



Universidad de Valladolid

ESTUDIO Y REDISEÑO DE UNA MÁQUINA BIOSALUDABLE

GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y
DESARROLLO DEL PRODUCTO

Autor:

Ignacio Arceo Cortezón

Tutor:

Roberto Mostaza Fernández

JULIO 2017



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**





Contenido

| | |
|--|----------|
| A. MEMORIA | 1 |
| 1. RESUMEN | 7 |
| 2. PALABRAS CLAVE..... | 7 |
| 3. INTRODUCCIÓN | 7 |
| 3.1. DEFINICIÓN | 7 |
| 3.2. HISTORIA | 8 |
| 3.3. TIPOS DE PARQUE BIOSALUDABLE | 9 |
| 4. OBJETO DE ESTUDIO..... | 15 |
| 5. OBJETIVOS DEL PROYECTO | 18 |
| 6. LUGAR INSTALACIÓN MÁQUINA BIOSALUDABLE..... | 20 |
| 7. ESTUDIO CINEMÁTICO DEL MECANISMO..... | 25 |
| 7.1. DESCRIPCIÓN DEL MECANISMO | 25 |
| 7.2. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS..... | 30 |
| 7.3. CONDICIONES DEL MECANISMO | 31 |
| 7.4. CÁLCULOS ANTROPOMÉTRICOS | 35 |
| 7.5. CONCEPTOS PREVIOS AL ESTUDIO | 41 |
| 7.6. ESTUDIO CINEMÁTICO..... | 45 |
| 7.6.1. POSICIÓN DE PARTIDA..... | 45 |
| 7.6.2. SUBIR PUNTO UNIÓN ENTRE LA BANCADA Y LA BARRA DOS 51 | |
| 7.6.3. ACORTAR BANCADA..... | 55 |
| 7.6.4. DISMINUCIÓN LONGITUD BARRAS PARALELAS..... | 58 |
| 7.6.5. ACERCAR PUNTO UNIÓN ENTRE BARRAS 3-4 AL ASIENTO . | 61 |
| 7.6.6. AUMENTAR LONGITUD BARRA DOS | 64 |
| 7.6.7. SUBIR ALTURA BARRAS PARALELAS HACIA EL ASIENTO | 68 |
| 7.7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS | 72 |
| 7.8. MECANISMO A UTILIZAR..... | 72 |
| 7.8.1. CAMBIO ÁNGULO DE APLICACIÓN DE LA FUERZA | 81 |
| 8. MODELADO EN SW | 87 |
| 8.1. MATERIAL | 87 |
| 8.2. UNIONES ENTRE ESLABONES | 91 |



| | | |
|-----------|---|------------|
| 8.3. | DISEÑO DEL AGARRADERO DEL MECANISMO | 95 |
| 8.4. | SOLUCIÓN AL BLOQUEO ENTRE LAS BARRAS 1-2..... | 97 |
| 8.5. | LÍMITES DE ACCIONAMIENTO DEL MECANISMO | 99 |
| 8.6. | CIMENTOS BANCADA | 102 |
| 8.7. | CÁLCULO ELEMENTOS UNIÓN..... | 104 |
| 8.7.1. | DEFINICIÓN ELEMENTOS UNIÓN NORMALIZADOS..... | 104 |
| 8.7.2. | ELECCIÓN DE LAS TUERCAS A EMPLEAR | 105 |
| 8.7.3. | ELECCIÓN DE LAS ARANDELAS A EMPLEAR..... | 106 |
| 8.7.4. | ELECCIÓN DE LOS PERNOS A UTILIZAR | 106 |
| 8.7.5. | ELECCIÓN DEL RODAMIENTO A UTILIZAR..... | 110 |
| 8.8. | TAPONES PARA PERNOS Y TUERCAS..... | 115 |
| 8.9. | PROBLEMAS EN EL DISEÑO..... | 117 |
| 9. | PROCESOS INDUSTRIALES Y MÁQUINAS A EMPLEAR | 123 |
| 9.1. | SOLDADURA TIG | 123 |
| 9.2. | SIERRA METAL | 125 |
| 9.3. | CURVADORA DE PERFILES | 126 |
| 9.4. | FRESADORA CNC | 127 |
| 9.5. | TALADRO | 128 |
| 9.6. | MÁQUINA DE PINTAR CON PISTOLA | 129 |
| 10. | NORMATIVA | 130 |
| 10.1. | DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN..... | 130 |
| 10.2. | NORMATIVA APARATOS DE ENTRENAMIENTO FIJO..... | 132 |
| 10.3. | NORMATIVA EQUIPAMIENTOS DEPORTIVOS AL AIRE LIBRE | 134 |
| 10.4. | NORMATIVA EQUIPAMIENTOS DE GIMNASIA INSTALADOS AL AIRE LIBRE | 134 |
| B. | ESTUDIO DE SEGURIDAD | 136 |
| 11. | ESTUDIO DE SEGURIDAD | 137 |
| 11.1. | CLASIFICACIÓN DE RIESGOS PYME | 138 |
| 11.1.1. | CONDICIONES DE SEGURIDAD | 139 |
| 11.1.2. | CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES | 145 |
| 11.1.3. | CONDICIONES DE FATIGA | 151 |
| 11.2. | EVALUACIÓN DE RIESGOS..... | 154 |
| 11.2.1. | CONDICIONES DE SEGURIDAD | 154 |



| | | |
|--|---|------------|
| 11.2.2. | CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES | 156 |
| 11.2.3. | CONDICIONES DE FATIGA | 157 |
| 11.3. | ASPECTOS DE MEJORA..... | 158 |
| <u>C. PRESUPUESTO INDUSTRIAL</u> | | <u>158</u> |
| 12. | PRESUPUESTO INDUSTRIAL..... | 161 |
| 12.1. | COSTO DE MATERIALES..... | 161 |
| 12.2. | MANO DE OBRA DIRECTA | 162 |
| 12.2.1. | DÍAS REALES DE TRABAJO EN 2017..... | 162 |
| 12.2.2. | HORAS EFECTIVAS AL AÑO..... | 162 |
| 12.2.3. | HORAS EFECTIVAS AL DÍA | 162 |
| 12.2.4. | SALARIO POR DÍA | 163 |
| 12.3. | PUESTO DE TRABAJO..... | 163 |
| 12.4. | PRESUPUESTO INDUSTRIAL FINAL | 165 |
| <u>D. PLIEGO DE CONDICIONES</u> | | <u>164</u> |
| 13. | PLIEGO DE CONDICIONES | 167 |
| 13.1. | CONDICIONES GENERALES..... | 167 |
| 13.1.1. | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 167 |
| 13.1.2. | OBJETIVOS Y CLÁUSULAS GENERALES..... | 167 |
| 13.2. | CONDICIONES DE CARÁCTER FACULTATIVO | 168 |
| 13.2.1. | CONTRATO | 168 |
| 13.2.2. | SUBCONTRATISTA..... | 169 |
| 13.2.3. | REGLAMENTOS Y NORMAS..... | 169 |
| 13.3. | CONDICIONES DE CARÁCTER ECONÓMICO..... | 170 |
| 13.3.1. | COMPROMISO DEL PROMOTOR | 170 |
| 13.3.2. | EMPRESA AUXILIAR..... | 171 |
| 13.3.3. | EMPRESA SUMINISTRADORA | 172 |
| 13.3.4. | EMPRESA DE MONTAJE..... | 173 |
| 13.4. | MATERIALES | 174 |
| 13.5. | NORMATIVA..... | 175 |
| 13.6. | EJECUCIÓN DE PRODUCTO..... | 176 |
| 13.6.1. | MONTAJE | 176 |
| 13.6.2. | CUALIFICACIÓN DE LA MANO DE OBRA | 176 |
| 13.6.3. | CALIDAD..... | 177 |



| | |
|-----------------------------------|-----|
| 13.6.4. PRECAUCIONES..... | 177 |
| 13.6.5. REGLAMENTO APLICABLE..... | 177 |
| 13.7. GARANTÍA..... | 181 |
| 14. CONCLUSIONES | 182 |
| <u>E. BIBLIOGRAFÍA</u> | 182 |
| 15. BIBLIOGRAFÍA..... | 184 |
| 15.1. PÁGINAS WEB..... | 184 |
| 15.2. LIBROS Y ARTÍCULOS..... | 184 |
| <u>F. ANEXOS</u> | 183 |
| 16. ANEXOS..... | 186 |
| <u>G. PLANOS</u> | 184 |
| 17. PLANOS..... | 188 |



A. MEMORIA DESCRIPTIVA

1. RESUMEN

El presente proyecto tiene como fin el estudio y futuro rediseño de una máquina biosaludable, en concreto, el ascensor. Para la realización de estas etapas del proyecto será necesario realizar multitud de pruebas en *Working Model* para visualizar los cambios que aportan al mecanismo la posición de sus barras. En la fase de rediseño se procederá a realizar su modelado en *SolidWorks*, afrontando los cálculos necesarios para sus elementos normalizados y solucionando los problemas que una vez realizado el mecanismo en 3D se puedan visualizar. Se aportarán unas claves a tener en cuenta en su fabricación, y además, el proyecto incluirá diversos anexos que expondrán documentos claves para la realización del mismo, como son el pliego de condiciones, el estudio de seguridad, los planos o el presupuesto.

2. PALABRAS CLAVE

Máquina biosaludable, mecanismo, modelado, cálculos y estudio.

3. INTRODUCCIÓN

A continuación se procede a realizar una breve introducción al proyecto que se va a desarrollar.

3.1. DEFINICIÓN



Los “parques biosaludables” son espacios acondicionados para la práctica de gimnasia. Dichos espacios están diseñados para el ejercicio físico de adultos a partir de 40 años y especialmente recomendados para mayores de 60 años, porque les ayuda a mejorar la movilidad, aumentar la flexibilidad y tonificar la musculación de cuerpo entero. Estos parques están compuestos por varias unidades de equipos de gimnasia, que entre otras características permiten mantener la forma física del usuario y prevenir o tratar diferentes dolencias o lesiones que pueda padecer dicho usuario.

3.2. HISTORIA

En la actualidad es cada vez mayor el número de espacios preparados para que los mayores puedan realizar el ejercicio físico necesario para mantener su calidad de vida, estos espacios son los parques biosaludables. Estos parques están compuestos por diferentes aparatos de gimnasia que ayude a los mayores en dos destacadas vertientes como es concienciarlos de realizar ejercicio que les aporte un plus de vida sana y además, supone una alternativa de ocio entre ellos.

Los circuitos biosaludables tienen su origen en China, país destacado en cuanto a cuidado y respeto de sus mayores se refiera, el ejercicio como parte fundamental en la vida de las personas y la búsqueda del bienestar a través de medicina tradicional y las artes marciales como el Thai Chi.

La cantidad de parques en nuestro país que disponen de circuitos biosaludables se ha incrementado de una forma exponencial en los últimos años, desde la primera iniciativa que se puso en marcha en España en Mayo de 2007, liderada por la Asociación Española de Fabricantes de Mobiliario Urbano y Parques Infantiles (AFAMOUR) en colaboración con la Federación Española de Empresarios e Industriales del Mueble (FEDERMUEBLE).

Estos parques están destinados a un notable segmento de la sociedad española, ya que más de 7 millones de habitantes superan los 65 años, lo que supone un 17% del total de la población. Además, se produce un aumento de esperanza de vida, hasta los 82 años en mujeres y 75 años para los hombres. Según un estudio



publicado en la revista científica *Experimental Gerontology*, los ancianos españoles, junto con los de Italia, Holanda, Suecia, Finlandia e Israel, son los más longevos.

Pero además de vivir más, lo importante es hacerlo con la máxima calidad de vida y el ejercicio físico juega un papel fundamental. Los aparatos los circuitos biosaludables han sido diseñados para cubrir unas determinadas necesidades y poder retrasar la aparición de los efectos del envejecimiento en la tercera edad.

Con el uso correcto y adecuado de los circuitos biosaludables se consigue:

- Aumentar y mantener la movilidad articular
- Mejorar la fuerza muscular
- Mejorar la coordinación
- Mejorar la función respiratoria, cardiovascular y digestiva, así como las funciones cognitiva, sensorial y motriz del cerebro.

3.3. TIPOS DE PARQUE BIOSALUDABLE

Las máquinas que podemos encontrar en los anteriormente descritos parques saludables se catalogan en tres grandes grupos principalmente. Dichos grupos son los siguientes:

- Máquinas de calentamiento: en este grupo se encuentran las máquinas destinadas a la preparación de organismo de cara a los esfuerzos físicos que vaya a tener que soportar. Destacan tres equipos en esta sección:
 - Volante: su función es potenciar, desarrollar y mejorar la musculatura de los hombros en primer plano. Además, proporciona un aumento de la flexibilidad general de las articulaciones de hombros, muñecas, codos y clavículas.



1.Volante-casalista.com

- La cintura: destinada para ejercitar la cintura y ayudar a relajar los diferentes grupos de músculos que conforman la cintura y la espalda, además de reforzar la agilidad y la flexibilidad de la zona lumbar.



2.Cintura-casalista.com

- El timón: este aparato refuerza la musculatura del tren superior y ayuda a ejercitar la flexibilidad y agilidad de las articulaciones del hombro. Ésta característica proporciona a esta máquina un carácter ideal para las rehabilitaciones relacionadas con la movilidad del hombro.



3.Timón-casalista.com

- Máquinas de coordinación de movimientos: en este grupo se sitúan las máquinas destinadas a mejorar la capacidad que tienen los músculos del cuerpo de sincronizarse bajo parámetros de trayectoria y movimiento. Se distinguen cuatro equipos distintos en este grupo:
 - o Esquí de fondo: destinado a mejorar la movilidad de los miembros superiores e inferiores e incrementar la flexibilidad de las articulaciones.



4.EsquíDeFondo-casalista.com

- o Patines: esta máquina ayuda a desarrollar la movilidad de los miembros inferiores, aportando de esta manera coordinación al cuerpo y equilibrio. Además, es capaz de ayudar a aumentar la capacidad cardíaca y pulmonar musculando piernas y glúteos.



5.Patines-casalista.com

- Surf: su función es amplificar la musculatura de la cintura, a la par que mejora la flexibilidad y coordinación del cuerpo. Además, ejercita la columna y la cadera.



6.Surf-casalista.com

- Las barras: destinadas únicamente para el estiramiento de extremidades.



7.LasBarras-casalista.com



- Máquinas de ejercicios: en este grupo se sitúan las máquinas dedicadas a la realización de ejercicio y activación muscular en su mayor medida. En este grupo encontramos tres tipos de máquinas que son:
 - El ascensor: este aparato desarrolla el tren superior, pectoral y espalda, mejorando la capacidad cardio-pulmonar del usuario que lo realice.



8.Ascensor-casalista.com

- El pony: es un equipo muy completo que además de mejorar la capacidad cardio-pulmonar, activa y tonifica la musculatura de los brazos, piernas, abdominal y pecho entre otros.



9.ElPony-casalista.com

- El columpio: su cometido es desarrollar y reforzar la musculatura del tren inferior, pierna y abdominales.



10.ElColumpio-casalista.com

- Máquinas de relajación: su cometido se basa principalmente en relajar los grupos de músculos a los que vaya dirigido cada aparato de este grupo.
 - o El masaje: su función es relajar la tensión muscular de cadena y espalda y mejorar la circulación y el sistema nervioso, a causa de tranquilizar los grupos musculares que masajea.



11.ElMasaje-casalista.com



4. OBJETO DE ESTUDIO

Este proyecto se va a focalizar en una máquina biosaludable en particular, esta máquina será el ascensor, dicha máquina acaba de ser situada en el subgrupo de máquinas de ejercicio dentro del grupo principal de máquinas biosaludables.



12.Ascensor-irolandspain.com

Este tipo de máquina biosaludable en particular, el ascensor denominado vulgarmente, se compone de un mecanismo que es posible accionar por medio de una palanca que el usuario atrae hacia sí mismo, manteniendo una relación entre el grado de giro de la palanca y el desplazamiento, en su mayor parte vertical del usuario.

Como se ha descrito anteriormente su principal función es la de fortalecer los músculos de brazos y espalda, teniendo también la capacidad de mejorar las funciones pulmonares y de corazón del usuario que se ejercite con dicha máquina biosaludable.

Las normas de utilización de este tipo de máquina son simples, se muestran por orden a continuación:

- Sentarse de espaldas al aparato sujetando las agarraderas.
- Tirar hacia abajo manteniendo la espalda recta, para prevenir posibles lesiones y optimizar al máximo el ejercicio.
- Volver lentamente a su posición inicial.
- Repetir el ejercicio las veces que encuentre convenientes el usuario.

Este tipo de máquina se puede encontrar en los parques biosaludables en forma simple o aprovechando el pilar central o bancada, instalar otra máquina a 180° de la primera, dándose las dos la espalda respectivamente, está es una forma de optimizar espacio y materiales.



13.Ascensor-indalchess.com

Este tipo de máquinas requiere un costo de fabricación relativamente bajo, pues los materiales, las geometrías de los mismos y las calidades que se emplean son simples. Este hecho desemboca en un relativamente bajo costo de fabricación que desemboca en la posibilidad de que cualquier ayuntamiento de cualquier pequeño municipio del país pueda permitirse la compra e instalación de uno o de varios de estos aparatos de ejercicio para sus ciudadanos.

Además, el costo de mantenimiento de este tipo de máquinas es prácticamente nulo, pues no requieren apenas ninguna revisión, los elementos que se instalan junto a la máquina suele estar con ella toda la vida útil de la misma. Reduciéndose el mantenimiento de la misma a una suave limpieza que pueda desempeñar el ayuntamiento frente a suciedades localizadas y fácilmente retirables.

Esto quiere decir que los elementos que se emplean en las uniones de la máquina, no requieren de vigilancia, ya que no es necesario engrasar dichas uniones o repararlas a menos que se hayan visto sorprendidas por una rotura de las mismas, causa de un mal uso de la máquina o de un fallo en la fase de diseño de la misma, como haya podido ser un fallo en las fuerzas que tengan que soportar en condiciones normales dichas uniones.

La instalación de este tipo de máquinas por las diferentes razones que se han descrito es cada vez más común en nuestra sociedad, este hecho abre la puerta a la



posibilidad de la realización de ejercicio gratuito para cualquier persona, aunque este tipo de máquinas biosaludables están especialmente recomendadas para la tercera edad, pues les facilita la posibilidad de realizar el ejercicio necesario para ayudarles en el día a día de estas personas.



5. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Este proyecto va destinado a la realización de un rediseño de la máquina biosaludable que se ha seleccionado y que ya se ha definido anteriormente, es decir, el ascensor.

El tipo de máquina seleccionada alrededor de la cual se va a desarrollar todo el proyecto posee una serie de características mecánicas destacables, pues debido a la forma de conexión entre las barras, es posible reducir la fuerza a realizar por el usuario para levantar su propio peso de una manera sumamente controlada, es decir, en relación a las longitudes y posiciones entre las barras que componen el mecanismo es posible controlar esta relación de fuerzas entre la que aporte el usuario y la que realiza él mismo con su propio peso gracias a la acción de la gravedad.

Las etapas a realizar en este proyecto que se va a llevar a cabo son varias que ahora se van a proceder a definir.

Una primera etapa constará de un estudio cinemático en el programa *Working Model*, el cual realiza simulaciones del mecanismo que se diseñe en relación a las fuerzas que afecten al mismo, es decir, es posible contemplar el comportamiento del mecanismo frente a las diferentes fuerzas a las que se le someta.

Es esta etapa se jugará con los aspectos del mecanismo anteriormente señalados, a fin de controlar la geometría del mecanismo y la relación de fuerzas que se definía anteriormente entre la ejercida por el usuario para accionar el mecanismo y la que ejerce él mismo como consecuencia de su peso.

De esta manera, se irán modificando diferentes parámetros de la geometría del mecanismo a fin de optimizarlo, y conseguir la relación de fuerzas que se desee tener en el propio mecanismo.

Una vez obtenido el mecanismo que finalmente se va a utilizar para el rediseño de la máquina, se procederá a realizar el diseño en 3D, gracias al programa *SolidWorks*, el cual permite generar piezas en tres dimensiones y unirlos a fin de si en cálculos constructivos surgen problemas de diseño, además de poseer un módulo de generación de planos, que facilitará la realización de los mismos.



Además, como consecuencia de esta simulación en tres dimensiones del mecanismo, será necesario el cálculo de los elementos normalizados de unión entre las barras que se desean emplear a fin de mantener entre ellas las restricciones que se desee.

Gracias a esta simulación será posible observar los primeros problemas que surjan por defectos de la generación del mecanismo a causa de la recreación del mismo en tres dimensiones a partir de las dos dimensiones de partida que se logran tener en *Working Model*.

Esta parte del proyecto, también contendrá la información suficiente para la correcta fabricación de la máquina, indicando en este apartado todos los elementos normalizados necesarios para construir las uniones, los materiales utilizados para la fabricación de todos los elementos del mecanismo y los procesos a llevar a cabo para realizar las uniones entre piezas y el montaje en sí de la máquina biosaludable.

Además, se incluirán a modo de anexos diferentes estudios que aportan suma información relevante al diseño de la máquina biosaludables. Estos estudios que llevarán a cabo son los denominados estudios de seguridad, que juzgará la seguridad que tenga el usuario a la hora de utilizar la máquina, el estudio económico, el cual dará un cálculo aproximado de costes que supondría la fabricación de la máquina biosaludable, un pliego de condiciones, que establezca las premisas a tener en cuenta a la hora de realizar la máquina y su futura instalación y un anexo más para todos los planos que definan por completo la máquina y cada uno de los elementos que la componen.



6. LUGAR INSTALACIÓN MÁQUINA BIOSALUDABLE

La máquina biosaludable será instalada en Valladolid, capital autonómica de Castilla y León, cuyo porcentaje de gente mayor a 60 años asciende hasta un 23,57% del total de la población de la localidad, este grupo de personas en principio sería el grueso de mercado al que iría destinado la utilización de este tipo de máquinas de ejercicio. No obstante, hay otro gran grupo de la población al que iría destinado este clase de máquinas, dicho grupo comprende las edades que se dan en el intervalo de 40-60 años que corresponde con el 28,7% de la población de la localidad, dicho grupo, por carácter general, se corresponde con un grupo de frecuencia de actividad, en lo que a deporte se refiere, baja, pues este grupo suele estar demasiado ocupado con otros ámbitos de la vida, como bien son los hijos, el trabajo u otros, para apuntarse a un gimnasio a realizar el suficiente ejercicio que requieren.

Luego tras este primer estudio de mercado, se obtienen unos porcentajes del usuario medio que utilizaría este tipo de máquinas de aproximadamente el 52,27% de la población total de Valladolid. Un porcentaje, en principio, lo suficientemente elevado para que el ayuntamiento de Valladolid decida la implantación de este tipo de máquinas biosaludables para su ejercicio.

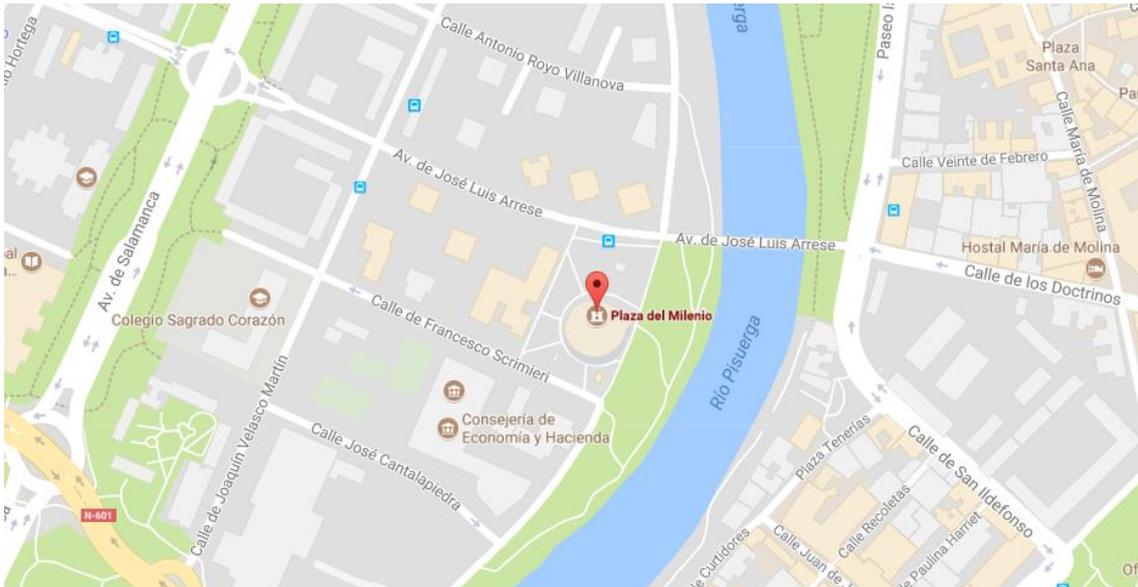
La ubicación seleccionada para la instalación de la máquina biosaludable quedaría predeterminada en este proyecto, y esta zona predeterminada sería el parque infantil que se encuentra situado junto a la Cúpula del Milenio de Valladolid. Dicho parque está aumentando el número de máquinas biosaludables que faciliten a los usuarios la actividad del ejercicio en esa zona.



14.PlazaDelMilenio-GoogleMaps

Dicha zona posee además de una plaza con una cúpula, que actúa de reclamo para muchas personas que visitan la ciudad, la existencia de un carril bici que la cruza y el parque junto al río. Todos estos recursos que posee la plaza la convierten en un sitio de paso muy frecuente por la población que habita la ciudad. Además dicha plaza organiza habitualmente ferias o exposiciones que atraen a un mayor número de personas en relación a otras zonas de la ciudad.

Para comprender más la plaza y su elemento destacado, la Cúpula del Milenio, se procede a relatar un breve resumen que explica de donde procede dicha cúpula. La Cúpula del Milenio que da nombre a la Plaza del Milenio, fue traída desde la Expo de Zaragoza del año 2008, donde formó parte como el Pabellón SED. Dicha cúpula fue reubicada en Valladolid, la cual se abrió al público en mayo de 2011. Además, dicha cúpula, forma parte de un proyecto piloto en España con el que experimenta un nuevo modelo de ciudad que combate el cambio climático. La Cúpula del Milenio tiene una superficie de casi 1.700 metros cuadrados, mientras que el aforo previsto se establece en 1.250 personas sentadas o 2.500 de pie. También dispone de un aparcamiento subterráneo para 402 vehículos.



15. Ubicación Plaza Del Milenio-GoogleMaps

En lo referente a la información que define la ciudad de Valladolid, se puede definir como un municipio de 197,91 km² situado en el cuadrante noroeste de la Península Ibérica. Además, es la capital de la provincia homónima y de la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

En este municipio reside una población de 309.714 habitantes según el padrón de 2015, esto promedia una densidad de 1.564,92 hab./km², siendo el 13^{er} municipio más poblado de España y 1^{ro} de la zona noroeste.

En esta población se pueden encontrar numerosas zonas de atractivo turístico y de ocio. Además se su patrimonio monumental, alberga uno de los festivales cinematográficos más representativos a nivel internacional: la *Seminci*.

La localidad se encuentra bien comunicada con el resto de zonas de la Península Ibérica, puesto que cuenta con numerosos servicios, tales como, servicio de ferrocarril, servicio de autobuses o incluso aeropuerto. Sin embargo, el principal atractivo en cuanto a transportes se refiera es el AVE, que permite el traslado desde este municipio a la capital del país en apenas una hora de viaje.

