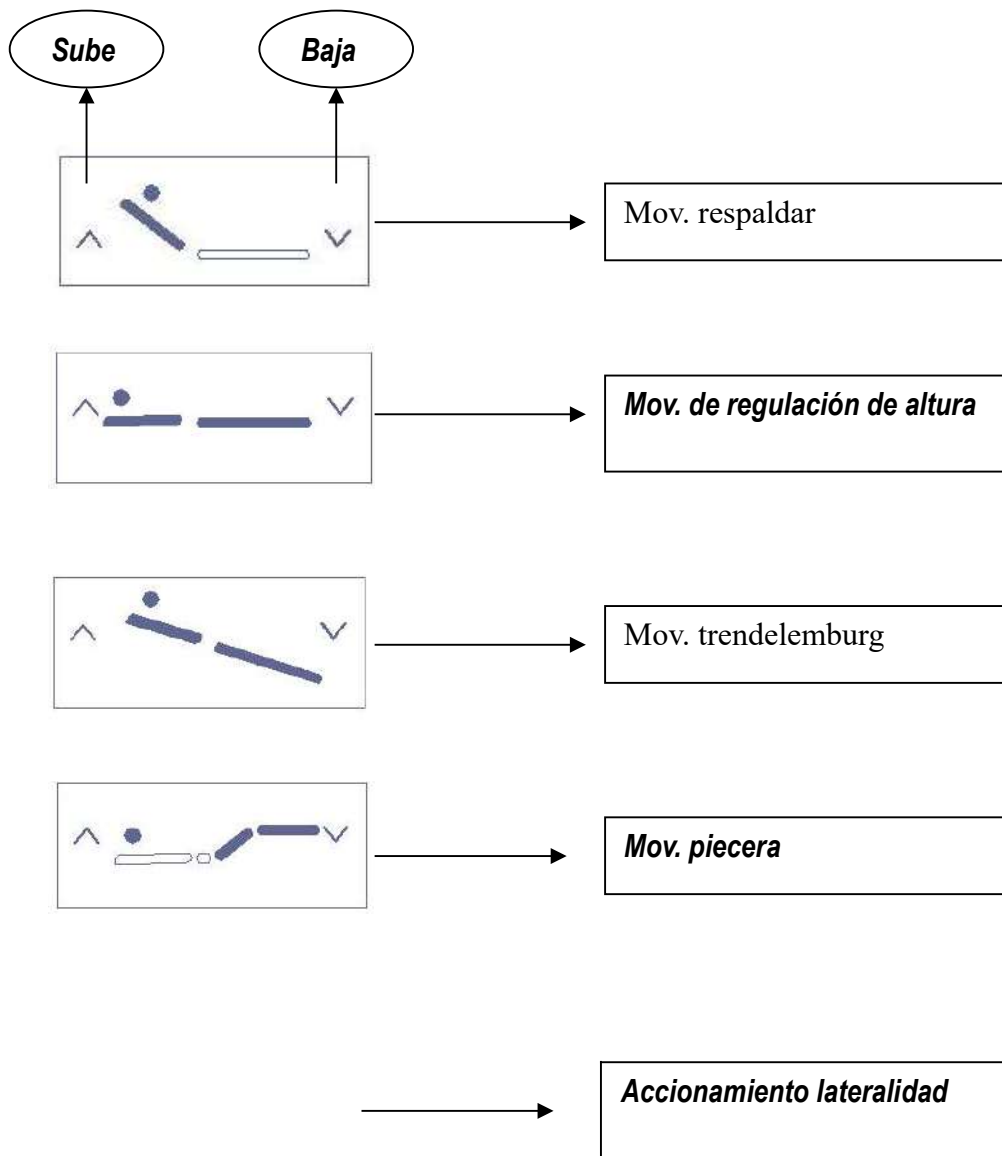
### Instrucciones de uso:

1. Para desembalar la cama, sacar sólo una tapa de la caja y luego desactivar los frenos de la cama así esta podrá rodar libremente.
2. Colocar los cabezales en los bujes plásticos que se ubican en las punteras de la cama.



3. Una vez realizado lo anterior, conectar el transformador en cualquier toma corriente con 220 v de alterna y frecuencia de 50 Hz.
4. Antes de utilizar la cama tener en cuenta las recomendaciones mencionadas en este manual.
5. Para accionar las funciones de la cama utilizar el control provisto teniendo en cuenta lo siguiente:

El control consta de los botones de accionamiento que se describen en breve:



Recomendaciones:

- ◆ **Leer el manual antes de su utilización.**
- ◆ No sentarse sobre los extremos del lecho cuando este articulado.
- ◆ No afirmarse sobre la piecera, evitando empujar con los pies la misma.
- ◆ No mover la cama desde el cabezal ó piecera.
- ◆ Antes de mover la cama, verificar que las ruedas no estén frenadas.

- ◆ Para la limpieza de la cama, retirar los lechos plásticos y lavarlos, luego dejar secar para ubicarlos nuevamente en la cama.

## **Conclusión**

Básicamente se cumplieron con los objetivos de este proyecto en su gran parte ya que se pudo fabricar un prototipo que cumplió con todos los datos de entrada que se debían tener en cuenta en el producto final.

Se logro comprobar que todas las partes de la cama original que se encuentran sometidas a esfuerzos críticos están debidamente dimensionadas y las piezas involucradas en el nuevo diseño se han dimensionado con un amplio factor de seguridad por lo que se espera que la cama no falle bajo ningún tipo de condición.

Por lo tanto se generó un nuevo producto de fabricación nacional en el rubro hospitalario que tranquilamente puede competir con un mismo producto importado brindando una excelente calidad e imagen.

Por último se debe aclarar que en el transcurso de la última etapa de este trabajo surgió una licitación para el PNUD de la ciudad de La Plata, en la que se estaban licitando la cantidad de 22 camas que cumplieran con las funciones de la cama diseñada en este proyecto, por lo cual la empresa se presentó y solamente compitió con el producto de la empresa Hill room (empresa Estado unidense) , siendo adjudicada esta licitación a nuestra empresa, única oferente de nuestro país.

Actualmente se encuentran en producción las 22 cama hospitalarias con lateralidad .

Sebastián García