El término municipal de Valladolid está situado en el centro de la meseta septentrional, en la zona noroeste de la Península Ibérica. Está situado en el centro de la Meseta Norte, división de la Meseta Central, por lo que presenta un paisaje típicamente llano y con escasa vegetación sino artificial en su mayoría. El relieve vallisoletano lo conforma una llanura interrumpida por pequeñas series de colinas



que originan un paisaje montañoso de cerros testigos como el de San Cristóbal a unos 843m de altura, dicho cerro se encuentra situado a pocos kilómetros de la capital. Las coordenadas de la ciudad son 41° 38' N 4° 43' O y la altura media de la población sobre el nivel del mar es de 698 metros de altura.

En lo referido a la climatología, Valladolid presenta un clima típico de la meseta norte castellana, con temperaturas extremas en invierno, tomando protagonismo en esta época del año a las continuas nieblas espesas que se dan en toda la provincia vallisoletana, y considerablemente elevadas en verano. Las precipitaciones son escasas a lo largo de todo el año.

Los centros de asistencia respecto a la ubicación elegida para emplazar la máquina biosaludable se encuentran a una distancia máxima de

- Hospitales:
 - Hospital Campo Grande – 1,5km
(Plaza de Colón s/n, 47006 Valladolid)
 - Hospital Clínico Universitario – 2,5km
(Avda. Ramón y Cajal 3, 47003 Valladolid)
 - Hospital Universitario Río Hortega – 4,9km
(Calle Dulzaina 2, 47012 Valladolid)
 - Hospital Felipe II – 1,9km
(Calle Felipe II 9, 47003 Valladolid)
 - Hospital Sagrado Corazón de Jesús – 3km
(Calle Fidel Recio 1, 47002 Valladolid)
- Centros de Salud:
 - Centro de Salud Pilarica Circular – 3,3km
(Calle Doctor Montero 2ªA, 47005 Valladolid)
 - Centro de Salud San Pablo – 1,6km
(Calle del Cardenal Torquemada 1, 47001 Valladolid)
 - Centro de Salud Canterac – 3,3km
(Avenida Segovia 23, 47013 Valladolid)
 - Centro de Salud Plaza del Ejército – 2,5km
(Calle Hípica s/n, 47007 Valladolid)
 - Centro de Salud Barrio España – 5km
(Calle de la Costa Brava 4, 47010 Valladolid)



- Centro de Salud Huerta del Rey – 0,85km
(Calle del Rastrojo 11, 47014 Valladolid)

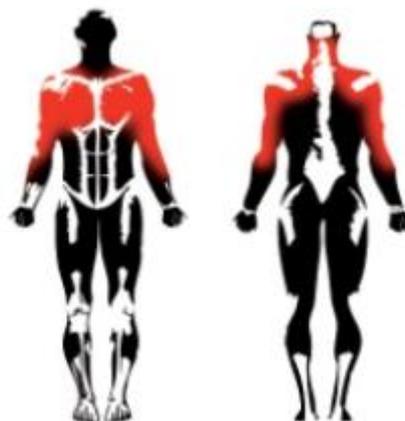
7. ESTUDIO CINEMÁTICO DEL MECANISMO

7.1. DESCRIPCIÓN DEL MECANISMO



16.Ascensor-urbijuegos.com

Una de las máquinas biosaludables más extendidas en los parques biosaludables de España es la comúnmente denominada “ascensor”, ésta máquina como ya hemos mencionado anteriormente proporciona un desarrollo de la musculatura superior, pecho, hombros y espalda. Sin duda, es una de las máquinas con mayor grupo de músculos implicados en su ejercicio. Además, es especialmente recomendable para personas mayores que necesiten aumentar su flexibilidad y agilidad en las articulaciones de hombro y codo. En la imagen que se muestra a continuación se pueden observar los grupos de músculos más solicitados a la hora de utilizar esta máquina.



17.MúsculosQueTrabaja-concellodebecerrea.com



Según la página web *ventamobiliariourbano.com* este aparato biosaludable en particular tiene un precio al público de 1.304,38€/ud. En cada unidad de este aparato en particular se disponen dos máquinas elevadores individuales, unidas únicamente por el eje central común a ambas.

El accionamiento o forma de uso de esta máquina biosaludable es simple, el usuario debe ubicarse sentado mirando hacia la parte sin eje de la máquina. Agarrar los extremos que sobresalen por encima de él con ambas manos y empujar dichos extremos intentando acercarlos al tronco del usuario. De esta manera, y gracias a la unión de las barras que lo componen, a medida que el usuario acerca dichos agarres hacia si mismo, el mismo usuario se elevará progresivamente siempre siguiendo trayectorias predeterminadas. De la misma manera, una vez que el usuario haya alcanzado la máxima altura, comenzará el movimiento en sentido invertido, es decir, tendrá que ir alejando los agarres a la par que va disminuyendo su altura con el asiento.

El hecho de que las barras que componen el mecanismo sigan siempre las mismas trayectorias a lo largo de su recorrido con un movimiento recíproco o alternativo no es casualidad. El movimiento que realiza el mecanismo es recíproco o alternativo porque los puntos que componen las barras recorren siempre la misma trayectoria, incluso cuando se invierte el movimiento, es decir, en la fase de bajada. Este hecho explica porque el movimiento del mecanismo es recíproco, pero no el porque los puntos del mismo realizan siempre las mismas trayectorias.

Para poder explicar esto, es necesario introducir el término de cadena cinemática desmodrómica. Por cadena cinemática desmodrómica se entiende como la agrupación de varios eslabones unidos por medio de pares cinemáticos que posibilita el movimiento relativo determinado entre sus eslabones. O lo que es lo mismo, si un eslabon de mantiene fijo y otro se mueve, todos los puntos de los restantes eslabones se moverán siempre siguiendo la misma trayectoria , independientemente del número de veces que se repita el ejercicio, es decir, el mecanismo tiene un único grado de libertad.

Por grado de libertad se entiende el número de parámetros de entrada independientes que son necesarios conocer para llevar al mecanismo a una posición en particular. Para calcular los grados de libertad que tiene este mecanismo es necesario calcular el índice de movilidad del mismo. Entiendo el índice de movilidad



como un parámetro íntimamente ligado al de grado de libertad, aunque no siempre sea así.

Calculamos el índice de movilidad que verifique todo lo que se ha dicho anteriormente. Partimos del hecho de que si un mecanismo posee n eslabones diferentes, cada uno de ellos, antes de conectarse entre sí, poseerá seis grados de libertad, estos son tres giros y tres desplazamientos en los tres ejes posibles del espacio, excepto el eslabón fijo o bancada, el cual no tiene ningún grado de libertad. Esto significa que antes de conectarse, los grados de libertad del mecanismo son:

$$6 \times (n - 1)$$

Y a medida que se suceden las conexiones por medio de pares, se van restringiendo sucesivamente el movimiento relativo entre ellos. Como consecuencia, el cálculo del número de grados de libertad, una vez que se han conectado todos los eslabones del mecanismo se calcula como:

$$M = 6 \times (n - 1) - \sum_{m=1}^5 (6 - m) \times N_m$$

Donde:

- M es el índice de movilidad del mecanismo
- n es el número total de eslabones que posee el mecanismo
- $(6-m)$ son los grados de libertad que se restringen
- N_m es el número de pares m presentes en el mecanismo

Esta ecuación se puede reducir aún más cuando el mecanismo con el que estamos trabajando puede representarse en dos dimensiones o lo que es lo mismo cuando el mecanismo es plano, y por ende, el movimiento del mismo también. El problema se simplifica de una forma notable, pues los grados de libertad que pueda tener cada eslabón del mecanismo quedan restringidos a tres únicamente. De tal manera que la ecuación general se puede simplificar a:

$$M = 3 \times (n - 1) - \sum_{m=1}^2 (3 - m) \times N_m$$

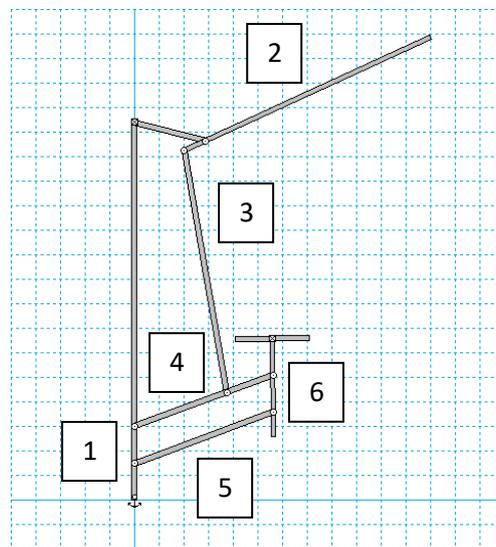
O bien simplificarse aún más quedando de la siguiente manera:

$$M = 3 \times (n - 1) - 2 \times N_1 - 1 \times N_2$$

Siendo esta última ecuación más conocida como el *criterio de KUTZBACH* para el cálculo de movilidad de mecanismos planos.

Para calcular el índice de movilidad del mecanismo es necesario identificar los pares que se dan entre eslabones en el mecanismo. Entendiéndose como enlace a la unión entre eslabones y al par a la consecuencia que este enlace conlleva, como es que el movimiento relativo entre dos eslabones tenga un carácter fijo y determinado.

Para definir los pares que se dan en el mecanismo utilizamos la simplificación realizada en *Working Model* para que dichas uniones sean más ilustrativas.



18.NumeraciónBarras-elaboraciónpropia

Como se observa en la anterior imagen, el mecanismo está compuesto por seis eslabones, ya que, aunque un eslabón esté compuesto por dos barras, si entre éstas barras hay una unión fija, no afecta al carácter del movimiento del mecanismo.

Identificando pares se obtiene:

1-2-R

2-3-R

3-4-R

1-4-R

1-5-R

4-6-R



5-6-R

Una vez definidos todos los pares que presenta el mecanismo, se puede observar que dicho mecanismo posee siete pares inferiores o cerrados de revolución o articulación. La razón de que sean pares inferiores o cerrados se resume en el hecho de que entre ambas superficies en contacto de ambos eslabones se presenta contacto superficial, pero no solo eso, ya que además de presentar esta característica, se da que no solamente uno forma la envolvente del otro, sino que además lo encierra, siendo geoméricamente idénticas ambas superficies de contacto de ambos eslabones, una de ellas sólida y otra hueca. Además de aunar las características que lo cataloguen como par inferior, también cumple las características que lo definen como par de revolución o articulación. Dicho tipo de par requiere que ambas superficies en contacto sean de revolución, excluyendo las totalmente cilíndricas, de esta manera, el único movimiento que se puede dar entre ellos es la rotación de un elemento respecto del otro, alrededor de un eje común. Por tanto, deja un grado de libertad relativo entre ellos, lo que hace que dicho par forme parte del grupo denominado como N_1 .

Con lo que tenemos un mecanismo plano, compuesto por seis eslabones que presentan siete pares inferiores de revolución.

Aplicando la ecuación descrita por el *criterio de KUTZBACH* para el cálculo de movilidad de mecanismos planos se obtiene:

$$M = 3 \times (n - 1) - 2 \times N_1 - 1 \times N_2$$

$$M = 3 \times (6 - 1) - 2 \times 7$$

$$M = 15 - 14$$

$$M = 1$$

Se obtiene que el índice de movilidad es uno, que en este mecanismo es igual al número de grados de libertad, lo que permite afirmar lo descrito anteriormente de este mecanismo.

$$M = 1 = n^{\circ} \text{ grados de libertad}$$

Como resultado importante a tener en cuenta a la hora de resolver el análisis cinemático de un mecanismo, es imprescindible conocer el mínimo número de bucles que es necesario resolver para conocer todas las posiciones, velocidades y



aceleraciones de todas las barras que conforman el mecanismo. Para calcular este número de bucles se utiliza la siguiente expresión:

$$n^{\circ} B \geq \frac{n - M - 1}{2}$$

Sustituyendo en esta ecuación los resultados obtenidos anteriormente se obtiene:

$$n^{\circ} B \geq \frac{n - M - 1}{2}$$

$$n^{\circ} B \geq \frac{6 - 1 - 1}{2}$$

$$n^{\circ} B \geq \frac{4}{2}$$

$$n^{\circ} B \geq 2$$

Este resultado significa que planteando un mínimo de dos bucles cerrados que sean parte del mecanismo planteado es necesario para conocer todas las posiciones, velocidades y aceleraciones de todas las barras que componen dicho mecanismo.

7.2. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

De cara a la realización de las pruebas pertinentes con *Working Model*, es necesario tener en cuenta otras disciplinas que limitan el diseño de máquinas biosaludables. Una de estas disciplinas es la ergonomía. Entendiendo la ergonomía como *el conjunto de conocimientos científicos relativos al hombre y necesarios para concebir útiles, máquinas y dispositivos que puedan ser utilizados con la máxima eficacia, seguridad y confort*, según Wisner en 1973. O dicho de otra manera, la ergonomía como el estudio del artilugio a diseñar basando las características de éste según las características que tenga el grupo poblacional que vaya a utilizarlo.

Para servir de guía en este proyecto, se tomará un estudio que responde al desarrollo del proyecto nacional INSHT/PN 543, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Este estudio antropométrico de la sociedad española pretendía incorporar unos estándares antropológicos a tener en cuenta a la hora de diseñar, de acuerdo con los criterios más exhaustivos entre los que se incluye la norma internacional UNE EN ISO 7250:1998, definida en España como Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico (ISO 7250:1996).



No obstante, es necesario establecer un percentil de la población a tener en cuenta a la hora de recoger datos de esta fuente. En este caso seleccionamos un percentil 95 de toda la población española, así los resultados obtenidos tendrán una visión más global a la hora de fabricarlo. Se entiende como percentil a la medida de posición utilizada en estadística, que indica, una vez los datos hayan sido ordenados de menor a mayor, el valor de la variable por debajo de la cual se encuentra un porcentaje dado de medidas del grupo de la población seleccionada.

Este estudio fue desarrollado y publicado en 2001, participaron en los resultados de este estudio una muestra representativa de 1.723 personas, de las cuales 1.130 eran hombres (65,58% del total), y 593 eran mujeres (34,42% del total).

Una vez indicada la utilización de estudio para la realización del estudio y diseño de la máquina biosaludable, se procede a realizar el estudio en *Working Model*.

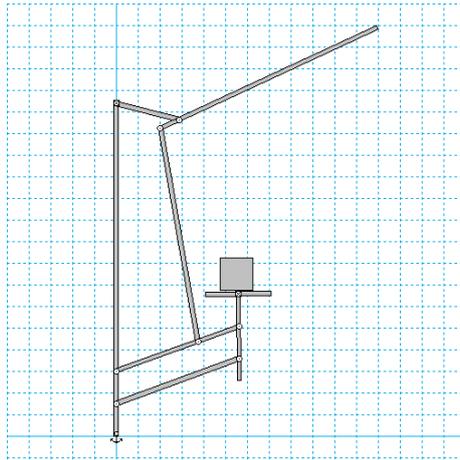
7.3. CONDICIONES DEL MECANISMO

Para la realización del estudio es necesario simplificar al máximo el mecanismo en dos dimensiones, como resultado obtenemos el siguiente mecanismo. Del cual cabe reseñar que utilizamos un peso que nos aporte una idea del funcionamiento de la máquina si un usuario está haciendo uso de ella. Para ello colocamos en el asiento simplificado del mecanismo una pesa con un valor de 92,7 kg, que es el valor que aporta el percentil 95 de masa corporal del estudio que hemos seleccionado para tener en cuenta en nuestros ensayos.

La finalidad del estudio es variar diferentes parámetros identificativos del mecanismo con el fin de optimizar al máximo el mismo, intentando que el usuario deba aportar la mínima cantidad de fuerza necesaria para poder accionarlo.

Para ello estudiaremos cuales son las fuerzas necesarias a aportar por el usuario dependiendo de características de las barras, o de las uniones entre las mismas.

Para el estudio, simplificaremos el mecanismo a dos dimensiones para realizar los ensayos en *Working Model*. Como resultado de todas estas premisas que se han descrito, obtenemos un modelo como el siguiente:



19. Mecanismo-elaboración propia

El modelo es el igual al utilizado anteriormente para el cálculo de grados de libertad del mecanismo a tener en cuenta a la hora de realizar el estudio.

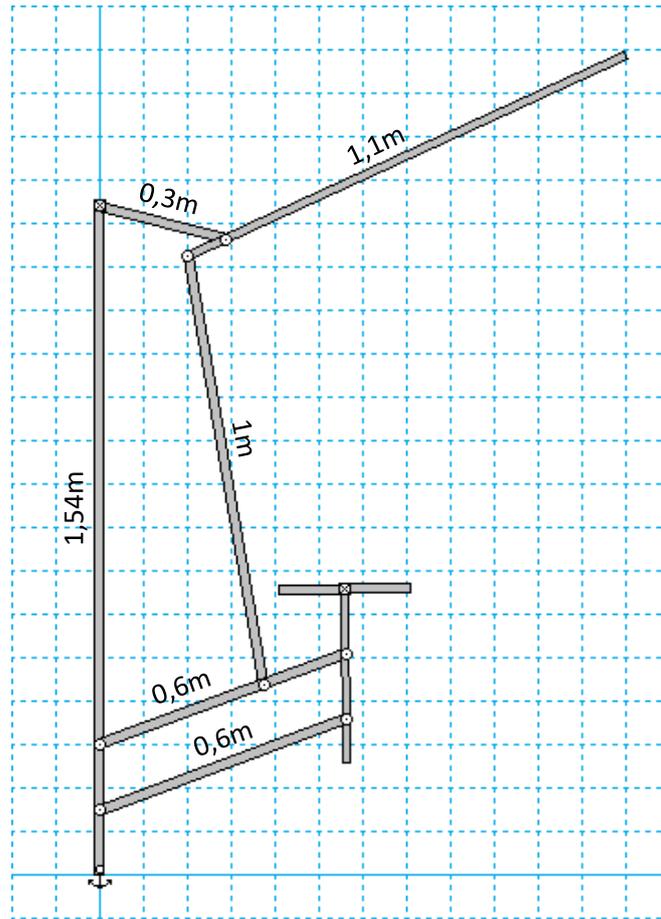
La serie de pruebas que se van a realizar cambiando diferentes parámetros del mecanismo en *Working Model* tienen como objetivo estudiar los cambios que se dan en el mecanismo al cambiar dichos parámetros, intentando extraer unas premisas necesarias a utilizar en el futuro rediseño que se va a realizar de la máquina.

Los diferentes parámetros que se van a variar a la hora de obtener unos cambios significativos en el movimiento del mecanismo, estarán relacionados con la longitud de las barras y los ángulos formados entre ellas.

Cabe destacar del modelo de mecanismo simplificado que se va a utilizar para realizar el estudio, como un mecanismo que intenta representar fielmente la máquina biosaludable utilizada como objeto de estudio en este proyecto.

Para ello, se utilizan las medidas lo más aproximadas posibles a las utilizadas en la máquina que se utiliza actualmente, para obtener así, unos resultados que permitan aplicarlos a lo que se utiliza a día de hoy y puedan ayudar a obtener unas conclusiones que sean aplicables y eficaces respecto al modelo que se utiliza en nuestros días.

Las medidas que se han utilizado para representar el modelo de mecanismo que tiene esta máquina biosaludable están representadas en la siguiente ilustración.



20. Longitud Inicial Barras-elaboración propia

Además de definir las medidas de largo de las barras o eslabones más representativas, es importante remarcar que el ancho de todas las barras es de 0,02m.

El material utilizado para las barras del mecanismo serán barras de acero de 20mm de diámetro, como se acaba de definir. Para la fabricación de las barras y su adaptación a los estándares que se encuentran fijados actualmente es necesario referenciarles respecto a la norma DIN 2448, dicha norma define la relación entre diámetros, espesores y pesos de las barras de acero, como se muestra a continuación:



Norma DIN 2448 /DIN 1629.84 /NF A 49.112.87

| Diámetro exterior | | | | Espesores Complementarios (mm) | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Serie fundamental (mm) | Diámetro nominal (pulgadas) | Espesor pared normal (mm) | Peso Teórico (kg/m) | 2 | 2,3 | 2,6 | 2,9 | 3,2 | 3,6 | 4 | 4,5 | 5 | 5,6 |
| | | | | Peso teórico (kg/m) | | | | | | | | | |
| 10,2 | 1/8" | 1,6 | 0,344 | 0,410 | 0,454 | 0,493 | | | | | | | |
| 13,5 | 1/4" | 1,8 | 0,522 | 0,571 | 0,639 | 0,703 | 0,762 | 0,817 | 0,833 | | | | |
| 16,0 | | 1,8 | 0,632 | 0,692 | 0,778 | 0,860 | 0,938 | 1,010 | 1,100 | 1,18 | | | |
| 17,2 | 3/8" | 1,8 | 0,688 | 0,754 | 0,850 | 0,942 | 1,030 | 1,110 | 1,210 | 1,31 | 1,41 | | |
| 20,0 | | 2,0 | 0,890 | | 1,010 | 1,120 | 1,220 | 1,330 | 1,460 | 1,58 | 1,71 | 1,85 | |
| 21,3 | 1/2" | 2,0 | 0,962 | | 1,090 | 1,210 | 1,330 | 1,440 | 1,590 | 1,72 | 1,87 | 2,01 | |
| 25,0 | | 2,0 | 1,130 | | 1,290 | 1,440 | 1,580 | 1,720 | 1,900 | 2,07 | 2,28 | 2,47 | 2,68 |
| 26,9 | 3/4" | 2,3 | 1,410 | | | 1,570 | 1,730 | 1,890 | 2,09 | 2,28 | 2,48 | 2,70 | 2,94 |
| 30,0 | | 2,6 | 1,770 | | | | 1,960 | 2,140 | 2,370 | 2,59 | 2,83 | 3,08 | 3,37 |
| 31,8 | | 2,6 | 1,880 | | | | 2,080 | 2,270 | 2,520 | 2,76 | 3,02 | 3,30 | 3,60 |
| 33,7 | 1" | 2,6 | 2,010 | | | | 2,220 | 2,420 | 2,690 | 2,95 | 3,23 | 3,54 | 3,87 |
| 38,0 | | 2,6 | 2,290 | | | | 2,530 | 2,770 | 3,080 | 3,38 | 3,71 | 4,07 | 4,47 |
| 42,4 | 1 1/4" | 2,6 | 2,570 | | | | 2,840 | 3,110 | 3,470 | 3,81 | 4,19 | 4,61 | 5,07 |
| 44,5 | | 2,6 | 2,700 | | | | 2,990 | 3,280 | 3,650 | 4,02 | 4,42 | 4,87 | 5,35 |
| 48,3 | 1 1/2" | 2,6 | 2,950 | | | | 3,270 | 3,590 | 4,000 | 4,41 | 4,85 | 5,34 | 5,89 |
| 51,0 | | 2,6 | 3,120 | | | | 3,460 | 3,790 | 4,230 | 4,66 | 5,13 | 5,67 | 6,24 |
| 57,0 | | 2,9 | 3,900 | | | | | 4,280 | 4,780 | 5,27 | 5,81 | 6,41 | 7,08 |
| 60,3 | 2" | 2,9 | 4,140 | | | | | 4,540 | 5,070 | 5,59 | 6,17 | 6,82 | 7,53 |
| 63,5 | | 2,9 | 4,360 | | | | | 4,790 | 5,360 | 5,91 | 6,52 | 7,21 | 7,97 |
| 70,0 | | 2,9 | 4,830 | | | | | 5,300 | 5,930 | 6,55 | 7,24 | 8,01 | 8,85 |
| 76,1 | 2 1/2" | 2,9 | 5,280 | | | | | 5,800 | 6,490 | 7,17 | 7,92 | 8,77 | 9,71 |
| 82,5 | | 3,2 | 6,310 | | | | | | 7,060 | 7,80 | 8,63 | 9,56 | 10,60 |
| 88,9 | 3" | 3,2 | 6,810 | | | | | | 7,630 | 8,43 | 9,33 | 10,30 | 11,50 |
| 101,6 | 3 1/2" | 3,6 | 8,760 | | | | | | | 9,70 | 10,70 | 11,90 | 13,20 |
| 108,0 | | 3,6 | 9,330 | | | | | | | 10,30 | 11,40 | 12,70 | 14,10 |
| 114,3 | 4" | 3,6 | 9,900 | | | | | | | 11,00 | 12,10 | 13,50 | 15,00 |
| 127,0 | | 4,0 | 12,200 | | | | | | | | 13,50 | 15,00 | 16,70 |
| 133,0 | | 4,0 | 12,800 | | | | | | | | 14,20 | 15,80 | 17,60 |
| 139,7 | 5" | 4,0 | 13,500 | | | | | | | | 14,90 | 16,60 | 18,50 |
| 152,4 | | 4,5 | 16,400 | | | | | | | | | 18,20 | 20,20 |
| 159,0 | | 4,5 | 17,100 | | | | | | | | | 19,00 | 21,10 |
| 165,1 | | 4,5 | 17,800 | | | | | | | | | 19,70 | 21,90 |
| 168,3 | 6" | 4,5 | 18,100 | | | | | | | | | 20,10 | 22,40 |
| 193,7 | 7" | 5,4 | 25,000 | | | | | | | | | | |
| 219,1 | 8" | 6,3 | 31,100 | | | | | | | | | | |
| 244,5 | 9" | 6,3 | 37,100 | | | | | | | | | | |
| 267,0 | | 6,3 | 40,600 | | | | | | | | | | |
| 273,0 | 10" | 6,3 | 41,600 | | | | | | | | | | |
| 298,5 | | 7,1 | 51,100 | | | | | | | | | | |
| 323,9 | 12" | 7,1 | 55,600 | | | | | | | | | | |
| 355,6 | 14" | 8,0 | 68,300 | | | | | | | | | | |
| 406,4 | 16" | 8,8 | 85,900 | | | | | | | | | | |
| 457,2 | 18" | 10,0 | 110,000 | | | | | | | | | | |
| 508,0 | 20" | 11,0 | 135,000 | | | | | | | | | | |
| 558,8 | 22" | 12,5 | 170,000 | | | | | | | | | | |

Características

CALIDAD: ST-37.0 / TU E220 A. Posibilidad de otras calidades
 SUMINISTRO: Largos comerciales y largos dobles
 TOLERANCIAS: Según normas aplicables
 CONDICIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO: De acuerdo a DIN 1629
 CERTIFICADOS DE FABRICACIÓN: Otros ensayos y homologaciones, bajo demanda
 ACABADO: En negro. Posibilidad de suministro con diferentes tratamientos y acabados superficiales

Los espesores complementarios, en muchos casos, no son medidas comerciales y se fabrican en cantidades mínimas.

21.DIN2448

Como se puede observar en la imagen adjunta que ejemplifica la norma, se define que para un diámetro de barras de acero de 20mm, como el que se utiliza para la

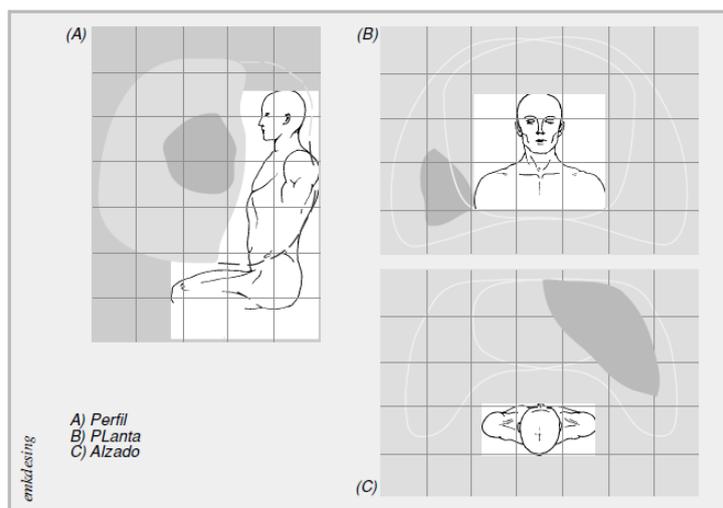
realización del estudio, se obtiene que por cada metro de tubo el peso asignado será de 0,890kg.

De esta manera, es posible dar un valor de peso a cada barra del mecanismo que se estudia en *Working Model*, una vez que queda definido el tubo a utilizar y la longitud de dichos tubos en el mecanismo.

7.4. CÁLCULOS ANTROPOMÉTRICOS

Para la definición del punto a partir del cual va a ser ejercida la fuerza que inicie el mecanismo de palanca para accionar el mecanismo hay que tener en cuenta de nuevo la ergonomía, puesto que en términos mecánicos cuanto más lejos esté el punto de aplicación de la fuerza en la palanca respecto del punto pivotante, menor será el esfuerzo necesario a realizar por el usuario a la hora de accionarlo. Pero, en términos ergonómicos el usuario tiene unas distancias referidas al área de aplicación de trabajos manuales en relación a la precisión que se espera del usuario para ejercer dichos trabajos.

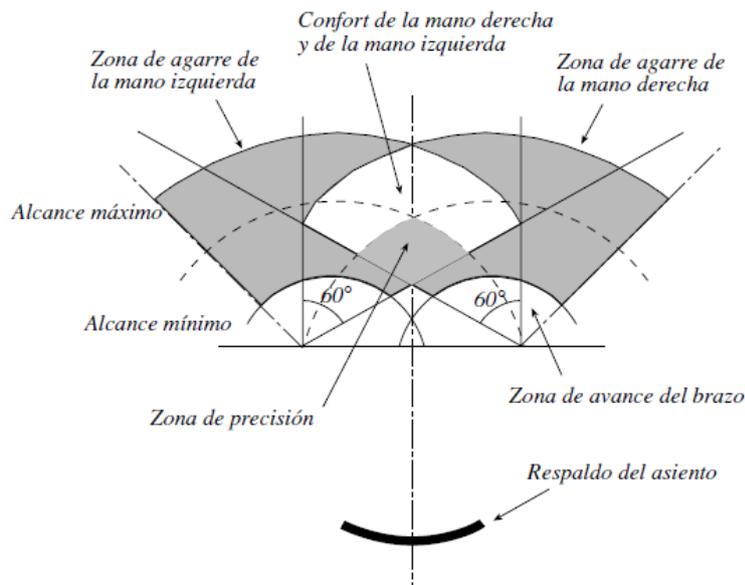
En la siguiente imagen se puede observar el campo de aplicación de distancias ideales para el usuario diestro en función de la ya mencionado precisión necesaria a tener en cuenta en la tarea a realizar.



22.ÁreasPrecisión-LibroErgonomíaFundamentos

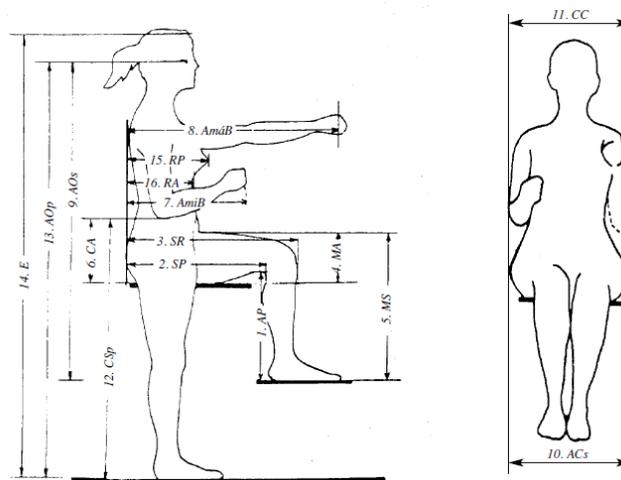
En la siguiente ilustración se presenta el campo de acción que relaciona el área de trabajo de cada mano con la precisión antes mencionada del trabajo a realizar.

Para realizar los cálculos necesarios para tener el área ideal de aplicación de la fuerza accionadora, se toma el área de confort de ambas manos del usuario como meta a llegar para optimizar el diseño de la máquina. Para ello, es necesario ir sumando las cotas que marca el percentil 95 del estudio escogido a tener en cuenta.



23. Alcances Manos - Libro Ergonomía Fundamentos

Teniendo en cuenta las diferentes medidas antropométricas que definen al cuerpo humano y su denominación, escogemos las necesarias para el cálculo de la distancia descrita anteriormente. En la siguiente imagen, se pueden observar las denominaciones generales que tiene cada medida representativa del cuerpo humano y los puntos inicial y final que tiene cada una.



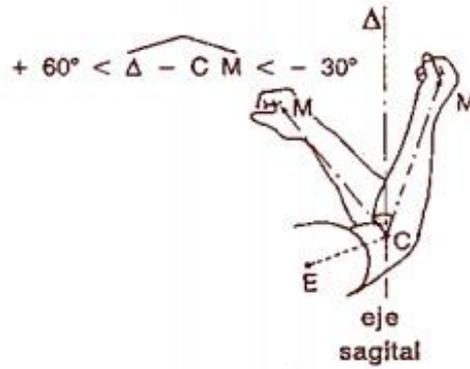
24. Representación Medidas Antropométricas - Libro Ergonomía Fundamentos



Para el cálculo de la posición del punto M, se requiere la utilización de las siguientes cuatro medidas antropométricas:

- AmáxB: alcance máximo del brazo (mínima medida desde la articulación del hombro hasta el hueco que se libera en el puño de la mano con la articulación del brazo totalmente extendida).
- MS: altura del muslo desde el suelo (medida mínima desde el suelo hasta la parte superior del muslo en la posición de sentado).
- AM: altura del muslo (mínima distancia desde el asiento hasta la parte superior del muslo).
- HS: altura del hombro sentado (distancia mínima desde el asiento hasta la articulación del hombro).

También es necesario conocer el ángulo inicial que forma el brazo extendido, una vez haya agarrado los tiradores de la máquina y vaya a accionar la misma, con la horizontal. Para ello tomaremos un estudio del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT), que se realizó en el 2011, para el Ministerio de Trabajo e Inmigración, que pretendía reducir el riesgo de las cargas físicas en el trabajo, estudiando varios parámetros que podían influir en las lesiones o malestar de los trabajadores, como son la cantidad de peso, la distancia a recorrer con ese peso o el ángulo en el que se encontraba la carga al inicio y al final del proceso. De esta manera, se pretendía reducir al máximo estas fatigas, lesiones o malestares que se producían en los puestos de trabajo debido a las cargas físicas a las que estaban sometidos los empleados. Según este estudio y como puede reflejar la imagen del mismo que se adjunta a continuación, los límites del ángulo del brazo respecto a la horizontal que permitan certificar la seguridad para el usuario oscilan entre los 30° negativos respecto la horizontal y los 60° positivos respecto la misma.



25. Representación Ángulo Fuerza - Libro Ergonomía Fundamentos

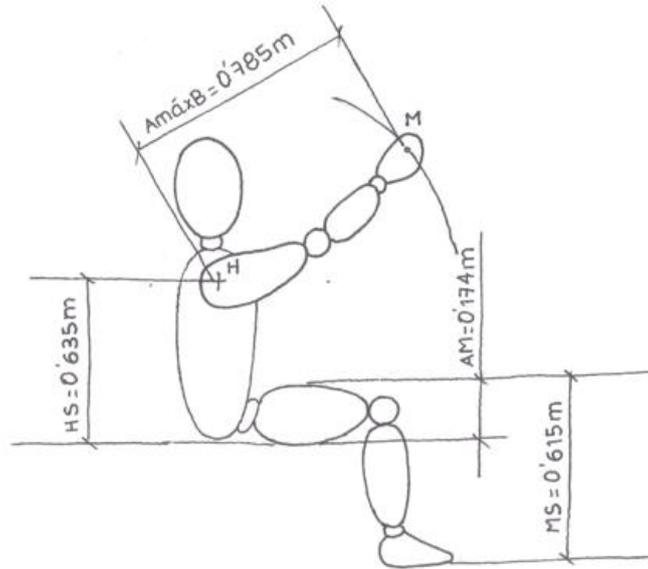
Como ángulo referencial para el estudio de la máquina biosaludable, se escogen los 45° grados positivos respecto la horizontal como apertura inicial seleccionada para los agarraderos de la máquina.

Según el estudio que hemos seleccionado para la utilización de las diferentes medidas antropométricas que se van a utilizar con el fin de apoyar al diseño de la máquina se obtiene que las medidas que se van a usar anteriormente descritas tienen los siguientes valores para el percentil 95:

- AmáxB (alcance máximo del brazo): 0,785m
- MS (altura del muslo desde el suelo): 0,615m
- AM (altura del muslo): 0,174m
- HS (altura del hombro sentado): 0,635m

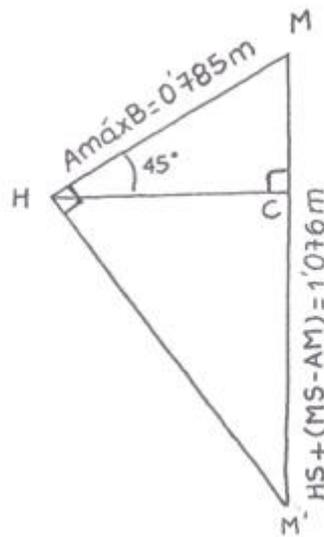
Estas medidas recogidas quedan plasmadas en la siguiente imagen, que además de mostrar las representaciones de las medidas anteriormente descritas, refleja el arco imaginario que dibujaría el puño de la mano si desde el hombro como punto pivotante se realizara dicho arco con el alcance máximo del brazo como radio de la misma. Sobre dicho arco se encuentra el punto que deseamos calcular.

Además, se reflejan los puntos H y M, que representan respectivamente, el centro de la articulación del hombro y el punto del puño que pasa sobre el arco de circunferencia anteriormente descrito.



26. Croquis I - elaboración propia

Simplificando la anterior imagen con el fin de obtener el punto al cual el usuario aplicaría la fuerza accionadora, se elabora el siguiente esquema:



27. Croquis II - elaboración propia

En dicho esquema aparecen representados los puntos H y M, definidos con anterioridad, los 45° elegidos como ángulo inicial entre la recta que une el centro de la articulación del hombro y el punto que pasa por el arco de radio la distancia que hemos reflejado como alcance máximo del brazo.



Se calcula la distancia total entre el punto M y su homólogo M' en la horizontal de la base, trazando una vertical que una dicho punto M con la nombrada horizontal de la base, de la siguiente manera:

$$\overline{MM'} = HS + (MS - AM)$$

Que substituyendo permite obtener el siguiente resultado:

$$\overline{MM'} = 0,635 + (0,615 - 0,174)$$

$$\overline{MM'} = 1,076m$$

Una vez obtenida la distancia MM', nos permite compararla para comprobar la veracidad del resultado que se obtenga al calcular la vertical que el punto de corte de la horizontal desde H hasta la recta MM' y el punto M forman. Dicha vertical, que quedará definida por la recta MC, se calcula de la siguiente manera:

$$\sin 45 = \frac{\overline{MC}}{AmáxB}$$

Sustituyendo y despejando el término de la recta MC se obtiene el siguiente resultado:

$$\overline{MC} = \sin 45 \times AmáxB$$

$$\overline{MC} = \sin 45 \times 0,785$$

$$\overline{MC} = 0,555m$$

Con el anterior resultado y aplicando el teorema de Pitágoras, que relaciona las longitudes entre los catetos y la hipotenusa de un triángulo rectángulo, nos permite definir completamente el punto M respecto de H.

$$AmáxB^2 = \overline{MC}^2 + \overline{HC}^2$$

$$\overline{HC}^2 = AmáxB^2 - \overline{MC}^2$$

$$\overline{HC} = \sqrt{AmáxB^2 - \overline{MC}^2}$$

$$\overline{HC} = \sqrt{0,785^2 - 0,555^2}$$

$$\overline{HC} = 0,555m$$

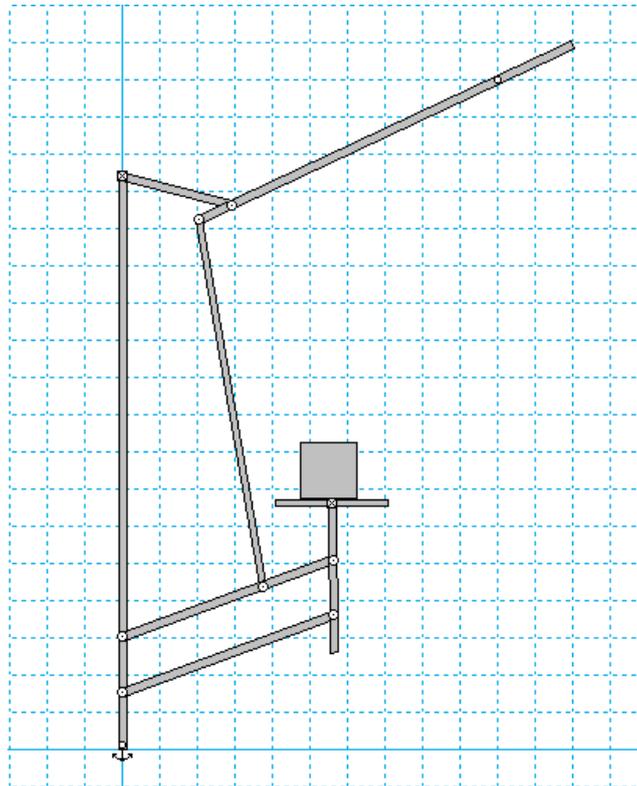


Obtenemos el mismo resultado como la longitud de los dos catetos porque los ángulos que definen dichos catetos con la hipotenusa del triángulo rectángulo con iguales a 45° .

7.5. CONCEPTOS PREVIOS AL ESTUDIO

Una vez obtenidos las distancias horizontal y vertical del punto M respecto de H, se calcula el punto sobre la barra que actúa de palanca definida anteriormente.

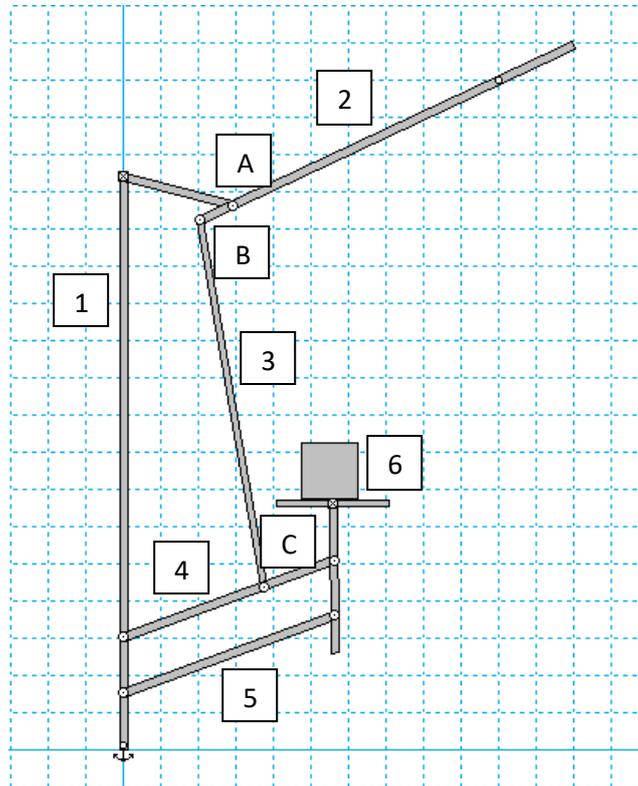
Y junto con la pesa que actúa como fuerza que ejerce el usuario con motivo de su peso, queda definido el mecanismo y los puntos necesarios por su estudio, como se puede observar en la siguiente imagen.



28. Punto Aplicación Fuerza - elaboración propia

Para facilitar la explicación de los resultados que se vayan obteniendo es necesario dotar con letras y números a las diferentes barras y uniones entre ellas que componen el sistema, a fin de que en todo momento se entienda a que se está refiriendo cada nombramiento.

Para ello, se utiliza la misma imagen, que aunque sea del mismo caso de pruebas, los puntos y las barras permanecen constantes, lo único que varía son las posiciones entre ellas.



29. Denominación Barras-elaboración propia

La fuerza a aplicar en el punto de aplicación de la misma que se acaba de hallar será la necesaria para elevar al usuario, cuyo peso se ha definido anteriormente como el peso de una persona escogido con un rigor asumible para un percentil 95.

Para calcular dicha fuerza usaremos factores de conversión, teniendo en cuenta la relación existente entre las unidades de kilogramo/fuerza y newton de aplicación, dicha relación es la siguiente:

$$1kgf = 9,8N$$

Utilizando esta relación la conversión que se obtiene del módulo de la fuerza necesario para elevar 92kg de masa son:

$$92kg \times \frac{9,8N}{1kgf} = 901,6N$$



Se obtiene de la conversión que se acaba de aplicar que la fuerza necesaria para elevar 92kg de masa es de 901,6N, o lo que es lo mismo 0,9016KN. Esta fuerza en módulo será la aplicada en el punto de acción de la palanca hallado anteriormente.

Para aplicar dicha fuerza al punto donde va a ser aplicada, es necesario calcular la fuerza desglosada en sus componentes x e y, para de esta forma, poder aplicarla al punto. Para calcular las componentes de la fuerza es necesario conocer el ángulo de aplicación de dicha fuerza, o lo que es lo mismo, el ángulo que forman los brazos del usuario con respecto a la horizontal a la hora de aplicar la fuerza necesaria para accionar el mecanismo.

Dicho ángulo de aplicación ha sido escogido anteriormente a la hora de calcular el punto de aplicación, para obtener el resultado de la posición del punto de aplicación de la fuerza se ha supuesto que el ángulo que formaban los brazos del usuario con respecto a la horizontal era de 45°, de tal manera, que si se decide trazar una línea de acción de la fuerza aplicada por el usuario, sería posible observar que dicho ángulo se mantiene también en el punto de aplicación de la fuerza.

De este modo, es posible calcular las componentes de la fuerza a aplicar de la siguiente manera:

$$F_x = F \times \cos 45^\circ$$

$$F_x = 901,6N \times \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$F_x = 637,527N$$

Debido a que el ángulo que forma la fuerza es de 45°, la fuerza en ambas componentes cartesianas tendrá el mismo valor, como resultado obtenemos la fuerza de aplicación dividida en sus componentes cartesianas:

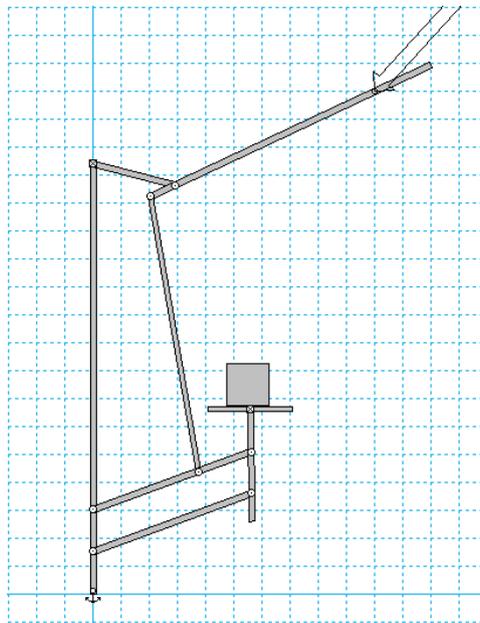
$$F_x = F_y = 637,527N$$

Esta sería la fuerza necesaria a aplicar para elevar al usuario seleccionado de 92kg de peso, pero gracias a la constitución del mecanismo, la fuerza a ejercer por el mismo se reduce significativamente. La pregunta se reduce al porcentaje de reducción de la fuerza que tiene que aplicar el usuario a fin de conseguir accionar el mecanismo.

Dicha fuerza será calculada realizando diversas pruebas en *Working Model*, con la finalidad de obtener un resultado lo más cercano a la realidad posible. Para ello, aplicaremos sobre el punto de aplicación de la fuerza, diferentes combinaciones de dichas fuerzas para obtener la fuerza mínima necesaria que debe ejercer el usuario para elevar su propio peso.

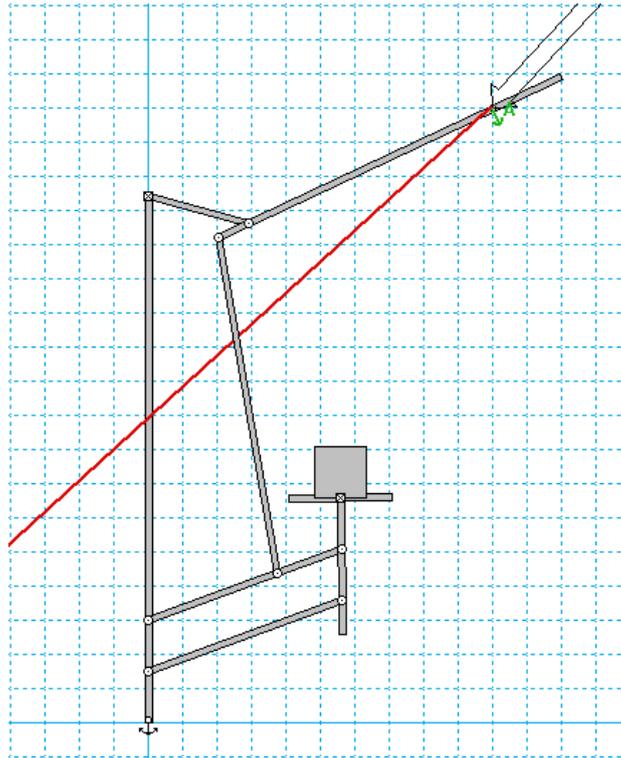
Puesto que la fuerza necesaria para elevar el peso del usuario será proporcional al peso del mismo, entonces, una vez se haya obtenido la fuerza necesaria para elevar un usuario tipo, se podrá calcular la fuerza necesaria para elevar a cualquier usuario, independientemente de su peso.

El esquema de accionamiento del mecanismo, con todos los puntos y cálculos descritos anteriormente, queda finalmente como el mostrado en la siguiente imagen:



30. Numeración Barras-elaboración propia

No obstante, a fin de aclarar al máximo los resultados que se vayan obteniendo de las pruebas a realizar, es importante dotar al punto de aplicación de la fuerza de los vectores velocidad y aceleración, que aportarán al resultado una verificación necesaria a fin de minimizar al máximo el porcentaje de error en el estudio. De tal manera, que el objeto de estudio queda finalmente como se refleja en la siguiente imagen.



31.EsquemaMecanismo-elaboraciónpropia

7.6. ESTUDIO CINEMÁTICO

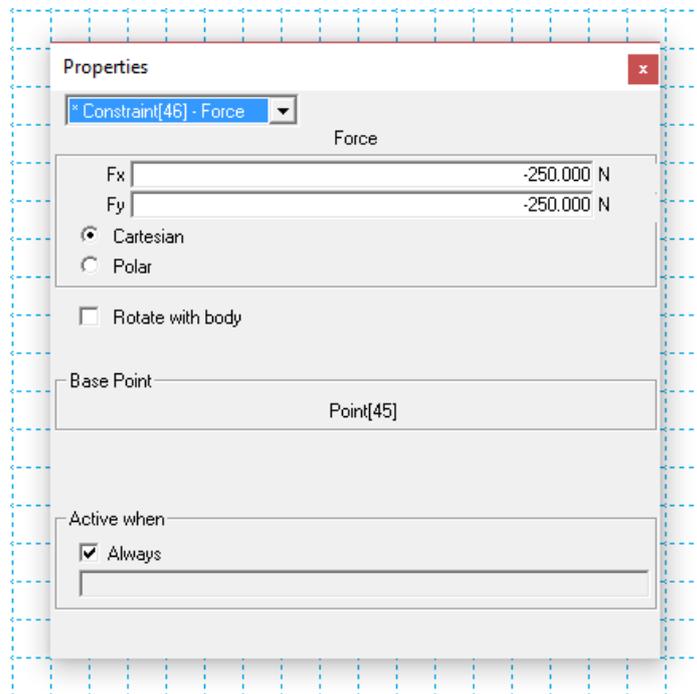
A continuación se procede a estudiar la casuística más favorable a mejorar el comportamiento del mecanismo.

7.6.1. POSICIÓN DE PARTIDA

En la situación escogida para representar el mecanismo es posible obtener diversos datos que ofrece *Working Model* a la hora de estudiar su comportamiento.

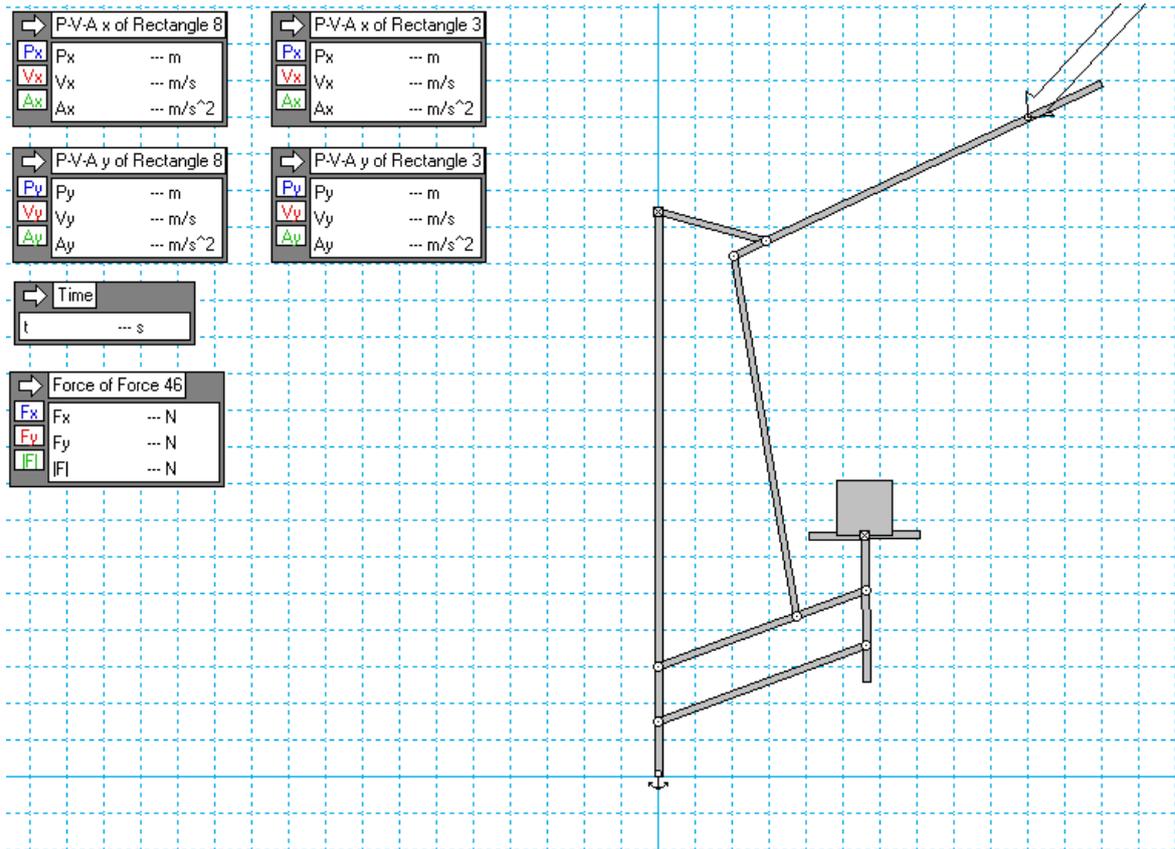
Para realizar las diferentes posibilidades que presenta este caso, es necesario declarar que es necesario desplegar del menú de opciones de los eslabones, las tablas que indiquen su posición, velocidad y aceleración a tiempo real, a fin de poder comparar sus extremos y poder sacar conclusiones. Por ello, se extraen las tablas del usuario (Rectangle.8), y de la barra accionadora (Rectangle.3).

Tomando como partida que la fuerza se aplica en un ángulo de 45° respecto de la horizontal, lo que conlleva que ambas componentes de la misma poseen el mismo valor, se van sucediendo los valores de fuerza a aplicar en cada una de las componentes de la misma hasta alcanzar un valor crítico que marque la diferencia entre posibilitar el accionamiento del mecanismo o no. Dichos valores de las componentes de la fuerza se pueden modificar, basta con variar los valores que adquieren estas en el cuadro de opciones de la fuerza a aplicar, como se muestra en la siguiente imagen.



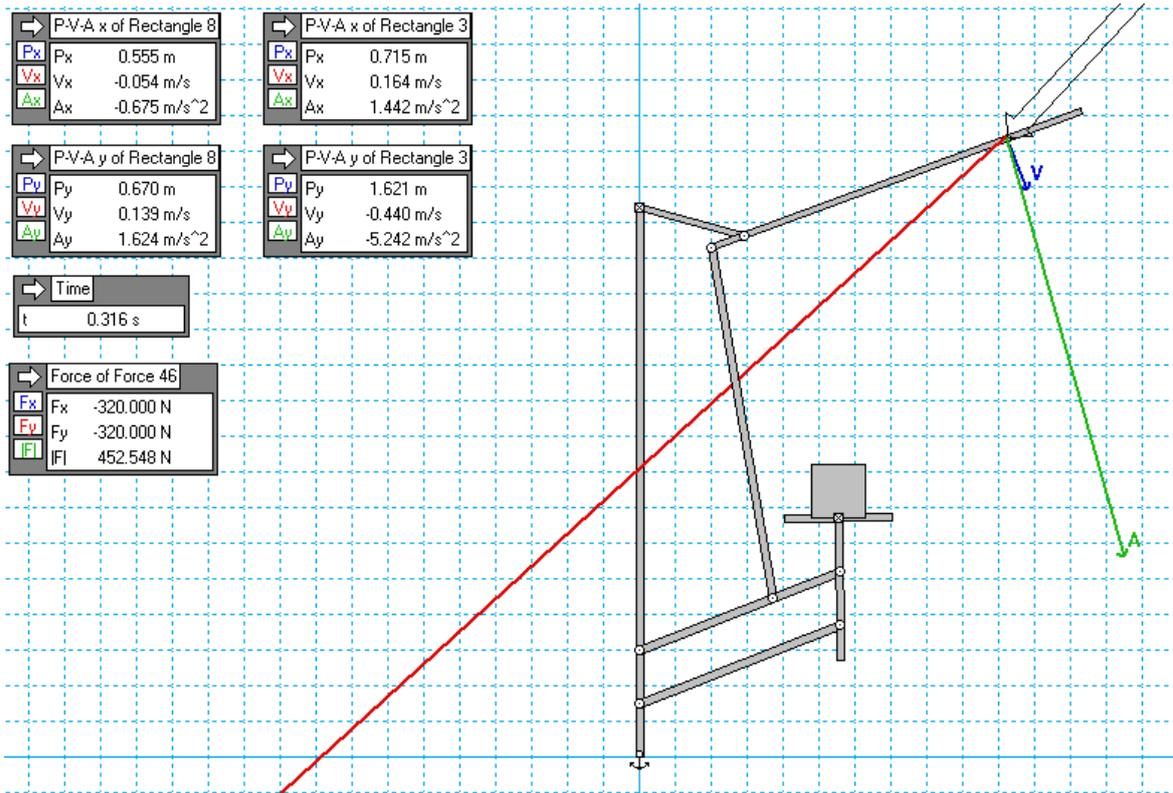
32. Explicación Fuerzas-elaboración propia

Se obtiene el mecanismo final que se va a estudiar en este caso, dicho mecanismo queda representado en la siguiente imagen.



33.MecanismoEstudio-elaboraciónpropia

Aumentando los valores en cantidades controladas en un intervalo de tolerancia aceptable, se obtiene que el mecanismo comienza a accionarse a partir de la aplicación de -320N en cada una de las componentes cartesianas de la fuerza como se muestra en la siguiente ilustración.



34.PosiciónPartidalnicial-elaboraciónpropia

Luego teniendo el valor de cada una de las componentes de la fuerza mínima para provocar el accionamiento del mecanismo, pasamos a calcular el módulo de la misma, a fin de obtener el porcentaje que relacione el peso del usuario con la ya descrita fuerza mínima necesaria para el accionamiento de la máquina.

$$|F| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$|F| = \sqrt{(-320N)^2 + (-320N)^2}$$

$$|F| = 452,5483N$$

Teniendo en cuenta el valor del peso en Newtons calculado anteriormente para un usuario con un peso de 92kg, $|P|=901,6N$, es posible realizar la operación que permita obtener una relación entre ambas, pues si para un usuario de 92kg de peso es necesario aplicar una Fuerza F de 452,5483N para elevarlo en esta máquina biosaludable, para una persona de x peso, será necesario y fuerza, entendiendo como x e y como incógnitas, y que una de las dos sería necesario conocer a fin de conocer el resultado de la otra.



$$\frac{x_1}{y_1} = \frac{901,6N}{452,5483N}$$

$$x_1 = 1,99227y_1$$

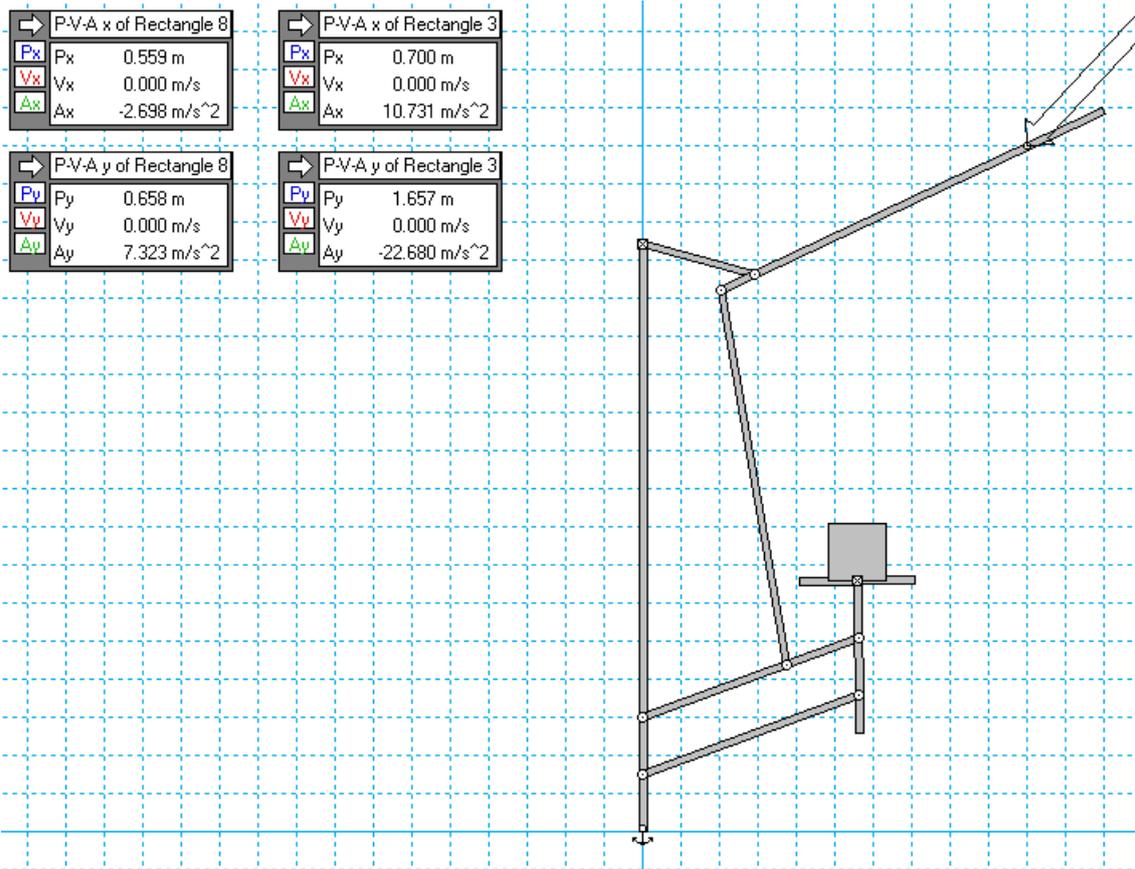
Obtenemos que el supuesto peso del usuario x , sería 1,99227 veces la fuerza a aplicar para elevar dicho peso, o dicho de otra manera, proporcionalmente hablando.

$$y_1 = \frac{x_1}{1,99227} \times 100$$

$$y_1 = 50,194 \times x_1\%$$

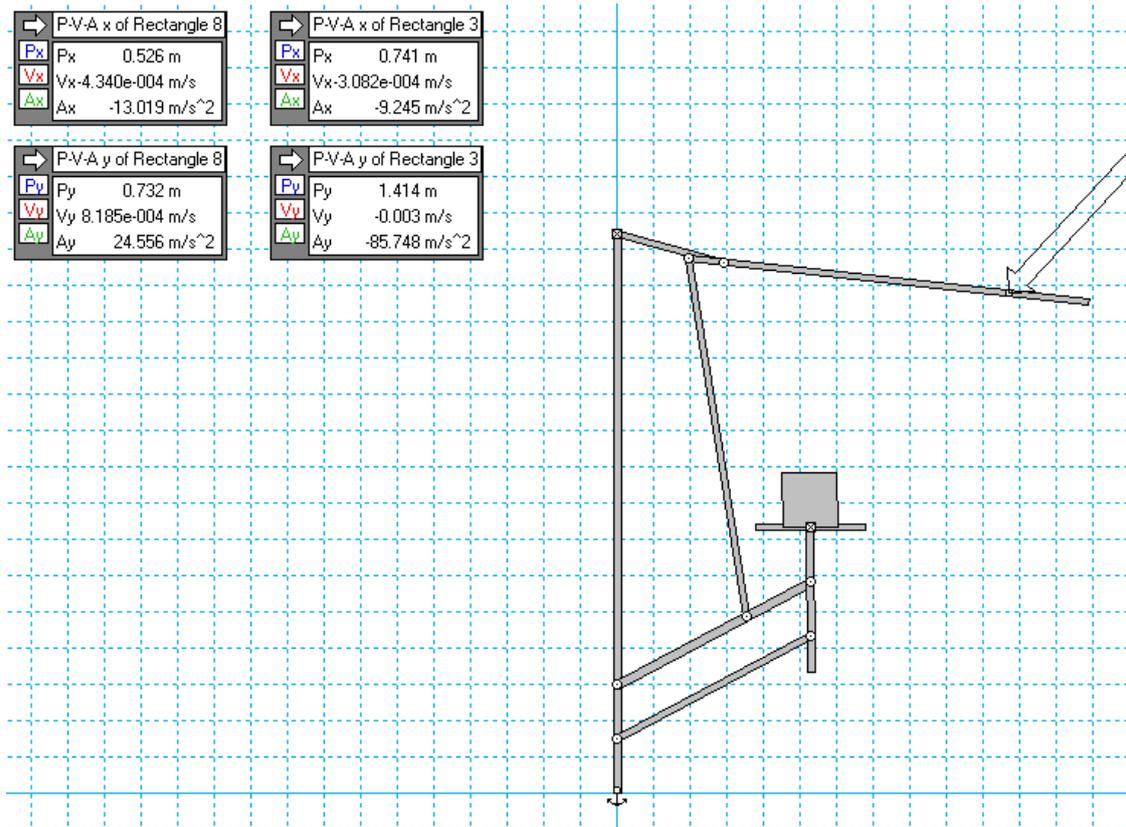
Como resultado obtenemos que la fuerza a aplicar para accionar el mecanismo debe ser al menos, proporcionalmente hablando, el 50,194% del valor del peso de usuario que pretenda accionar el mecanismo.

Otro de los datos relevantes es la posición inicial del usuario respecto del suelo, dicha posición se indica en la siguiente imagen, y su valor es de 0,658m. Es importante tener en cuenta que ésta posición inicial del usuario en esta representación coincide con el punto de reposo del mecanismo, es decir, ocupa la misma posición que cuando la máquina no está siendo utilizada, y la misma se encuentra sin fuerza ni movimiento alguno que la accione.



35. Ilustración Posición Partida-elaboración propia

La posición más elevada que alcanza el usuario se puede observar accionando el mecanismo en *Working Model*, y parando el movimiento del mismo cuando la posición del usuario coincida con el punto máximo que la máquina es capaz de realizar. Dicho punto, como se muestra en la siguiente imagen, tiene un valor de 0,732m. De esta manera, es posible calcular la diferencia de altura entre las posiciones inicial y final del usuario, siendo esta de 0,074m.



36.PosiciónPartidaFinal-elaboraciónpropia

Además, en este caso se puede observar que la variación respecto al eje x de la posición del usuario varía entre los valores 0,559m y 0,526m, en las posiciones inicial y final respectivamente, lo que aporta que el usuario retrocede 0,033m durante todo el recorrido de accionamiento que tiene el mecanismo.

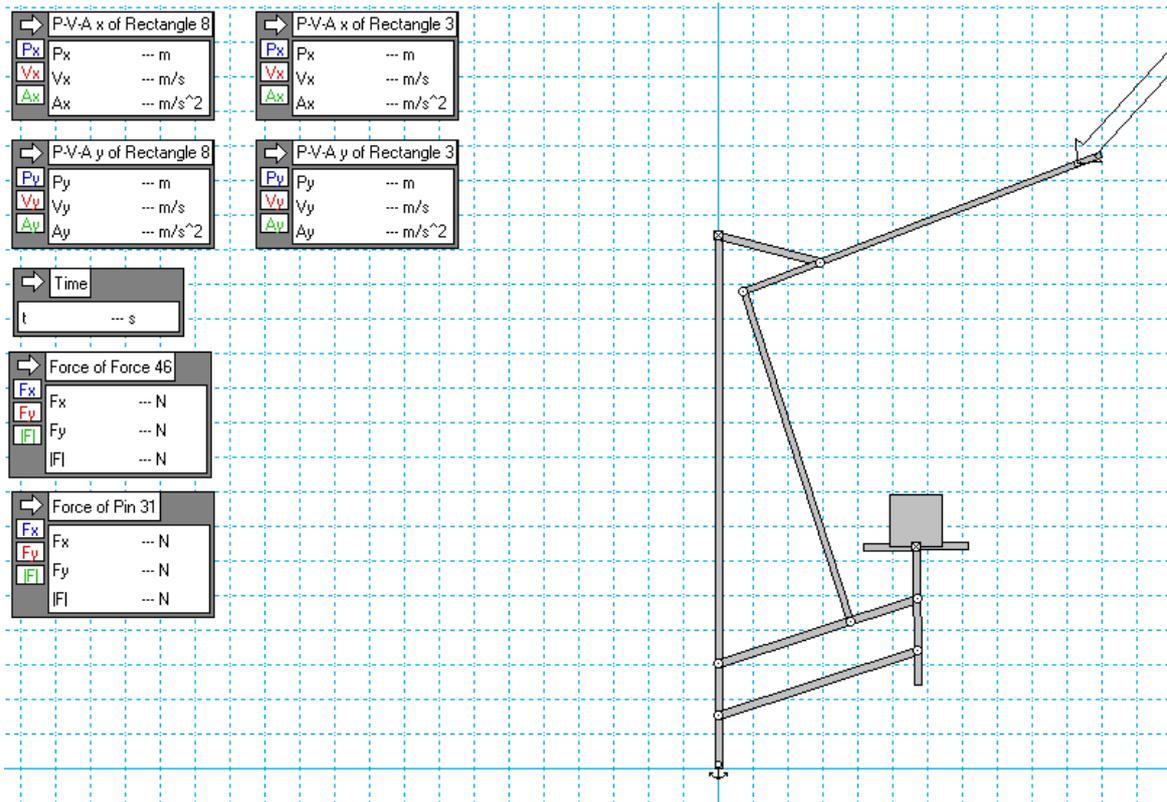
Luego durante el recorrido que realiza el mecanismo a razón de la fuerza que ejerce el usuario, éste varía su posición 74mm en sentido vertical ascendente y 33mm en sentido horizontal negativo.

7.6.2. SUBIR PUNTO UNIÓN ENTRE LA+ BANCADA Y LA BARRA DOS

Para el segundo ensayo se procede a variar el aspecto del mecanismo, sin que sea muy abusivo, pero que permita obtener, en principio, una variación notable en los resultados que interesan conocer, a fin de optimizar el mecanismo.

Para ello, se aleja la posición de la unión entre las barras uno y dos respecto de la unión entre las barras dos y tres, de tal manera que su unión respecto de la bancada cambia entre ambas barras, pero sin que se modifique su unión respecto a la barra

tres. Dicho cambio se puede observar en la siguiente imagen. Además, es posible visualizar un caso límite en el cual entre la barra tres y la barra cuatro se forme un ángulo recto, es decir en el punto c. Para lograr este caso, es necesaria trasladar la barra dos hasta la posición del punto b, tal que, como se ha descrito, se formen entre las barras tres y cuatro un ángulo recto. Como consecuencia, el punto de aplicación de la carga se encuentra en una posición más extremista respecto de la barra dos.



37.Caso2Enunciado-elaboraciónpropia

Realizando pruebas con los valores de las componentes de la fuerza se logra descubrir que para accionar el mecanismo, aplicando una fuerza en un ángulo de 45° en el punto de aplicación de la misma, es necesaria como mínimo la aplicación de una fuerza en cada una de sus componentes de -690N.

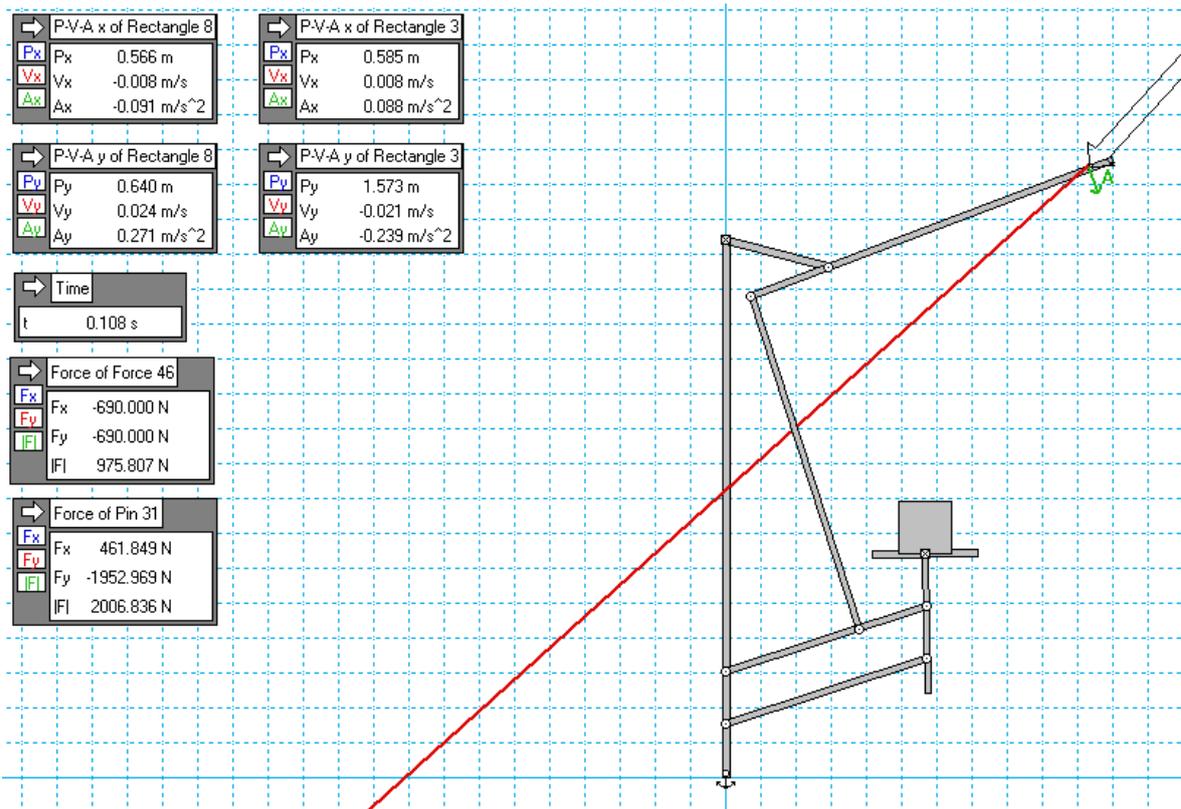
Para calcular el módulo de la fuerza y poder relacionar el peso del usuario con dicha fuerza, se procederá a calcular por el mismo método que se ha utilizado en el anterior caso.

$$|F| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$|F| = \sqrt{(-690N)^2 + (-690N)^2}$$

$$|F| = 975,807N$$

Una vez calculado el módulo de la fuerza y comprobado en *Working Model* el valor de la misma en $F=975,807N$, y sabiendo que el peso del usuario es igual a $901,6N$, no es necesario calcular siquiera el porcentaje de fuerza necesaria a aplicar por cada peso de usuario, puesto que la fuerza en este caso ya es superior al peso del usuario mismo.



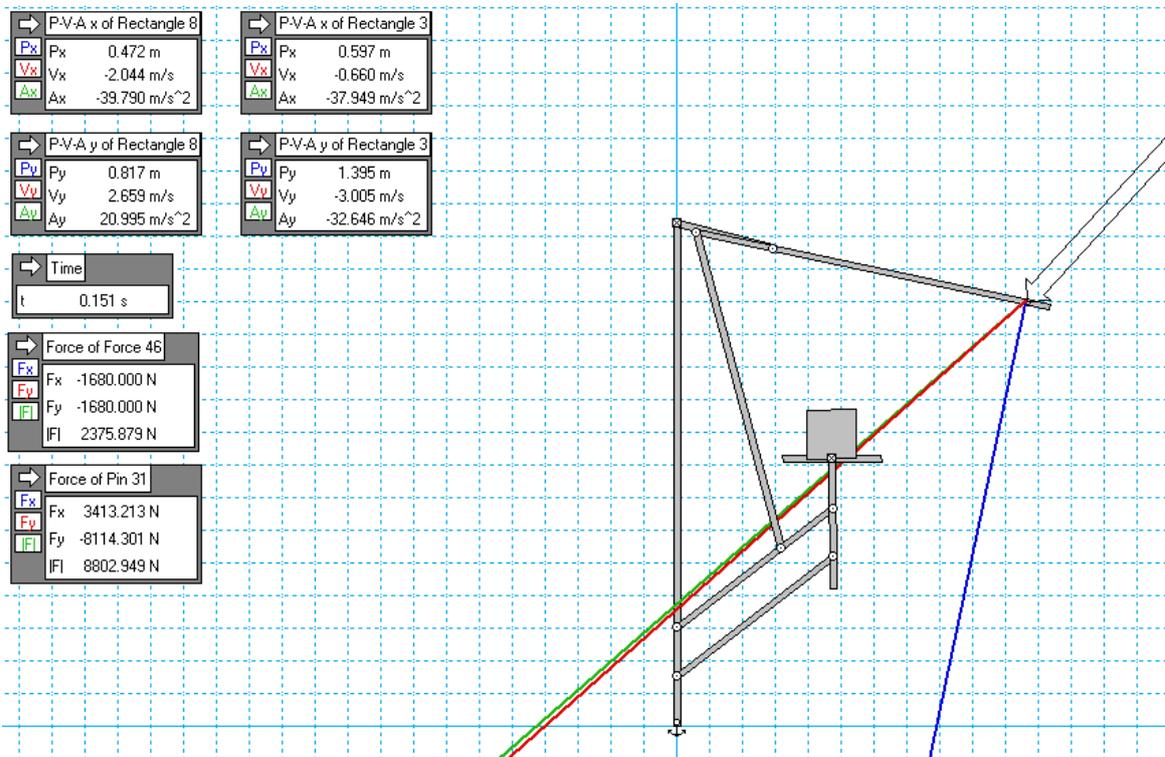
38.Caso2Inicial-elaboraciónpropia

Además, observando los resultados que arroja *Working Model*, es posible contemplar otros factores que influyen de un modo potencial en el funcionamiento del mecanismo.

Uno de estos factores que destaca en este caso de estudio es la fuerza que debe de aguantar el punto a, representado en la imagen anterior en el cuadro de fuerzas de Pin 31. Dicho punto de rotación entre las barras dos y tres debe soportar una fuerza en módulo de cerca de $2000N$, una fuerza demasiado elevada a la hora de intentar trabajar en un material y un rodamiento que la resistan a la intemperie.

La importancia de este punto se debe al hecho de que en las uniones entre eslabones es necesaria la instalación de rodamientos que permitan al mecanismo

reducir las pérdidas mecánicas debidas al rozamiento y servir de elemento intercambiable que soporte el desgaste debido al movimiento relativo, sin que eje y soporte resulten de algún modo deteriorados.



39.Caso2Final-elaboraciónpropia

Entre ambas imágenes mostradas como modo de accionamiento del mecanismo permiten calcular la variación de posición del usuario respecto de la posición de equilibrio, si bien el cambio realizado en este caso de estudio no va a ser aplicado al rediseño de la máquina, es posible que aporte información.

Como es posible contemplar en las imágenes adjuntas que muestran ambas posiciones extremas del mecanismo la posición del usuario respecto al eje y varía aumentando dicha coordenada desde los 0,638m hasta los 0,817m, provocando una elevación del usuario correspondiente a la diferencia entre las dos anteriores alturas, como es 0,179m.

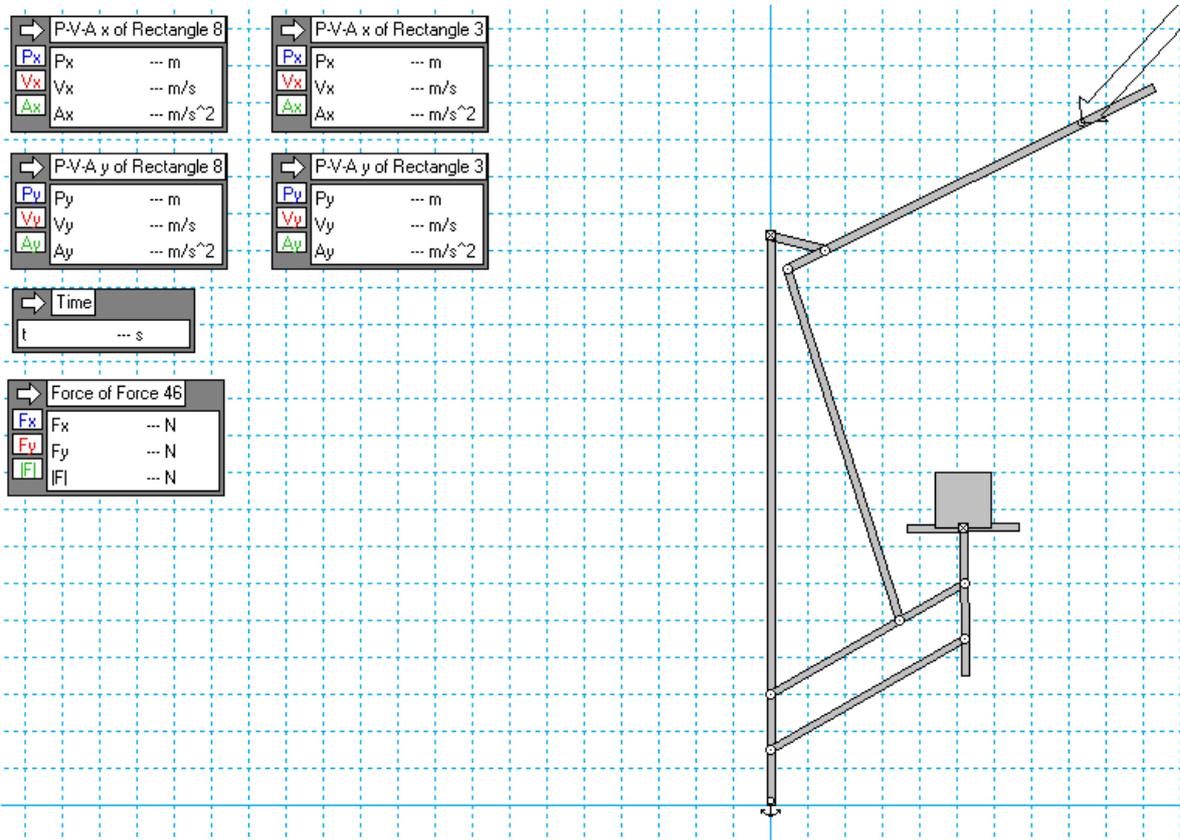
Y respecto al eje x, se contempla que el usuario retrasa su posición desde la coordenada horizontal igual a 0,566m hasta los 0,472m, provocando un retroceso en el mecanismo que se transmite al usuario de 0,094m.

Si bien en términos de optimización de la fuerza empleada del usuario al usar la máquina este caso no es útil, mecánicamente hablando, es posible aumentar incluso

a más del doble la distancia recorrida por el usuario durante la trayectoria que describe el mismo durante el accionamiento del mecanismo.

7.6.3. ACORTAR BANCADA

En este caso se procede a reducir la largura de la barra superior que está unida a la bancada y que forma parte de ella, para realizar este caso de prueba se procede a reducir la dimensión de la definida barra pasando de 0,3m hasta 0,15m, de este modo, reducimos considerablemente el valor para obtener la diferencia se resultados que se obtengan los más claros posibles para su futura interpretación.



40.Caso3Enunciado-elaboraciónpropia

Una vez se han realizado las pruebas oportunas para averiguar la fuerza necesaria que necesita realizar el usuario para accionar el mecanismo se obtiene que la fuerza a aplicar por el mismo en cada una de las proyecciones es de -390N.

Una vez obtenidas las proyecciones de la fuerza necesaria para accionar el mecanismo, es necesaria calcular su módulo.

$$|F| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$|F| = \sqrt{(-390N)^2 + (-390N)^2}$$

$$|F| = 551,543N$$

Se obtiene una fuerza en módulo de 551,543N, la cual comparada con la necesaria para accionar el mecanismo del primer caso es ligeramente superior, lo que significa que el mecanismo requerirá más fuerza del usuario para comenzar el movimiento.

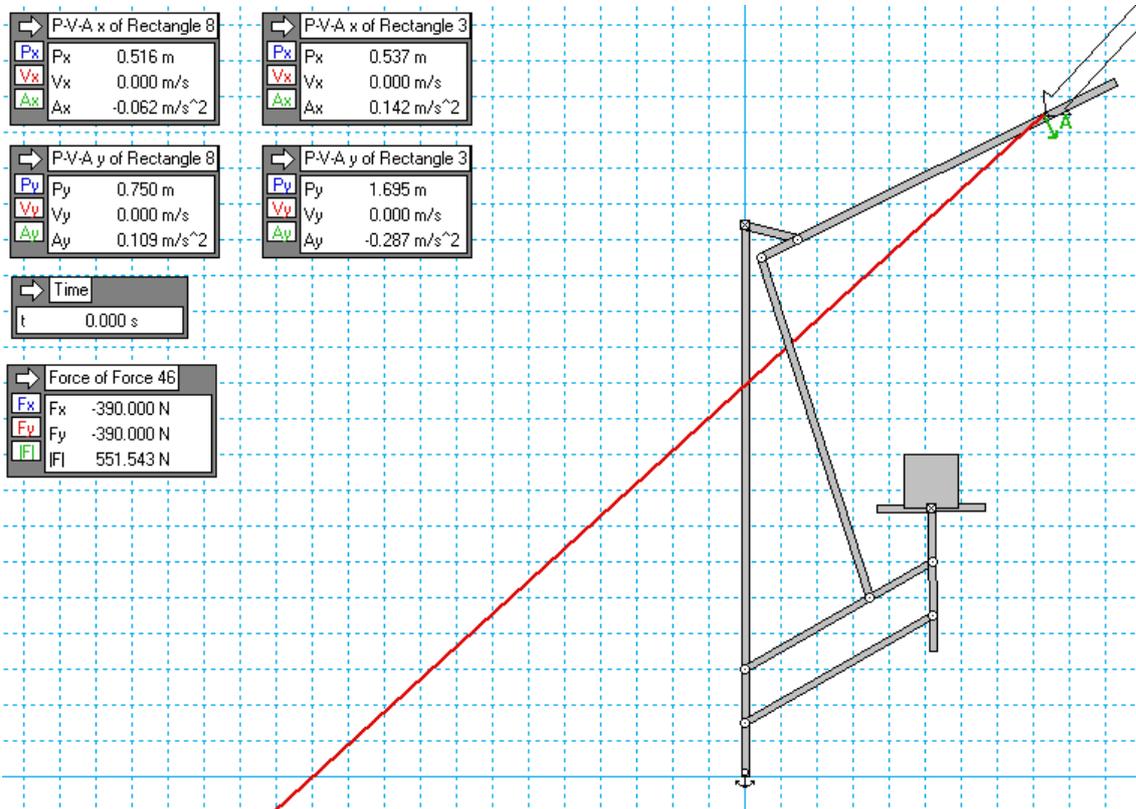
$$\frac{x_3}{y_3} = \frac{901,6N}{551,543N}$$

$$x_3 = 1,6347y_3$$

$$y_3 = \frac{x_3}{1,6347} \times 100$$

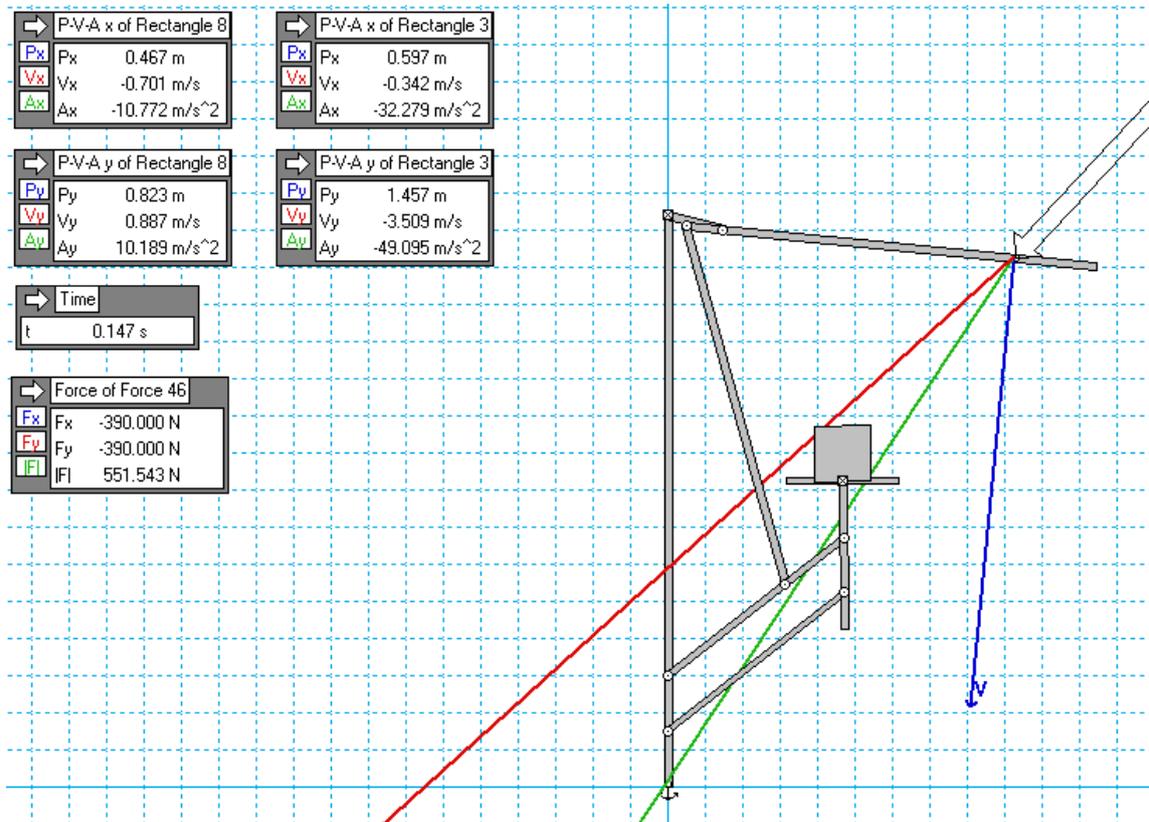
$$y_3 = 61,174 \times x_3 \%$$

Como era previsible la carga a elevar por el usuario supone ese incremento de fuerza del que se había hablado anteriormente.



41.Caso3Inicial-elaboraciónpropia

No obstante, del mismo modo que se ha procedido a calcular la variación de posición que experimenta el usuario en los anteriores casos, se va a proceder a calcular también en este. De tal manera, que en la imagen anterior es posible observar la posición del usuario en el instante inicial y en la imagen siguiente la posición del mismo en el instante de máxima elevación respecto el eje y.



42.Caso3Final-elaboraciónpropia

Se puede apreciar que la máxima elevación del asiento coincide con la superposición de las barras uno y dos, lo que provocaría la instalación de un elemento en y que posibilitara esta opción, de tal manera, que ambas barras no impidan el movimiento de las respectivas.

En las imágenes anteriores se puede observar la variación de posición de 0,516m a 0,467m y 0,750m a 0,823m, en los ejes x e y respectivamente. Lo que provoca una variación en el valor del eje x que decrece 0,049m y otra en el valor de y, que aumenta 0,073m positivamente.

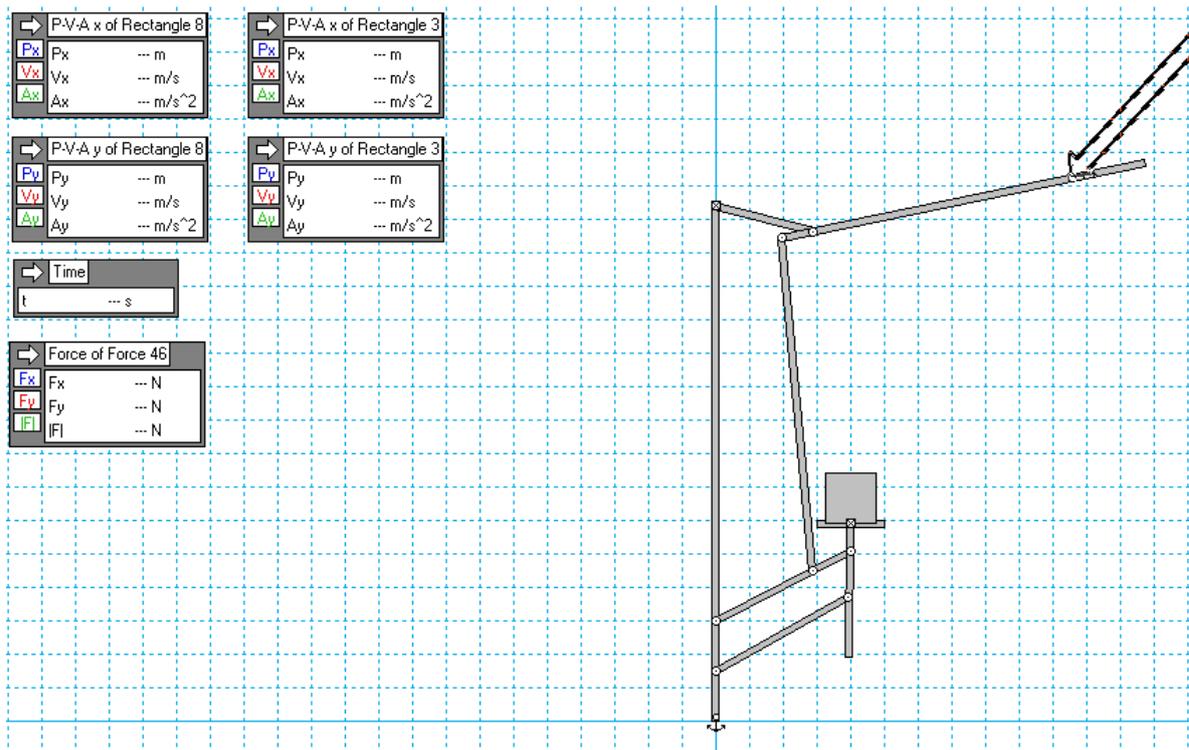
De esta manera se obtiene, una variación mínima en el eje y, y otra más visible en el eje x respecto a las variaciones estudiadas en el primer caso.

7.6.4. DISMINUCIÓN LONGITUD BARRAS PARALELAS

Para el caso que se va a estudiar a continuación se procede a acortar la longitud de las barras paralelas que guían la posición del usuario, de tal manera, que el usuario varíe lo mínimo posible su inclinación respecto del asiento.

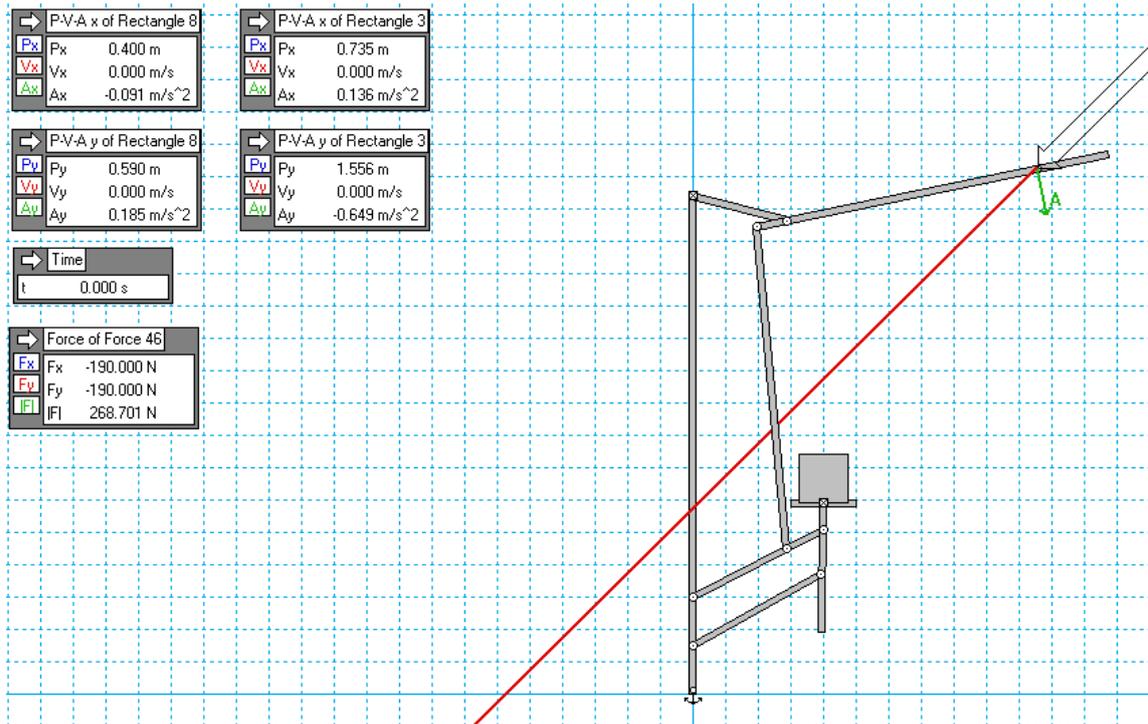
De esta manera, se obtiene un caso como el que refleja la siguiente figura. Es posible ver que la longitud de las barras paralelas es mucho más corta, pero exactamente se reducen desde los 0,6m que medían antes, hasta los 0,45m que han pasado a medir ahora.

Ha sido necesaria la reducción de la profundidad del asiento del usuario, pero no es un dato relevante, pues lo que se quiere estudiar es la variación en función de variar diferentes parámetros. La causa del cambio se debe a la superposición de la barra tres y la seis que impide el desplazamiento del mecanismo.



43.Caso4Enunciado-elaboraciónpropia

A continuación, se proceden a realizar las pruebas variando los valores de las coordenadas de la fuerza accionadora, como se ha realizado anteriormente, aumentando poco a poco la misma hasta que se aprecie el movimiento deseado en el mecanismo.



44.Caso4Inicial-elaboraciónpropia

Curiosamente, la fuerza necesaria para accionar el mecanismo con estos cambios descende notablemente, pues ahora las coordenadas de la fuerza mínima para la aparición del movimiento pasan a tener un valor de -190N, un valor relativamente bajo si se tiene en cuenta las fuerzas que eran necesarias en los anteriores casos estudiados.

De la misma manera que en los anteriores casos se procede al cálculo del módulo de la fuerza.

$$|F| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$|F| = \sqrt{(-190N)^2 + (-190N)^2}$$

$$|F| = 268,701N$$

Y una vez calculado el módulo de la fuerza accionadora del mecanismo, se comprueba el valor de la misma con el resultado que se obtiene de ésta en *Working Model* y se comprueba su correcto cálculo.

Este valor absoluto de fuerza iniciadora de movimiento confirma que la fuerza a ejercer por el usuario es menor que en el resto de casos. No obstante, es necesario el cálculo de la misma para su futura interpretación.

Se relacionan pesos y fuerzas conocidas con las incógnitas, se despeja una, y obtenemos el valor de esa incógnita en valor de la otra.

$$\frac{x_4}{y_4} = \frac{901,6N}{268,701N}$$

$$x_4 = 3,3554y_4$$

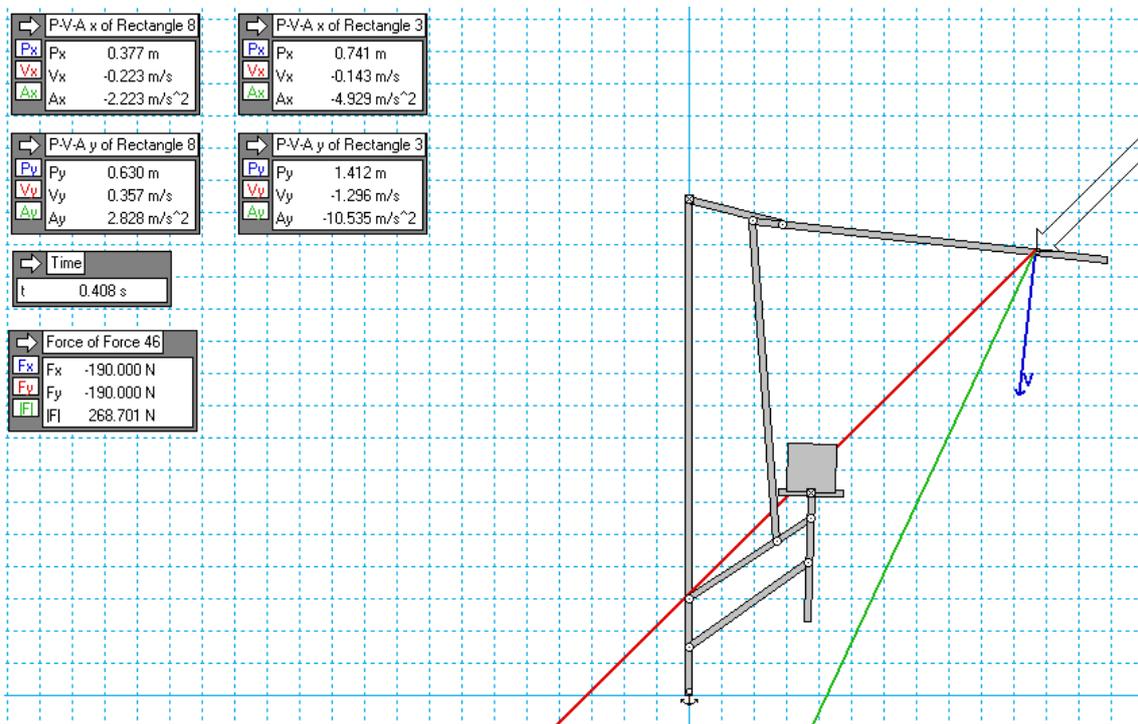
De la misma manera que en anteriores casos es muy representativo calcular el porcentaje que relaciona ambas variables.

$$y_4 = \frac{x_4}{3,3554} \times 100$$

$$y_4 = 29,803 \times x_4\%$$

Finalmente se obtiene que la fuerza a realizar por el usuario es del 29,803% del peso del mismo, un resultado diferenciador respecto a los anteriores obtenidos, puesto que la fuerza a aplicar por el usuario no había bajado en ninguno de los casos estudiados por debajo del 50% del peso del mismo.

De la misma manera que en el resto de casos, se calcula la diferencia de posición del usuario respecto a los dos ejes principales. Para ello, es necesaria la lectura de la siguiente imagen que muestra la posición del usuario en su punto más álgido.



45.Caso4Final-elaboraciónpropia

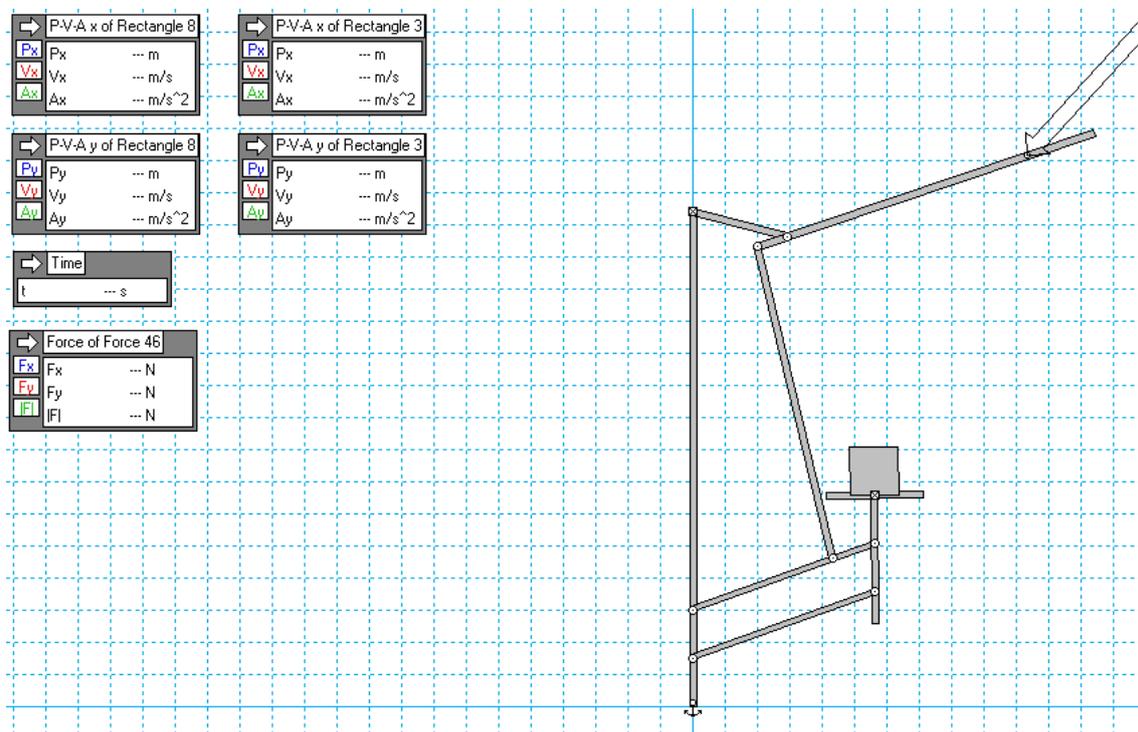
Una vez se hayan logrado alcanzar las posiciones inicial y final, el cálculo a realizar es simplemente resolver la diferencia entre ambas, de tal manera que la variación en el eje x se mueve de 0,4m hasta 0,377m, lo que aporta una información relevante, pues solo ha variado su posición respecto al eje x en 0,023m, en este caso, en el sentido negativo del eje.

Mientras tanto, en el eje y, la variación se ha dado entre los valores 0,590m y 0,630m, lo que proporciona un aumento del valor respecto a esta coordenada de 0,04m, un valor escaso en lo referente a la situación ideal que se prefiere tener en el eje y.

7.6.5. ACERCAR PUNTO UNIÓN ENTRE BARRAS 3-4 AL ASIENTO

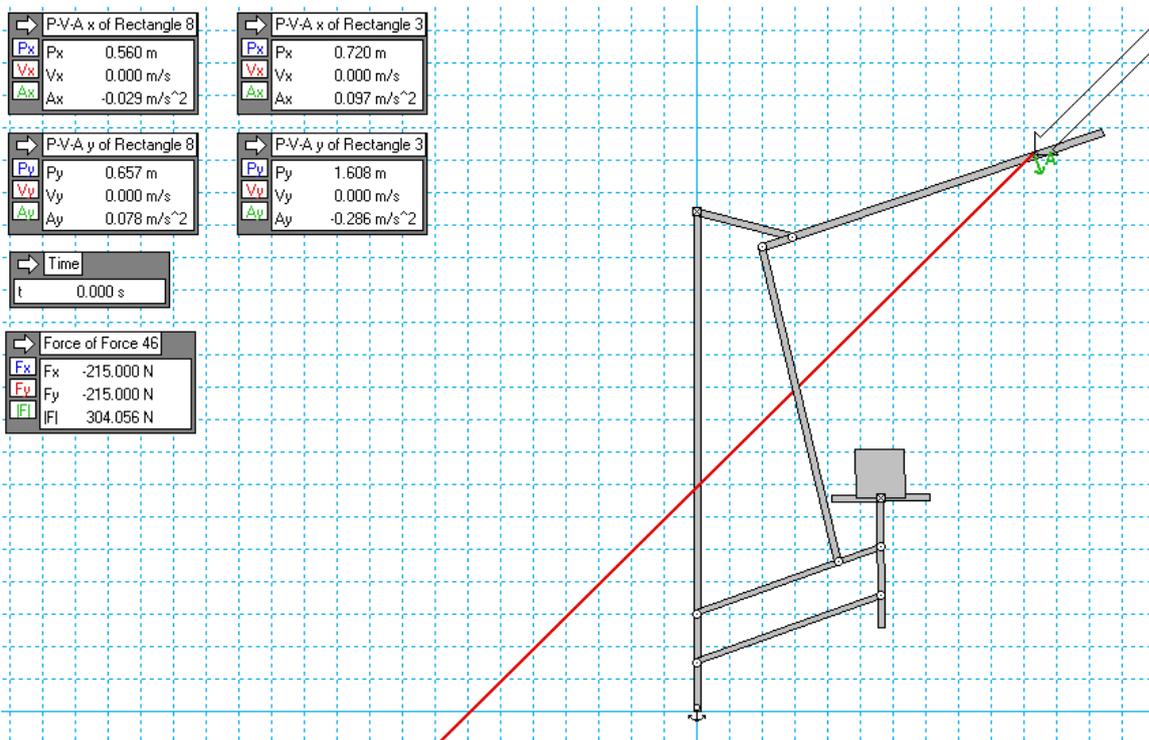
En el caso que se va a estudiar a continuación, se procede a realizar el traslado del punto de unión entre la barra tres y la barra cuatro, es decir, el punto c, acercando el mismo al asiento del usuario, de tal manera, que no provoque una interferencia clara entre las barras tres y seis que restrinjan el movimiento del mecanismo.

De esta manera se obtiene el mecanismo que se muestra en la siguiente imagen.



46.Caso5Enunciado-elaboraciónpropia

Realizando el estudio de fuerzas que se ha realizado en los anteriores casos a fin de encontrar las componentes mínimas de la fuerza aplicada en un punto de la barra dos a 45° de la horizontal que permitan accionar el mecanismo, se observa que el mismo comienza a realizar el movimiento deseado a partir de la aplicación de -215N en cada una de las componentes de la definida fuerza, como se indica en la siguiente imagen.



47.Caso5Inicial-elaboraciónpropia

A partir de aquí es necesario el cálculo del módulo de la fuerza que se traduce de la aplicación de las componentes de la misma anteriormente halladas. De este modo, la fuerza resulta:

$$|F| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$|F| = \sqrt{(-215N)^2 + (-215N)^2}$$

$$|F| = 304,055N$$

Comprobando con el resultado que ofrece el programa del módulo se puede verificar el resultado. De tal manera, que permita el cálculo que permite relacionar el usuario que la utiliza en este caso, el cual cumple un percentil 95 del estudio seleccionado en este proyecto con un peso de 92kg, con un usuario de x peso.

$$\frac{x_5}{y_5} = \frac{901,6N}{304,055N}$$

$$x_5 = 2,9653y_5$$

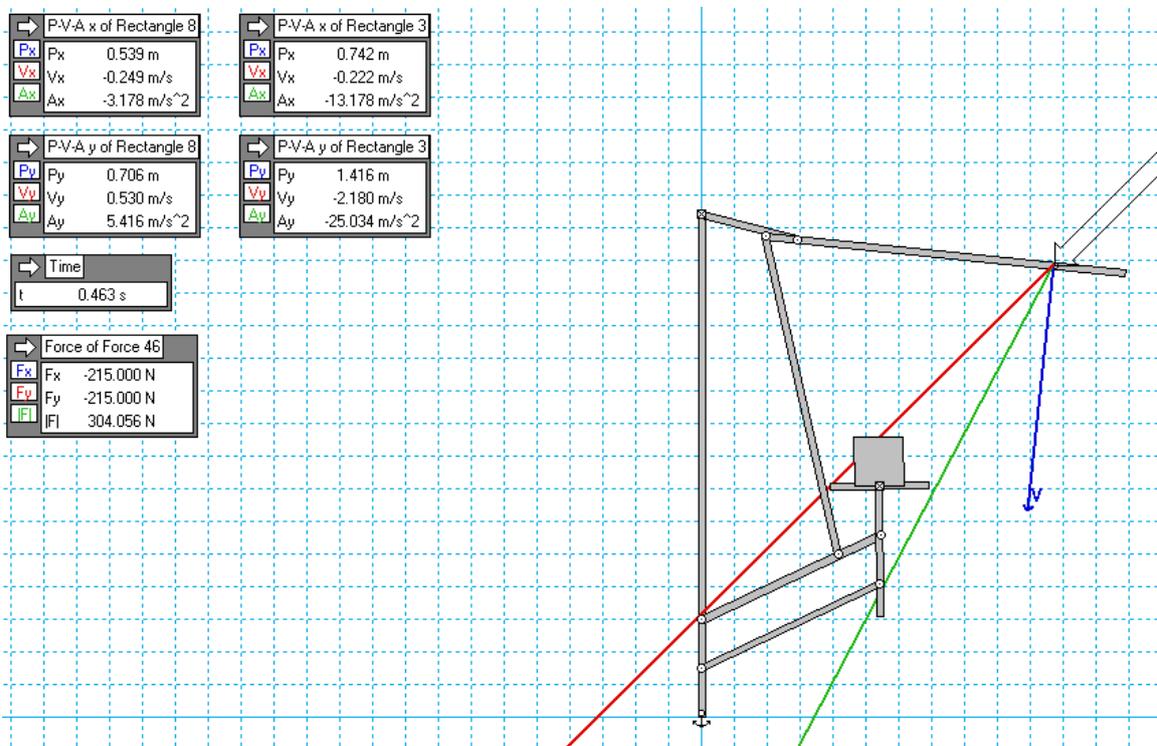
De la misma manera que en anteriores casos es útil la realización del cálculo en porcentaje que relaciona ambas variables.

$$y_5 = \frac{x_5}{2,9653} \times 100$$

$$y_5 = 33,7239 \times x_5\%$$

Se obtiene una disminución de la fuerza necesaria a emplear por el usuario para accionar el mecanismo, siendo ésta el 33,7239% del peso del mismo. De esta manera, se obtiene un descenso de la fuerza a emplear por el usuario respecto del primer caso, de la misma manera que pasaba en el anterior caso estudiado, no obstante, no es tanto el descenso que se acusa como en el mencionado anterior caso.

De la misma manera que en los anteriores casos, se estudia la variación de posición que experimenta el usuario durante el movimiento del mecanismo.



48.Caso5Final-elaboraciónpropia



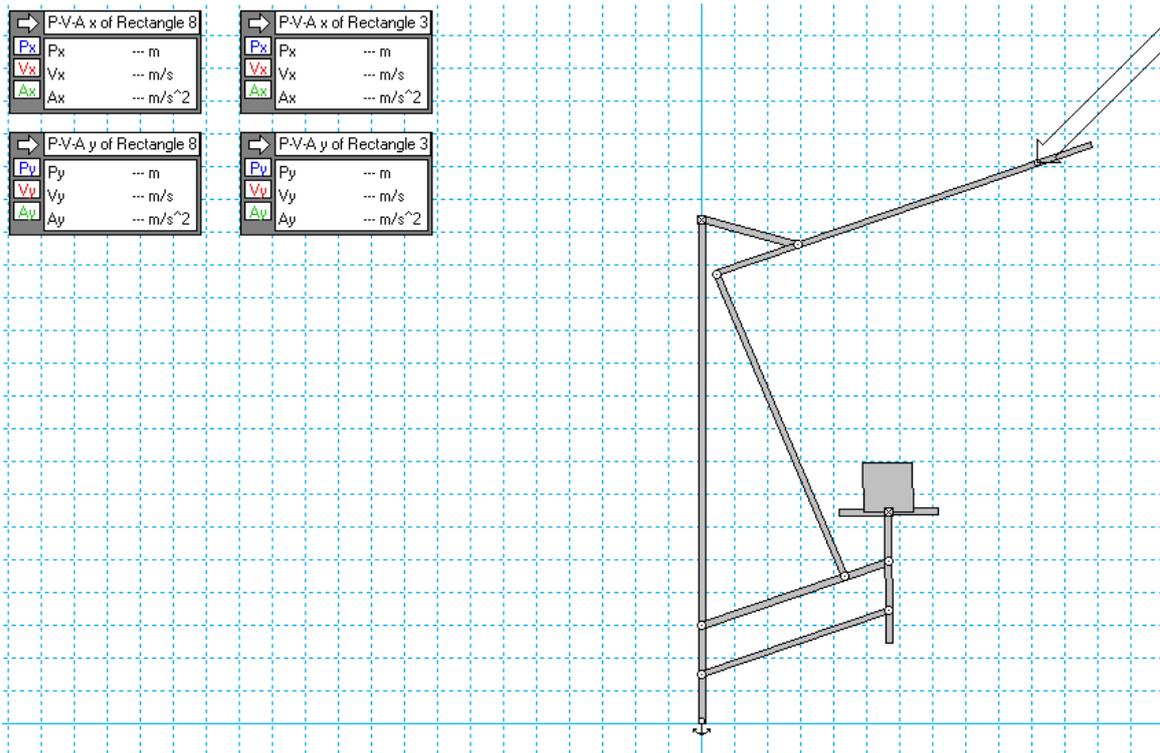
Como se puede apreciar en las dos imágenes anteriores, el usuario varía su posición en el eje x desde los 0,56m hasta los 0,539m, retrasando su posición en el eje x 0,021m. Mientras tanto, en el eje y el usuario experimenta un aumento de la coordenada que pasa de los 0,657m hasta los 0,706m, siendo ésta variación de 0,049m.

Por lo que se puede observar en los casos anteriores que se ha logrado reducir la fuerza a ejercer por el usuario para realizar todo el recorrido del mecanismo, se ha acusado una diferencia en la diferencia de posición del usuario en los puntos inicial y final del recorrido del mecanismo, siendo ésta notablemente inferior a la obtenida en el primer caso.

7.6.6. AUMENTAR LONGITUD BARRA DOS

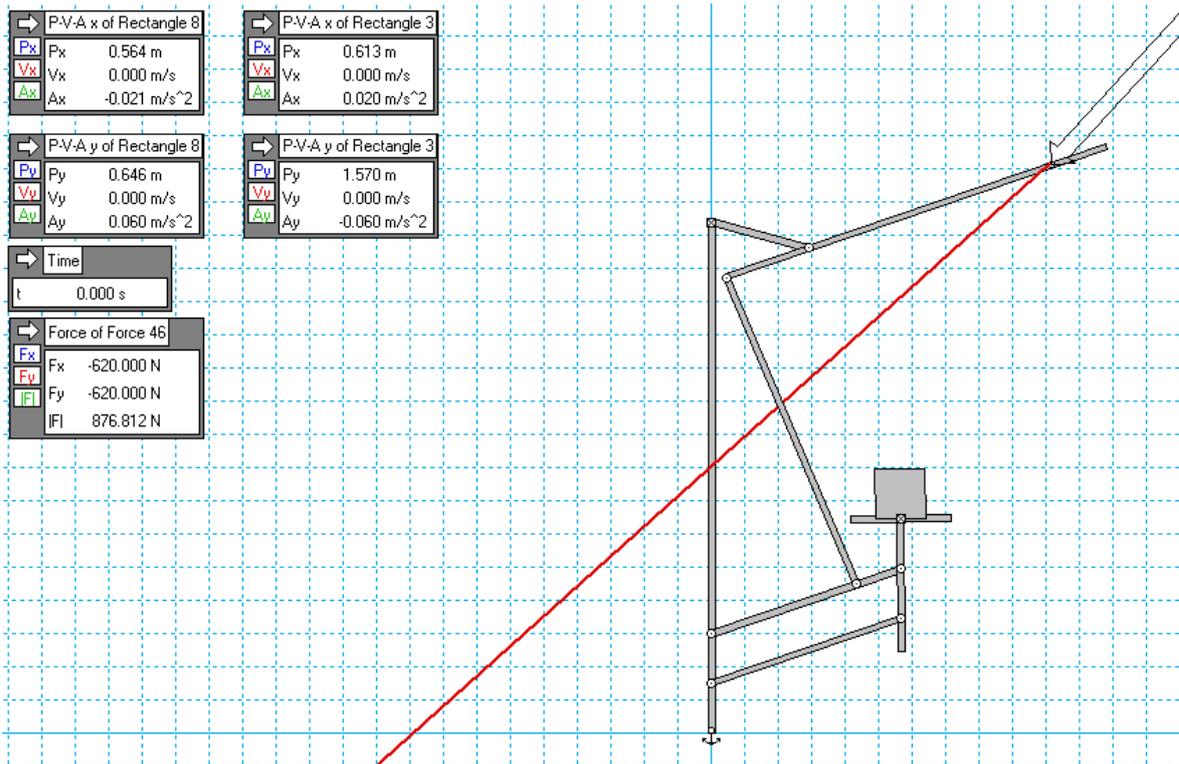
Puesto que el acercamiento que provoca la unión de la barras tres y la cuatro respecto a la barra seis ha resultado beneficioso para el descenso de fuerza a ejercer por el usuario, resulta interesante mantener esta unión y alargar la barra dos, de tal modo que se una a la barra tres en un punto más separado del punto de unión que tiene la barra dos a la barra uno.

Aplicando estos cambios, el mecanismo queda como se muestra en la siguiente imagen.



49.Caso6Enunciado-elaboraciónpropia

Una vez que se han realizado las pruebas suficientes que aporten un valor a la fuerza mínima necesaria para accionar el mecanismo, los resultados de esta fuerza en cada una de sus componentes es de -620N. Un valor algo sorprendente porque en el anterior caso, se estudiaba la fuerza necesaria trasladando el punto de unión entre las barras tres y cuatro, obteniendo unos resultados óptimos para el ejercicio, no obstante, si aparte de realizar ese cambio aumentamos la longitud de la barra dos, retrasando la unión entre ésta y la barra tres, aumenta considerablemente esta fuerza mínima necesaria.



50.Caso6Inicial-elaboraciónpropia

Una vez hallada esta fuerza, se pasa a calcular el módulo de la misma, de igual manera a la calculada en los anteriores casos.

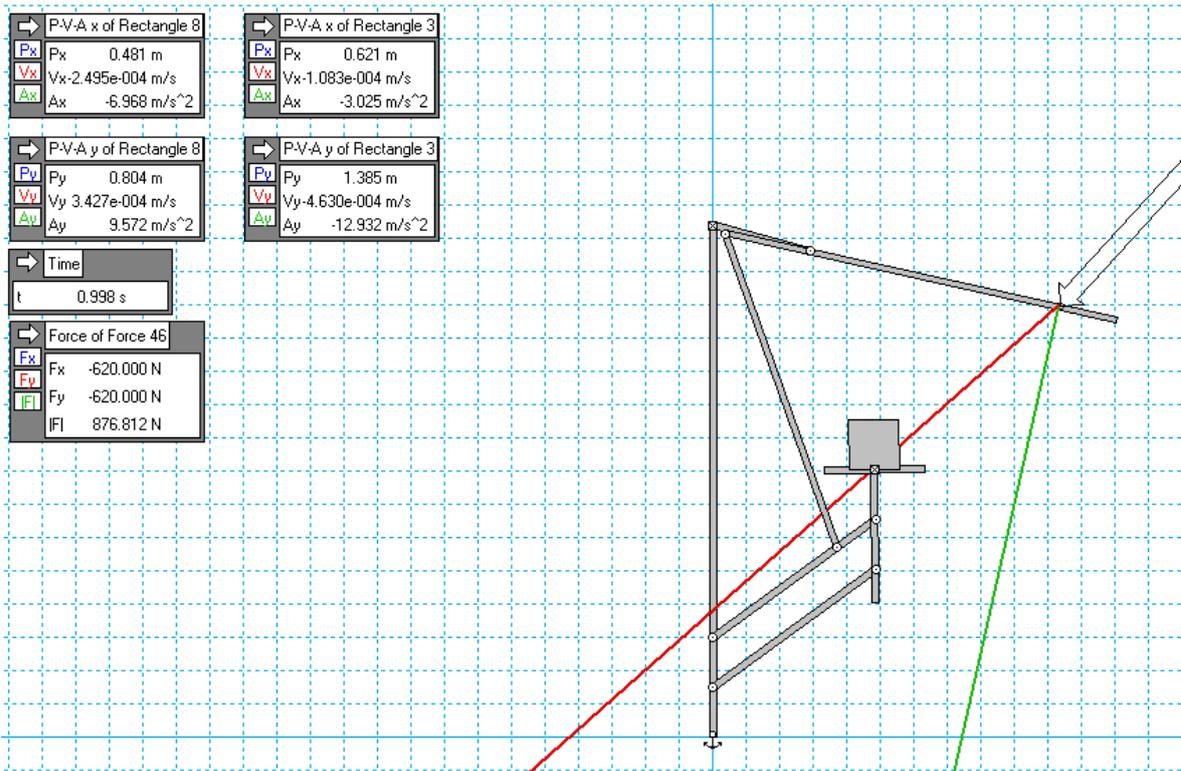
$$|F| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$|F| = \sqrt{(-620N)^2 + (-620N)^2}$$

$$|F| = 876,812N$$

Se puede observar que el valor de la fuerza a realizar es desproporcionado en relación al peso del usuario que lo acciona, siendo casi similares la fuerza que ejerce el peso del usuario en relación a la que tiene que aplicar para accionar el mecanismo. Siendo el peso del usuario 901,6N, como se ha calculado anteriormente en este estudio.

De la misma manera que se ha resuelto y comprobado el cálculo de la fuerza en anteriores casos, se procede a calcular las posiciones inicial y final del usuario a lo largo del recorrido del mecanismo.



51.Caso6Final-elaboraciónpropia

A modo ilustrativo se calcula el porcentaje de fuerza a realizar por el usuario en relación al peso del mismo, aunque con la fuerza obtenida ya sea suficiente para valorar su escasa viabilidad constructiva.

$$\frac{x_6}{y_6} = \frac{901,6N}{876,812N}$$

$$x_6 = 1,0283y_6$$

Para que la solución sea más fácilmente visualizable, se procede al cálculo que relaciona peso del usuario y fuerza ejercida por el mismo en porcentaje.

$$y_6 = \frac{x_6}{1,0283} \times 100$$

$$y_6 = 97,25 \times x_6\%$$

El resultado es demoledor, pues muestra que el usuario debe realizar casi la misma fuerza para accionar el mecanismo que para elevar su propio peso.

A continuación, una vez obtenidas la imagen inicial y la final del recorrido del mecanismo se calcula dicho desplazamiento numéricamente.



En las imágenes se aprecian las posiciones del usuario respecto a los ejes x e y, reflejadas en el cuadro de información referente al Rectangle.8, el cual es el asiento del usuario.

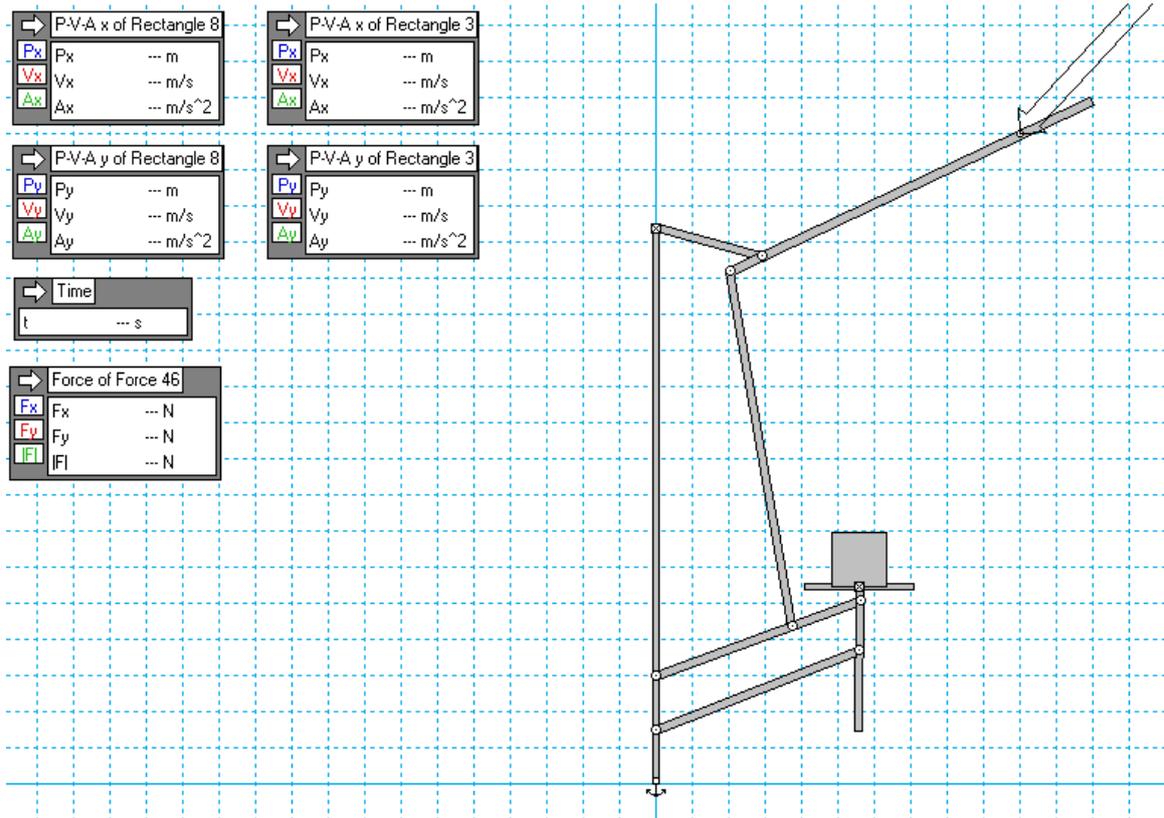
Dichas distancias son de 0,564m y 0,646m, respecto al eje x e y respectivamente en el instante inicial y 0,481m y 0,804m, de la misma manera, respecto a los ejes x e y respectivamente, pero esta vez en el instante de máxima elevación del usuario como resultado del accionamiento del mecanismo.

Luego la diferencia de posición del usuario es de 0,083m que se retrasa respecto al eje x, y 0,158m que incrementa su altura el usuario respecto al eje y.

7.6.7. SUBIR ALTURA BARRAS PARALELAS HACIA EL ASIENTO

En este caso, se procede a acercar las barras paralelas que se unen al asiento del usuario al mismo, de este modo, se podrá comprobar si la distancia de estas al usuario afecta de algún modo al comportamiento del mecanismo.

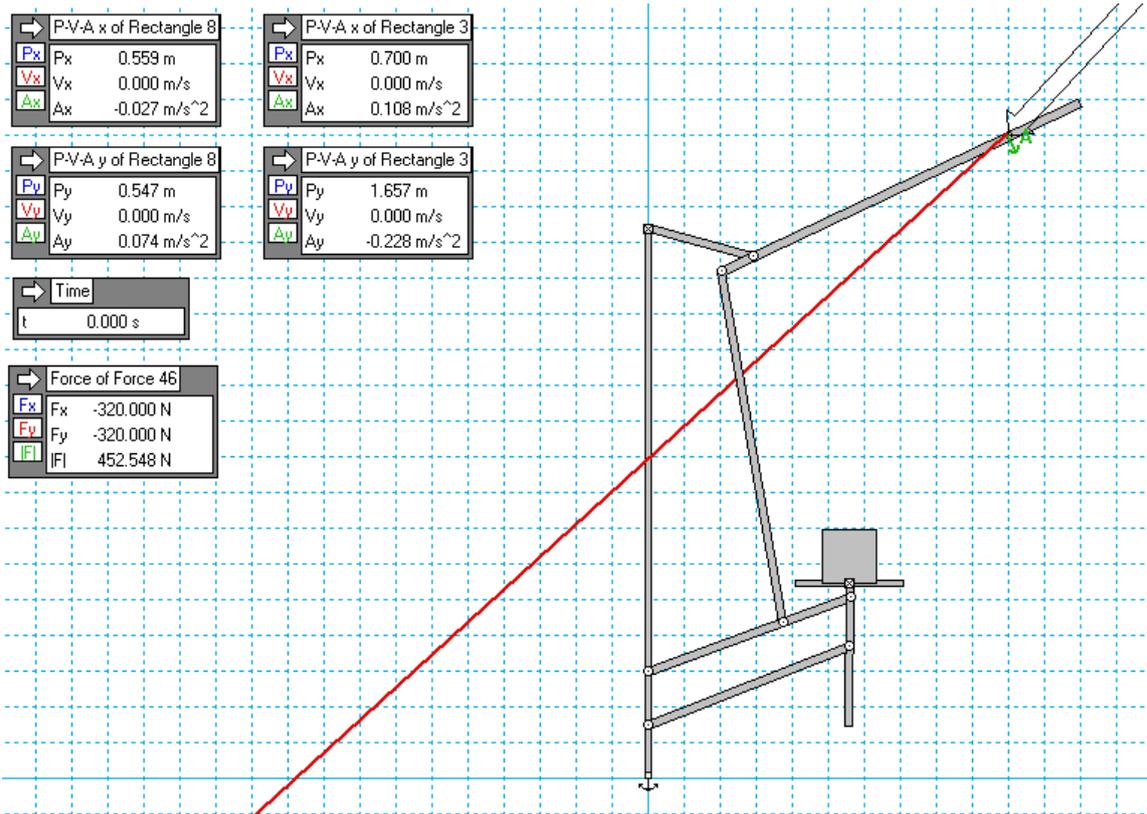
De esta manera, el mecanismo que se desea estudiar adquiere la forma que se representa en la siguiente imagen.



52.Caso7Enunciado-elaboraciónpropia

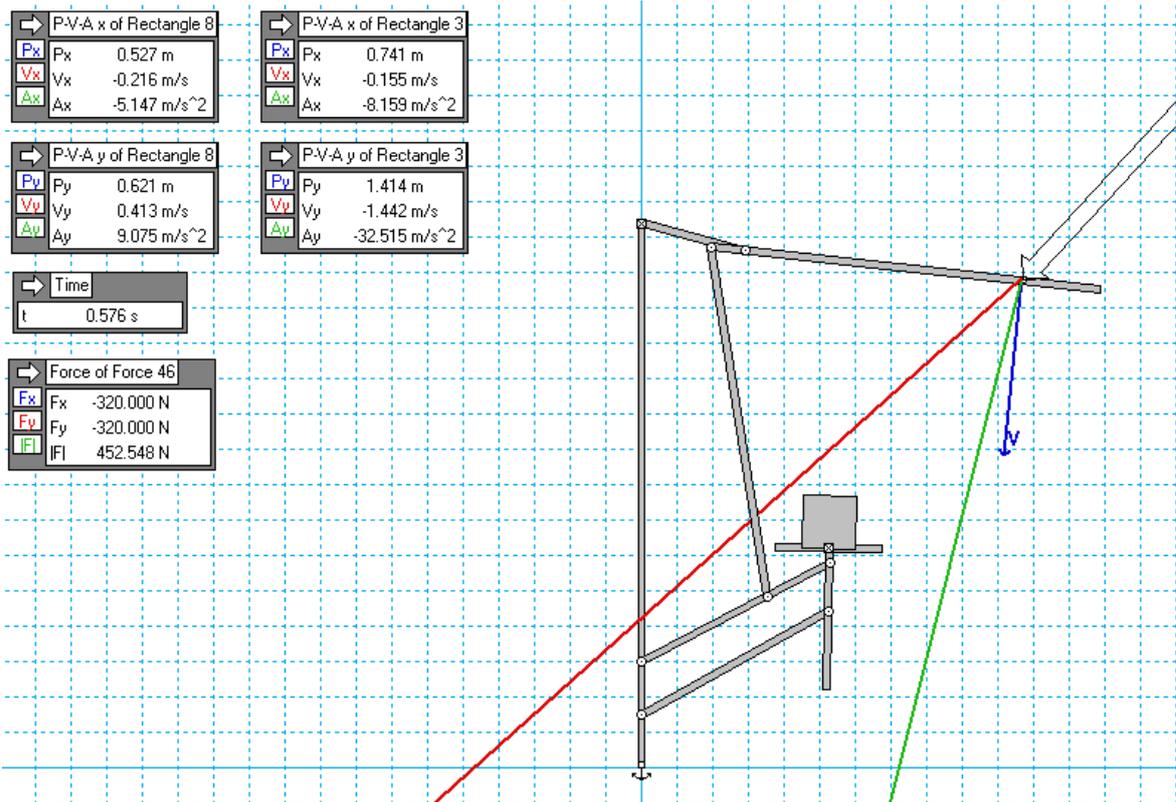
De igual modo que en los anteriores casos, se procede a estudiar la fuerza mínima necesaria para accionar el mecanismo.

Probando diferentes valores en las componentes de la fuerza se obtiene la misma que se necesitaba en el primer caso estudiado, -320N en cada componente de la fuerza aplicada, luego podemos concluir este caso en lo que a fuerzas mínimas necesarias se refiere afirmando que la posición de las barras paralelas respecto al conjunto que compone el asiento de la máquina biosaludable no supone ningún cambio reseñable al comportamiento del mecanismo en general.



53.Caso7Inicial-elaboraciónpropia

Aunque en lo relacionada a la fuerza accionadora del mecanismo este caso no aporte nada especial interés al estudio que se está realizando, es interesante conocer si aun acortando los eslabones paralelos que se unen al asiento no se modifica el valor de la fuerza, puede o no modificar la distancia recorrida por el usuario.



54.Caso7Final-elaboraciónpropia

En dos últimas imágenes adjuntadas al documento se puede observar las distancias inicial y final del usuario respecto a los ejes x e y. Siendo estas distancias de 0,559m y 0,547m, en los ejes x e y respectivamente en el instante inicial y 0,527m y 0,621m, en los mismos ejes x e y respectivamente, pero en este caso en el instante de máxima elevación del usuario. Luego los desplazamientos que realiza el usuario son de 0,032m en sentido negativo en el eje x, y 0,074m en el sentido ascendente del eje y.

Se puede finalizar este caso concluyendo que la posición de la soldadura entre las barras paralelas y el conjunto que forma el asiento de la máquina, no supone cambios en el mecanismo, puesto que incluso las diferencias entre las posiciones final e inicial del usuario se siguen manteniendo respecto del primer caso que no poseía las mismas características.



7.7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Como siguiente parte del estudio que se está llevando a cabo en este proyecto se procederá a comparar los resultados obtenidos en los anteriores casos estudiados con la simulación del mecanismo que se ha desarrollado en *Working Model*.

El fin que tiene esta tabla de resultados que se va a realizar a continuación es la comparación más visual de los resultados obtenidos en los anteriores casos. De esta manera, será más fácil elegir las características que va a tener el mecanismo que se va a diseñar a partir de los resultados obtenidos en el estudio anterior.

En la tabla que se adjunta a continuación se valoran los diferentes aspectos que se han tenido en cuenta a la hora de realizar el estudio pertinente a cada caso que se ha plasmado.

Dichos aspectos que se van a valorar son acompañando a la representación de cada imagen representativa de cada caso, el número que se le ha asignado a ese caso, relación entre la fuerza ejercida por el usuario para elevarse y el peso del mismo, desplazamiento que experimenta el usuario como resultado del movimiento del mecanismo y puntos que se van a tener en cuenta de cada caso para el rediseño de la máquina biosaludable.

Las tablas que resumen la casuística que se ha estudiado se adjuntan al proyecto en formato horizontal.

En las tablas que se han realizado para obtener un resultado más visual de los diferentes casos que se han podido dar en la geometría del mecanismo de la máquina biosaludable, se obtienen diferentes conclusiones a tener en cuenta a la hora de hacer el diseño definitivo de la máquina biosaludable.

7.8. MECANISMO A UTILIZAR

Para realizar el mecanismo final que se va a proceder a instalar en la máquina biosaludable es necesario establecer un porcentaje de fuerza mínima a realizar por el usuario en relación al peso del mismo. Para ello, se debe buscar un porcentaje que sea posible conseguir vistos los resultados que se han obtenido con los casos



estudiados y que corresponda con la fuerza que tenga un percentil dado de la población a la que va dirigida la máquina biosaludable que se va a proceder a diseñar.

El porcentaje deseado entre la fuerza a realizar por el usuario y el peso del mismo deseado va a ser el 30%, dicho porcentaje ha sido incluso rebajado en uno de los casos que se ha propuesto en el estudio anterior, lo que facilita el nuevo diseño del aparato.

Para conseguir dicho porcentaje, hay dos soluciones que conviene analizar y unir a fin de optimizar el resultado del mecanismo. Dichas opciones son los casos 4 y 5, los cuales consistían en disminuir la longitud de las barras paralelas que unen la bancada al asiento y acercar el punto de unión entre las barras tres y cuatro, respectivamente.

A continuación, se procede a simular la unión de estos dos casos, de esta manera, se pretende optimizar el mecanismo, de tal manera, que se reduzca la fuerza a ejercer por el usuario cuanto menos hasta la proporción que se ha seleccionado antes de comenzar este nuevo diseño definitivo de la máquina.

Se procede a realizar este estudio en *Working Model*, de la misma manera que se procedido en los casos que se han estudiado a fin de llegar a las conclusiones que se van a utilizar en este nuevo proceso del proyecto.

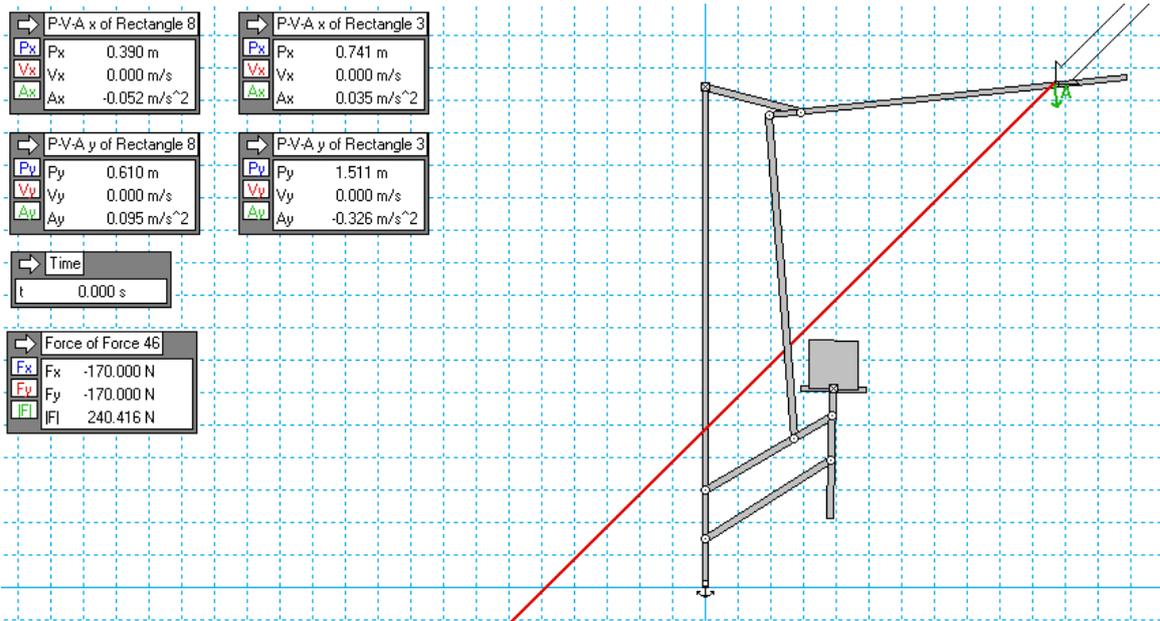
A primera vista, es importante recordar que los resultados obtenidos en los casos que se van a tener en cuenta a la hora de esta fase de diseño definitivo de la máquina, ofrecían una proporción fuerza ejercida por el usuario y peso del mismo muy buena, no obstante, el desplazamiento que experimentaba el usuario era escaso en relación a lo que se pretende obtener.

De esta manera, no se va a predeterminar el valor del desplazamiento del usuario antes de comenzar el estudio, pero se expone que no se pretende llegar a los desplazamientos que ofrecían los casos estudiados.

En el mecanismo definitivo se procede a acortar las barras paralelas que unen el asiento a la barra tres, de tal manera, que sus dimensiones se reducen de 0,6m que tenían en un principio, hasta los 0,45m, que pasan a tener ahora. Además, se procede a acercar el punto de unión entre las barras tres y cuatro hacia el asiento

del usuario, pero resulta imposible. Hasta tal punto, que es obligatorio alejarlo de la posición inicial para lograr un mayor recorrido del usuario, pero aun así no se incrementa dicho desplazamiento lo que se desea.

En las siguientes imágenes se observan los cambios instalados que se acaban de explicar junto a los problemas que han aparecido.



55.PruebaInicial-elaboraciónpropia

Por otra parte, como se puede observar en la imagen anterior, la fuerza a realizar por el usuario se ha visto aún más reducida con estos cambios, hasta -170N de fuerza en cada componente de la misma. De esta manera la relación cambia de la siguiente manera.

Primero, como se ha realizado anteriormente se calcula el módulo de la fuerza:

$$|F| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$|F| = \sqrt{(-190N)^2 + (-190N)^2}$$

$$|F| = 268,7N$$

Luego, la nueva relación viene dada por la siguiente ecuación:

$$\frac{x_f}{y_f} = \frac{901,6N}{268,7N}$$

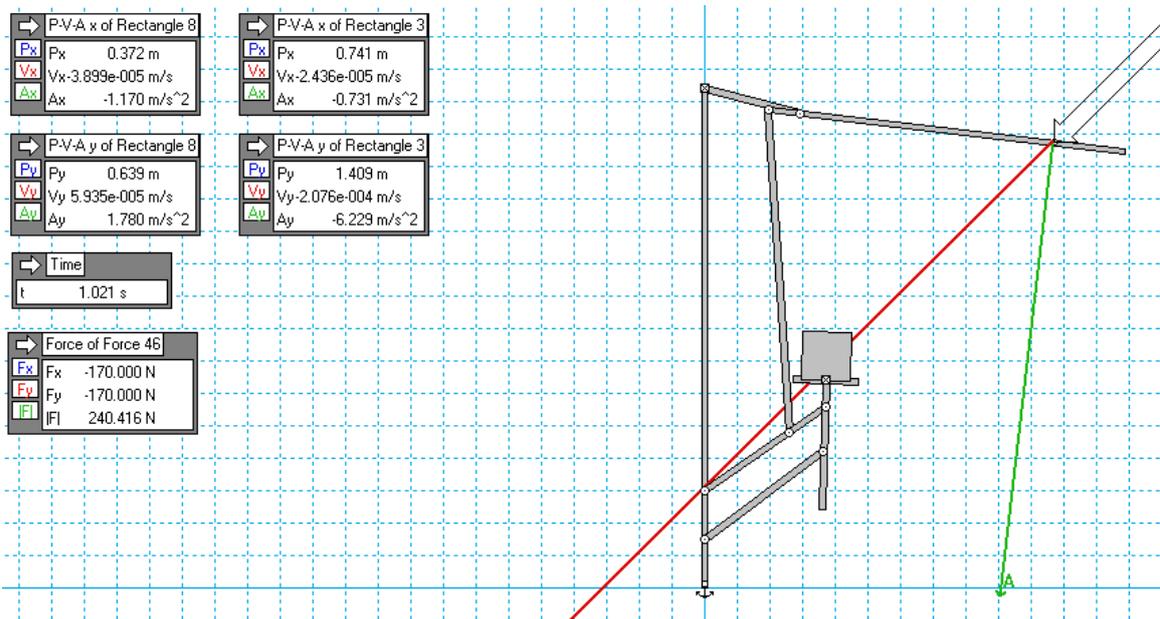
$$x_f = 3,355y_f$$

Para que la solución sea más fácilmente visualizable, se procede al cálculo que relaciona peso del usuario y fuerza ejercida por el mismo en porcentaje.

$$y_f = \frac{x_f}{3,355} \times 100$$

$$y_f = 29,8 \times x_f \%$$

Aunque la relación de fuerzas sea la deseada, el desplazamiento es muy escaso en relación a lo que se quiere obtener del mismo.



56.PruebaFinal-elaboraciónpropia

El desplazamiento se puede calcular usando las dos anteriores imágenes que muestran fotogramas del movimiento del mecanismo, puesto que estos fotogramas muestran el momento inicial y el de máxima altura del usuario.

En el instante inicial el usuario se encuentra a 0,39m y 0,61m, del eje x e y respectivamente, y en el instante final el usuario se encuentra a 0,372m y 0,639m, del eje x e y respectivamente también. Luego la distancia que experimenta el usuario es de 0,018m en el sentido negativo del eje x y 0,029m en el sentido positivo del eje y.

Debido a que con la unión de los casos 4 y 5 anteriormente estudiados no se obtiene un mecanismo que satisfaga las necesidades que se demandan, pues el



desplazamiento que realiza el usuario es escaso, se procede a aplicar otros casos que permitan mantener relativamente la relación de fuerzas que se ha logrado conseguir, pero aumentando ese desplazamiento que experimenta el usuario a lo largo del recorrido del mecanismo.

Se procede a aumentar ligeramente el largo de la barra dos, este movimiento como se ha demostrado en el caso seis que se ha estudiado anteriormente, provoca un aumento exponencial del recorrido a realizar por el usuario, en contra de esta solución, el aumento del largo de la barra dos conlleva un aumento mucho más acusado de la fuerza necesaria a realizar por el usuario, de este modo, se procede a aumentar el largo de la barra dos, pero con una distancia mínima que suponga el aumento del desplazamiento, pero que no acuse el usuario con un cambio exponencial en la fuerza necesaria a realizar por este.

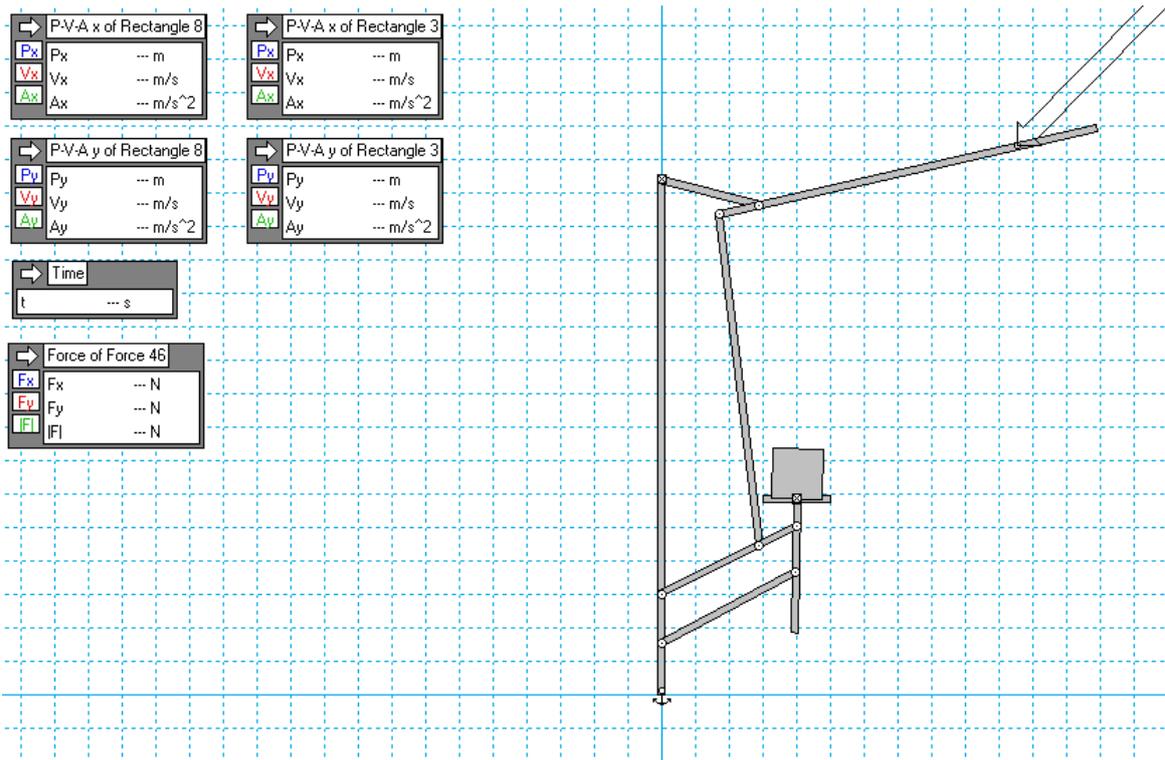
Como consecuencia del aumento de longitud de la barra dos, el punto de unión entre la bancada y la barra tres se aleja del punto de unión entre las barras dos y tres, hecho que provoca un aumento de la fuerza a ejercer por el usuario.

De este modo, es importante aumentar la longitud de la barra tres de una manera muy meticulosa, pues por cada unidad de distancia que se suma a la longitud de esta barra, hay dos factores detrás que condicionan de una manera excesiva el comportamiento del mecanismo.

Así, variando los parámetros que se acaban de describir de una forma muy meticulosa, se logra llegar a punto de alargar la barra dos desde los 1,1m que media anteriormente hasta los 1,15m que ha pasado a medir ahora.

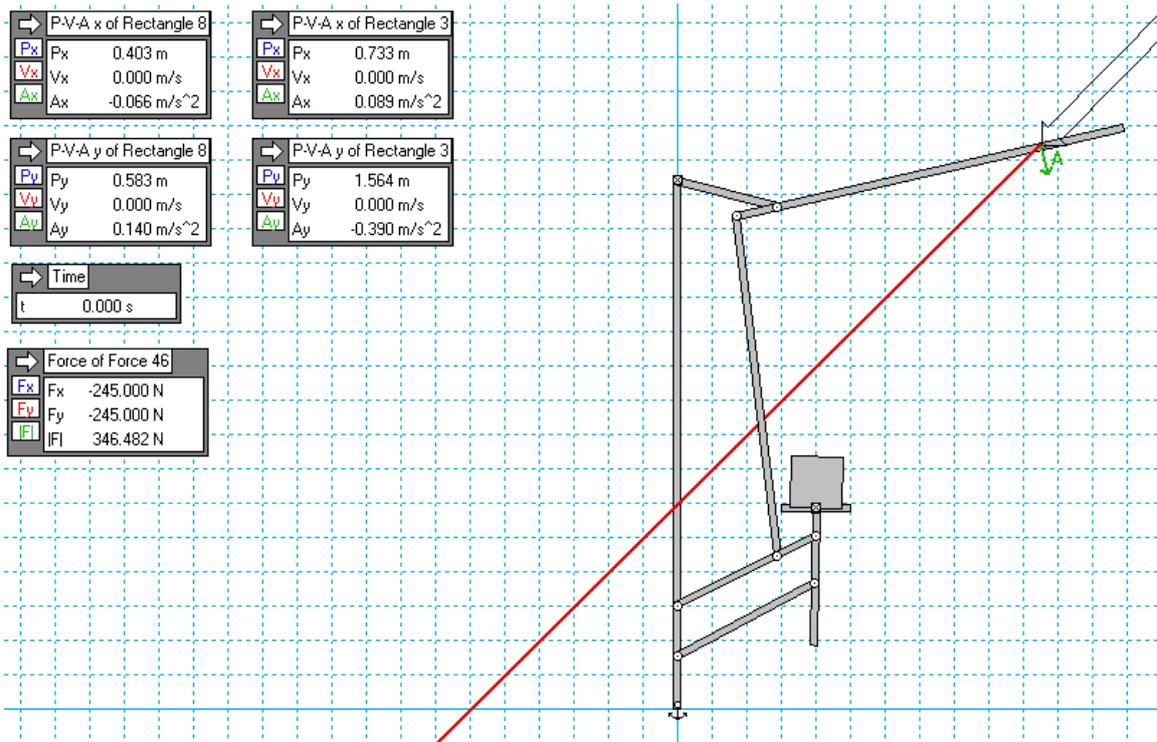
Este cambio, a priori, poco trascendental para el funcionamiento del mecanismo, provoca un aumento considerable de la fuerza, pero sin llegar a pasar el límite que se había marcado con anterioridad.

De esta manera, el mecanismo queda definido como se muestra en la siguiente imagen.



57.MecanismoElegido-elaboraciónpropia

A medida que iban variando la longitud de la barra dos, se comprobaba que la fuerza necesaria a aplicar por el usuario no se disparara de una manera abusiva, el equilibrio entre fuerzas y longitudes de las barras se logra cuando la barra dos alcanza los 1,15m de longitud total. Como resultado de este cambio y que la bancada no varía, el punto de unión entre ésta y la barra dos, ahora está más alejado de la barra tres.



58.MecanismoElegidoInicial-elaboraciónpropia

La fuerza que finalmente se halla para mover el mecanismo por parte del usuario es de -195N aplicados en cada componente de la fuerza, de esta manera, solo queda calcular el módulo de la misma y la relación entre ésta y la fuerza que ejerce el usuario a razón del peso del mismo. Se procede a realizar estos cálculos de la misma manera que se han realizado con anterioridad.

$$|F| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$|F| = \sqrt{(-245N)^2 + (-245N)^2}$$

$$|F| = 346,482N$$

Una vez hallado el módulo de la fuerza, se halla la relación existente entre ésta y la fuerza que ejerce el usuario con su propio peso, también se procede a calcular dicha relación de igual modo a la usada en los casos de estudio que se han realizado en este mismo proyecto.

$$\frac{x_f}{y_f} = \frac{901,6N}{346,482N}$$

$$x_f = 2,602y_f$$

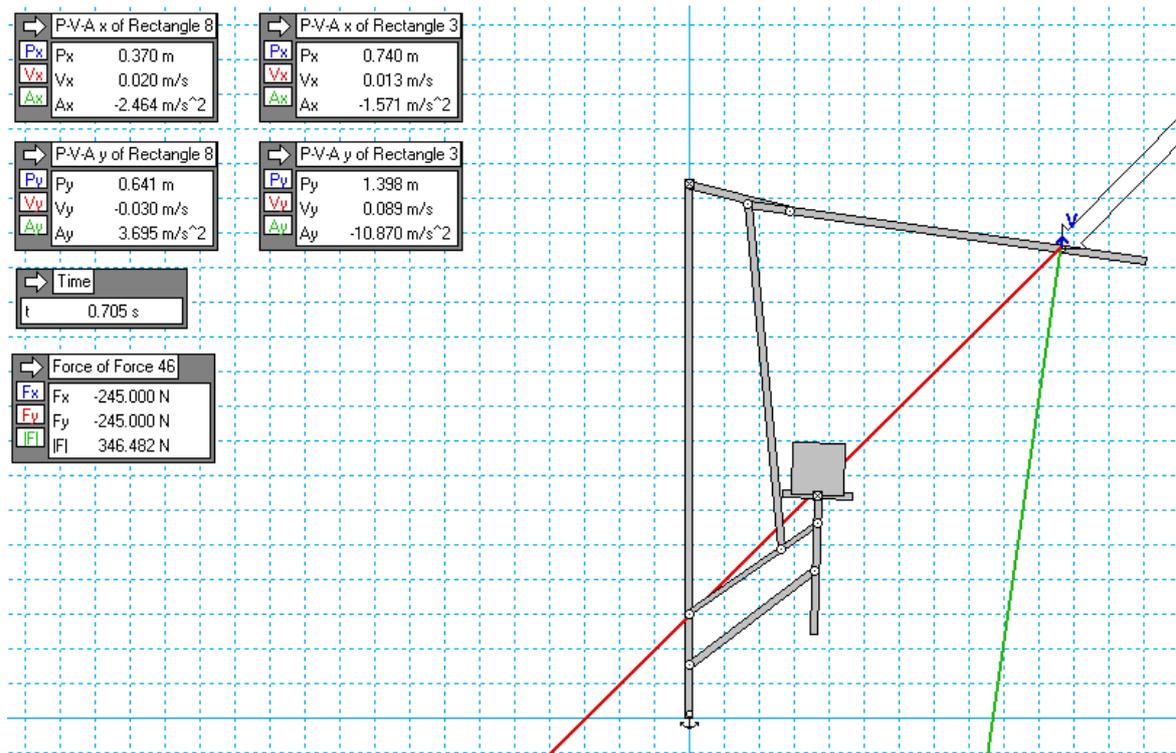
Para que la solución sea más fácilmente visualizable, se procede al cálculo que relaciona peso del usuario y fuerza ejercida por el mismo en porcentaje.

$$y_f = \frac{x_f}{2,602} \times 100$$

$$y_f = 38,429 \times x_f\%$$

Es posible observar que la relación final obtenida entre las fuerzas cumple las premisas que se habían relatado antes de empezar este estudio que daría lugar al mecanismo final a emplear para la construcción de la máquina biosaludable a la que va dirigida este proyecto.

Una vez obtenida la relación de fuerzas, calculamos el desplazamiento final del usuario en el accionamiento del mecanismo, comprobando que ha aumentado respecto a la prueba anterior, pero esta vez de una manera controlada.



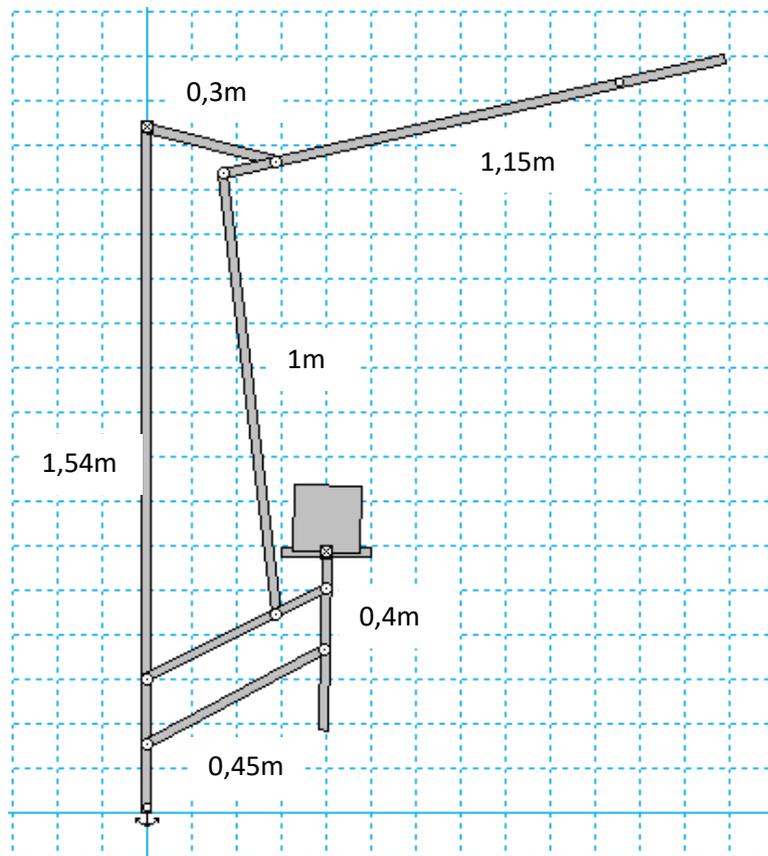
59.MecanismoElegidoFinal-elaboraciónpropia

En las dos anteriores imágenes se pueden apreciar los momentos extremos del mecanismo, es decir, el momento inicial y el punto de máxima elevación del usuario, de la diferencia entre ambas posiciones se obtiene el desplazamiento que experimenta el usuario a razón del accionamiento completo del mecanismo.

En el instante inicial el usuario se encuentra a 0,403m y 0,583m, del eje x e y respectivamente, y en el instante final el usuario se encuentra a 0,37m y 0,641m, del eje x e y respectivamente también. Luego la distancia que experimenta el usuario es de 0,033m en el sentido negativo del eje x y 0,059m en el sentido positivo del eje y.

El desplazamiento de adecúa a lo deseado, puesto que se ha aumentado considerablemente respecto al anterior caso final estudiado hasta llegar a un punto que de soltar de repente el mecanismo en el momento de máxima elevación el golpe que este experimentaría como resultado de esto al llegar al punto más bajo de su trayectoria no supondría daños mayores al mecanismo.

Dando por válidos estos resultados obtenidos en la simulación en *Working Model*, es posible pasar a realizar la recreación de la máquina biosaludable, pero ahora en tres dimensiones. Para ello se adjunta la imagen del mecanismo final que se obtiene y de la longitud que tienen las barras del mecanismo, para así tenerlo en cuenta a la hora de diseñar el mismo.



60.MecanismoElegidoMedidas-elaboraciónpropia



Es importante tener en cuenta que las dos barras paralelas que transmiten el movimiento del mecanismo al asiento que ocupa el usuario tienen la misma medida, y que por tanto, son iguales hasta este momento del estudio.

El estudio en *Working Model* se ha realizado en su totalidad observando las consecuencias que tenían diferentes cambios realizados en las longitudes y ángulos entre las barras cuando se aplicaba una fuerza en el punto de accionamiento calculado a 45°.

7.8.1. CAMBIO ÁNGULO DE APLICACIÓN DE LA FUERZA

La fuerza no se tiene que realizar necesariamente en la palanca con el ángulo estudiado en la casuística, esta es la razón que permite cambiar a continuación el ángulo de aplicación por uno más realista, pues aunque cambiemos el ángulo de aplicación ahora, si se volviera a realizar todo el estudio con los mismos cambios manteniendo este mismo ángulo de aplicación obtendríamos los mismos resultados, de esta manera, el estudio es aplicable a todas las magnitudes y ángulos de aplicación posibles de la fuerza que aplica el usuario.

Así mismo, aunque obtengamos cambios a la hora de cambiar el ángulo de accionamiento del mecanismo en relación a la fórmula que conectaba dicha fuerza con el peso del usuario, no tendrá mayor repercusión en el objeto de estudio que se ha llevado a cabo, pues las premisas que varían la fuerza a realizar por el usuario serán las mismas, aunque la misma fuerza no lo sea.

De este modo, se procede a practicar el ensayo en un ángulo de aplicación de la fuerza más realista, como puede ser una fuerza aplicada por el usuario a 80° respecto de la horizontal, teniendo en cuenta que el punto de aplicación de la misma se mantiene.

Para calcular las componentes de la fuerza a aplicar se procederá a realizar el proceso inverso al realizado para calcular el módulo de la fuerza que se ha utilizado en cada uno de los casos estudiados anteriormente.

La fuerza que se va a utilizar para comparar los resultados en función del ángulo de la fuerza a aplicar será la misma que la calculada para accionar el mecanismo que



se ha seleccionado para realizar el diseño definitivo de la máquina biosaludable, el cual es el siguiente.

$$|F| = 346,482N$$

Proyectando cada una de las componentes de la fuerza en los respectivos ejes se obtienen las fórmulas necesarias para calcularlas.

Una vez obtenidas estas fuerzas será posible comprobar si están bien calculadas realizando el módulo de las fuerzas resultantes con el módulo escogido desde un principio, como se muestra a continuación.

Se procede a calcular las componentes. Primero la componente de la fuerza perteneciente al eje x.

$$F_x = \cos 80^\circ \times F$$

$$F_x = \cos 80^\circ \times 346,482$$

$$F_x = 60,166N$$

Y en segundo lugar la componente de la fuerza del eje y.

$$F_y = \sin 80^\circ \times F$$

$$F_y = \sin 80^\circ \times 346,482$$

$$F_y = 341,218N$$

Se comprueba el resultado calculando el módulo de la fuerza de las componentes calculadas y posteriormente relacionándolo con la fuerza en módulo que se ha instado de partida.

$$|F| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

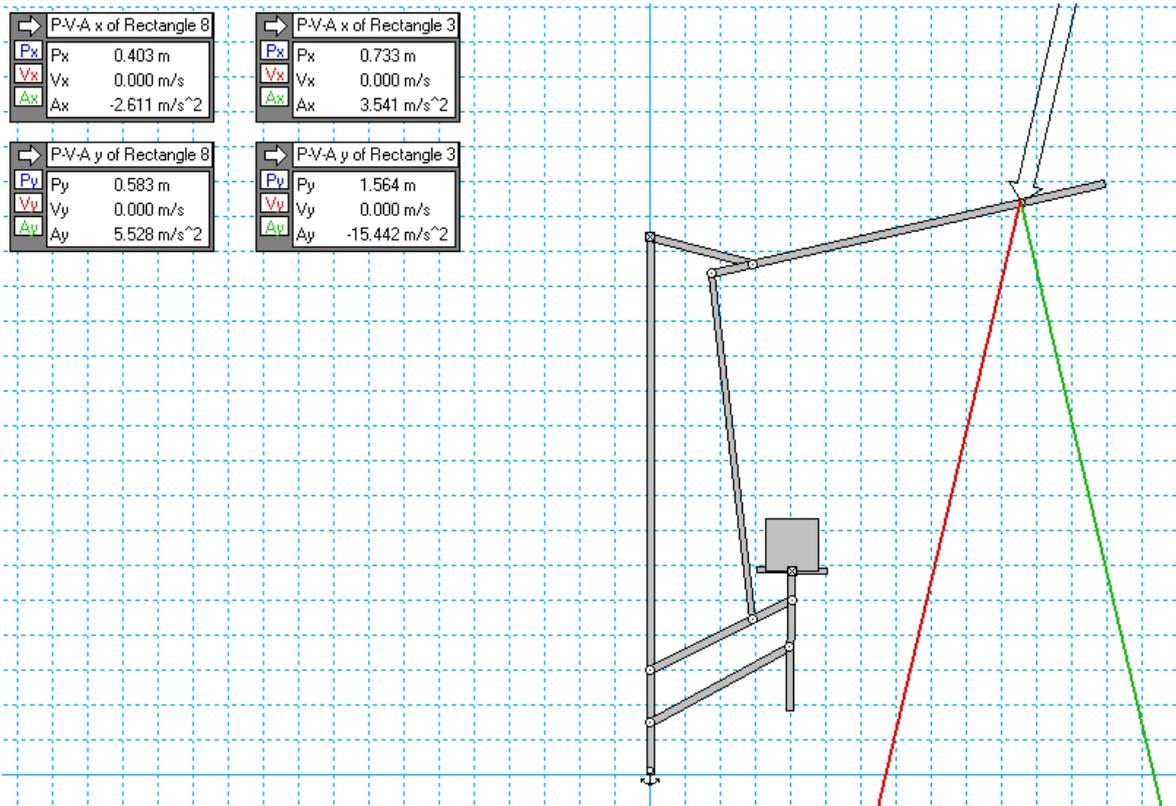
$$|F| = \sqrt{(60,166N)^2 + (341,218N)^2}$$

$$|F| = 346,482N$$

Se puede visualizar que el resultado es el mismo que la fuerza de partida, a continuación se aplica al mecanismo en *Working Model*, es importante tener en cuenta que aunque las componentes de la fuerza que se han calculado son positivas

porque para calcular el módulo de la fuerza no influye el signo de las mismas, pero la aplicación de las mismas en *Working Model* deben ser negativas para que la fuerza se aplique en la dirección deseada.

En la siguiente imagen se puede observar el cambio que se ha realizado, estando como se ha definido la nueva fuerza accionadora del mecanismo a 80° respecto de la horizontal, en lugar de los anteriores 45° .



61. Mecanismo Elegido Distinta Fuerza Inicial-elaboración propia

El cambio como se puede observar en la imagen es radical, pues la velocidad y la aceleración de la fuerza como se pueden ver representadas en la imagen se dispara.

La conclusión que se obtiene de este ensayo es que la componente de la fuerza en el eje y es la conductora del comportamiento del mecanismo, pues al aumentarla la fuerza útil que se emplea en desplazar el mecanismo es sumamente superior como se puede observar.

Puesto que el resultado es tan abultado, se procede a probar diferentes valores del módulo de la fuerza, comprobando el valor más cercano al mínimo necesario para accionar el mecanismo, el cual se encuentra en los 200N de la fuerza en módulo. Sus componentes se proceden a calcular a continuación.



La componente de la fuerza en el eje x.

$$F_x = \cos 80^\circ \times F$$

$$F_x = \cos 80^\circ \times 200$$

$$F_x = 34,4796N$$

Y la componente de la fuerza del eje y.

$$F_y = \sin 80^\circ \times F$$

$$F_y = \sin 80^\circ \times 200$$

$$F_y = 196,962N$$

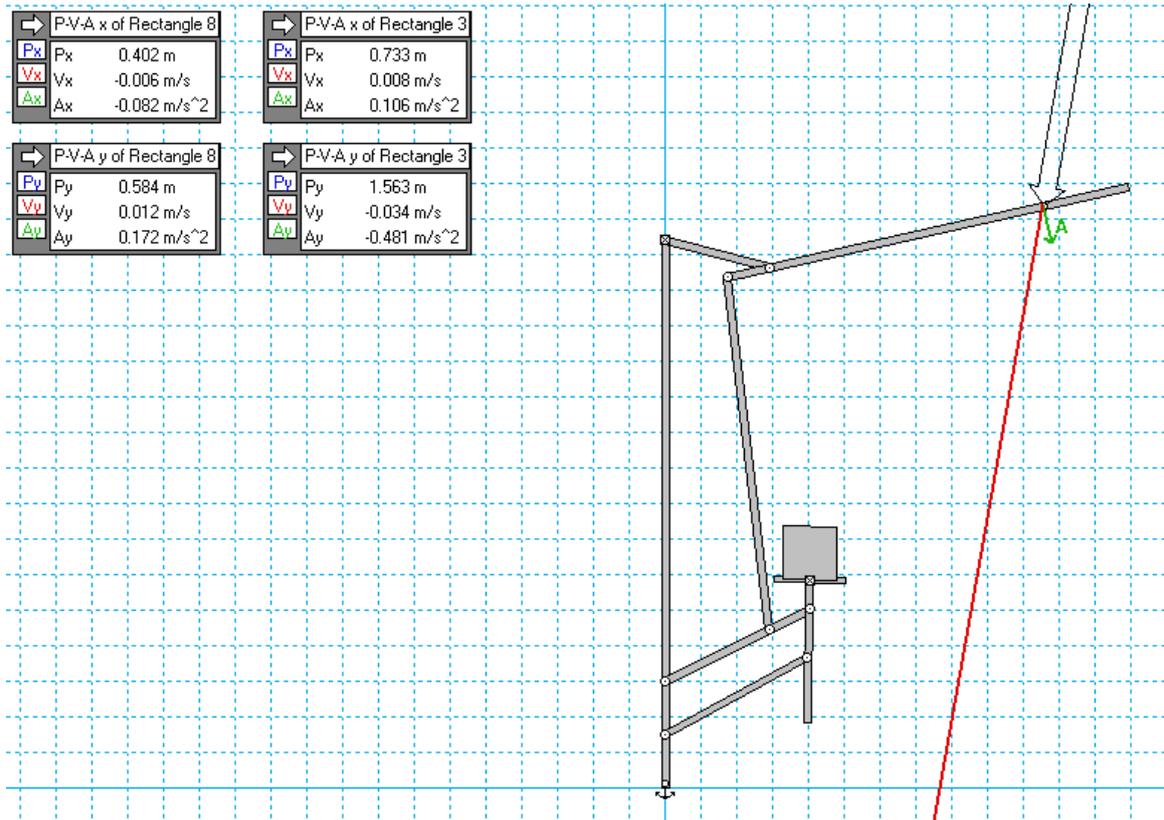
Se comprueba el resultado calculando el módulo de la fuerza de las componentes calculadas y posteriormente relacionándolo con la fuerza en módulo que se ha instado como mínimo para accionar el mecanismo.

$$|F| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$|F| = \sqrt{(34,4796N)^2 + (196,962N)^2}$$

$$|F| = 200N$$

Se puede apreciar la aplicación de esta fuerza en el mecanismo en la siguiente imagen obtenida de la simulación con la misma en *Working Model*.



62. Mecanismo Elegido Distinta Fuerza Inicial-elaboración propia

Con esta nueva fuerza mínima de accionamiento del mecanismo es posible calcular una nueva relación de fuerzas entre esta fuerza mínima de aplicación del usuario y el peso del mismo.

De tal manera, que siguiendo los mismos pasos que se han seguido en los casos estudiados se puede calcular esta nueva relación y compararla con la obtenida en la geometría final obtenida a tener en cuenta para el diseño del mecanismo.

$$\frac{x_f}{y_f} = \frac{901,6N}{200N}$$

$$x_f = 4,508y_f$$

Para que la solución sea más fácilmente visualizable, se procede al cálculo que relaciona peso del usuario y fuerza ejercida por el mismo en porcentaje.

$$y_f = \frac{x_f}{4,508} \times 100$$

$$y_f = 22,183 \times x_f\%$$



La diferencia entre ambos ángulos de aplicación de la fuerza es notable, pues desciende desde el 38,429% hasta un 22,183%, este último aplicable a una situación más similar a la que se podría dar en la realidad.

No es necesario calcular el desplazamiento que realiza el usuario en esta nueva aplicación de la fuerza que se ha testado, pues aunque la fuerza sea diferente en módulo o aplicación, si ésta fuera capaz de accionar el mecanismo, lo produciría en la misma trayectoria que la calculada anteriormente, pues la trayectoria de las barras la describe la longitud y forma de unión entre ellas, y no la fuerza que se le aplique para accionarlo.



8. MODELADO EN SW

Una vez finalizada la etapa de concepción de diseño del mecanismo que se quiere obtener una vez finalizada la fabricación y construcción de la máquina biosaludable, se puede pasar a realizar el modelado en 3D.

De esta manera, se podrá presentar la propia máquina biosaludable de una forma más visual en este proyecto, y además, se dejan realizados los distintos planos e indicaciones que son necesarias para la correcta fabricación y futuro montaje de la máquina sin cometer fallo alguno que afecte a la máquina a desarrollar su correcto movimiento.

8.1. MATERIAL

Para la fabricación de cualquier elemento es indispensable conocer el material del mismo, luego lo primero a realizar en esta parte del proyecto es la correcta selección del material a emplear para la fabricación de la máquina.

Debido a que la estructura del mecanismo está conformada en su totalidad por barras, es interesante la posibilidad de elegir un perfil de barra comercial que facilite la obtención del principal material a usar en la fabricación de la máquina al máximo, pues sólo sería necesario contactar con el fabricante que vaya a aportar el comercial elegido, seleccionar el comercial que se va a emplear y pedirlo en la cantidad suficiente para cubrir la totalidad de la demanda que el mercado tenga de esta máquina biosaludable.

Para ello se selecciona, del catálogo del comercial que va a suministrar el perfil, el número de referencia del perfil elegido y se pide en relación a la cantidad que se necesite para la fabricación de la máquina y las longitudes de material que tenga en stock el proveedor.

El proveedor seleccionado para la obtención de la materia prima principal de la máquina es en este caso, Metalco Prolians, una empresa española que forma parte de la red de empresas de suministros industriales de Descours y Cabaud, una empresa francesa con su sede aposentada en Lyon (Francia) desde 1782, una empresa que desde ese año trabaja con el comercio de productos metalúrgicos, y

con el paso del tiempo se ha especializado aún más en su sector comprando diferentes compañías de otros países que ya eran prestigiosas en estos.

Para la fabricación de la máquina no es posible elegir cualquier material, pues debido a la obligada resistencia que debe poseer la máquina a la intemperie, obliga a que su material principal de fabricación sea de carácter inoxidable.

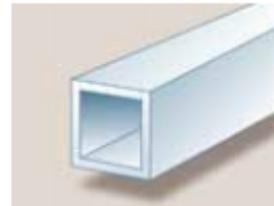
Además, se elige que para este caso, el perfil seleccionado será de forma cuadrada, pues esto facilitará en gran medida las operaciones que se hagan sobre el material durante el proceso de fabricación.

Buscando el perfil idóneo en el catálogo del fabricante del mismo, es posible encontrar el perfil que se puede visualizar en la siguiente imagen.

Tubos acero inoxidable ◀

TUBOS CUADRADOS

Longitud aproximada de 6 metros.
Calidades AISI-304 y AISI-316.



PESO EN KG/M POR ESPESOR DE:

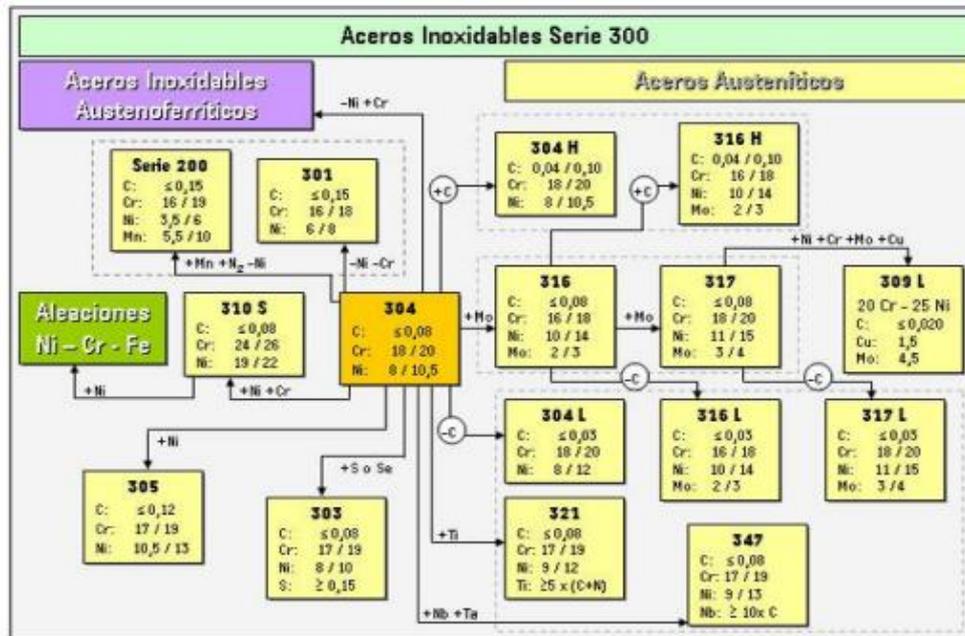
| MEDIDAS (mm) | 1 (mm) | 1,5 (mm) | 2 (mm) | 3 (mm) | 4 (mm) | 5 (mm) |
|-----------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 10 x 10 | 0,32 | - | - | - | - | - |
| 15 x 15 | 0,45 | 0,66 | - | - | - | - |
| 20 x 20 | 0,62 | 0,90 | 1,16 | - | - | - |
| 25 x 25 | - | 1,15 | 1,50 | - | - | - |
| 30 x 30 | - | 1,39 | 1,82 | - | - | - |
| 35 x 35 | 1,10 | 1,63 | 2,15 | - | - | - |
| 40 x 40 | - | 1,86 | 2,48 | 3,60 | - | - |
| 50 x 50 | - | 2,37 | 3,08 | 4,56 | - | - |
| 60 x 60 | - | - | 3,70 | 5,55 | - | - |
| 80 x 80 | - | - | 5,00 | 7,53 | 9,81 | - |
| 100 x 100 | - | - | 6,40 | 9,53 | 12,46 | 15,32 |
| 120 x 120 | - | - | 7,68 | 11,42 | 15,12 | 18,52 |
| 150 x 150 | - | - | - | 14,15 | 18,73 | 23,29 |

63.PerfilBarrasElegido-metalcoprolians.com

Las medidas de los tubos son de 20x20mm. de sección, acorde con lo seleccionado en la normalización utilizada para elegir un perfil normalizado en la realización de las barras que ayudarían al estudio realizado en *Working Model*.

El fabricante ofrece dos tipos de acero inoxidable en stock, estos se pueden ver en el catálogo, recorte del cual ha salido la imagen que se encuentra anteriormente, estos tipos de acero inoxidable son AISI-304 y AISI-316.

La elección de uno de ambos materiales posibles se realizará de acuerdo a las características que ofrezcan cada uno, así será posible seleccionar el tipo de material más acorde con el fin al que va a ir dirigido.



64.TablaComposiciónAcerosInox.-multimet.net

Para la correcta elección del tipo de acero inoxidable es necesario definir los aceros inoxidables, los cuales son aleaciones de hierro con un mínimo de un 10,5% de cromo. Sus características se obtienen mediante la formación de una película adherente e invisible de óxido de cromo, esta capa protege al acero que se encuentra por debajo frente a la oxidación que pueda sufrir este, origen de cualquier elemento externo capaz de oxidar dicho elemento, como el agua.

La aleación 304 es un acero inoxidable austenítico de uso general con una estructura cúbica de caras centradas. Es esencialmente no magnético en estado recocido y sólo puede endurecerse en frío. Su bajo contenido en carbono con respecto a la aleación 302 otorga una mejor resistencia a la corrosión en estructuras soldadas.

Es por estas razones que las propiedades que el AISI-304 posee son:

- Resistencia a la oxidación en todos los ambientes, excepto en zonas marítimas y zonas altamente contaminadas o en contacto con ácidos y similares.



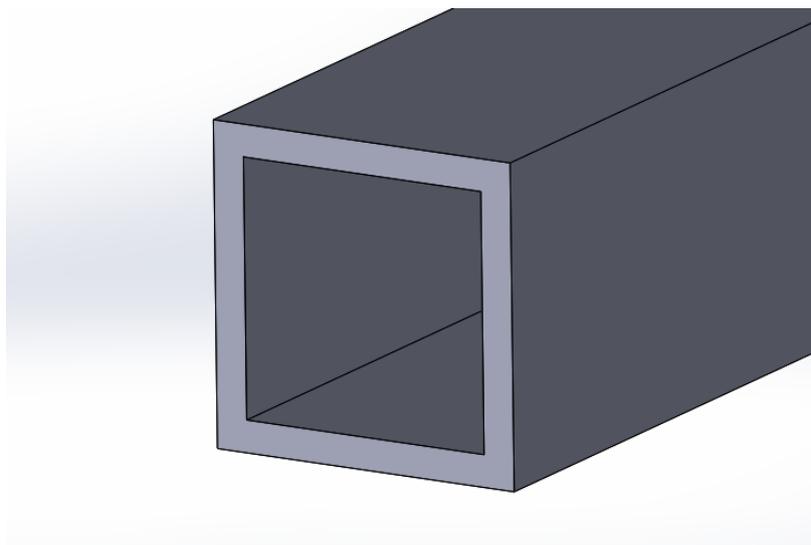
- Material que permite diferentes procesos mecánicos necesarios en la fabricación de la máquina biosaludable, como son la soldadura, el curvado, el cizallado, el corte por láser, etc.
- Calidad de acabado y estética.
- Gran durabilidad.

El tipo de acero inoxidable AISI-316 aporta a mayores, respecto del AISI-304, una superior resistencia a la oxidación. Este factor determinante se debe a la integración de un nuevo material a la mezcla del AISI-304, como es el Molibdeno, este hecho y las relaciones entre los aceros inoxidables de la serie 300 se pueden visualizar en el esquema que se ha adjuntado anteriormente.

Debido a que la resistencia a la intemperie que tenga esta máquina debe ser el máximo posible es casi de obligada utilización el acero inoxidable AISI-316 respecto al AISI-304, aunque la diferencia económica entre ambos sea considerable.

La medida estándar que ofrece el proveedor con este material es en barras de 6m cada una. El total de la barra a utilizar para la fabricación de la máquina biosaludable es de actualmente 5,29m. Lo que en principio señalaría el uso de una unidad de barra de acero inoxidable para la fabricación de cada máquina biosaludable.

De esta manera, los eslabones se fabricarán utilizando el tubo de sección cuadrada de 20x20mm de acero inoxidable AISI-316, como el que se muestra en la siguiente imagen.



65.PerfilUtilizadoSolidWorks-elaboraciónpropia



8.2. UNIONES ENTRE ESLABONES

Los eslabones han de tener una forma de unión entre ellos, de tal manera, que esta unión entre las diferentes barras que componen el mecanismo sea fiable a largo plazo, pues estas uniones estarán expuestas a la intemperie durante largos períodos de tiempo.

Normalmente la mejor forma de solucionar problemas de diseño es con la simplicidad entre sus elementos, y este caso no va a ser una excepción. De esta manera, se propone diseñar un mecanismo de unión entre los eslabones que componen el mecanismo de la máquina biosaludable, de tal manera, que el movimiento pueda encauzarse por medio de ellos y tener como resultado el buen funcionamiento del mismo.

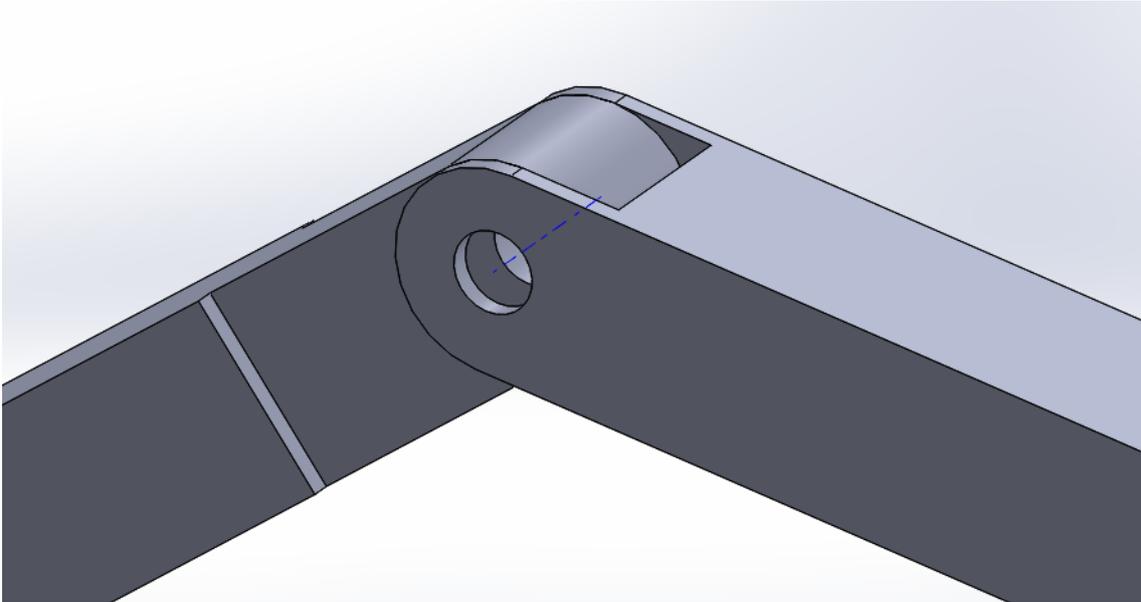
Como punto de partida es importante recordar el concepto de par inferior, sabiendo que dichos pares de uno u otro modo son los que se encuentran en la unión de la mayoría de las barras que conforman el mecanismo. El par inferior o cerrado se define como la unión de dos eslabones, tal que uno de ellos no forma solamente la envolvente del otro, sino que además lo encierra, siendo geométricamente idénticas las formas de los elementos que componen el par, una de ellas sólida y la otra hueca.

Sabiendo el concepto de par inferior y el hecho de que todas las uniones entre eslabones, definidas a la hora de calcular los grados de libertad y la movilidad del mecanismo, se presentan en forma de par de revolución, es importante comprender también el concepto de este.

Tratándose de par de revolución a la unión del tipo par inferior entre dos eslabones, de tal manera, que permita únicamente la rotación de uno respecto del otro, alrededor de un eje común.

Tratando de adecuarse a estos principios teóricos que guían el diseño a crear, y minimizando el riesgo de colisión entre los elementos que giran, la mejor y más económica opción de diseño para solventar este problema es creando dos partes que junten conformen un todo del eje de giro, de tal manera, que las premisas de seguridad que obliga a tener en cuenta la norma UNE-EN 16630:2015 respecto a mantener la máxima cantidad de elementos que puedan entrañar algún peligro lo más asilados posible.

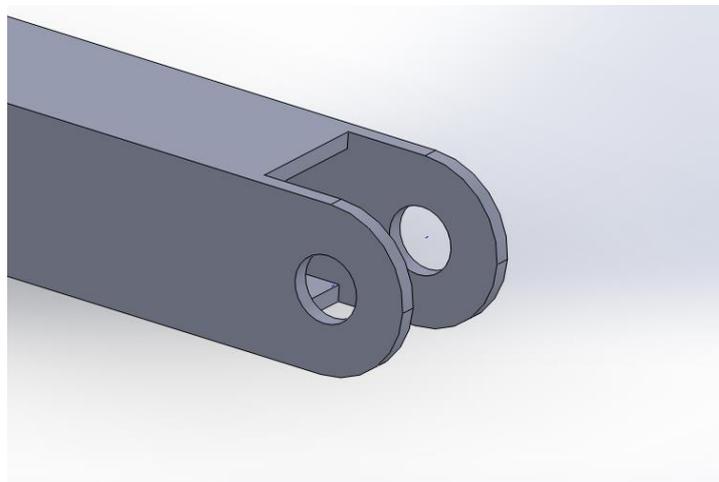
De esta manera, surge el siguiente diseño de unión entre los eslabones que estén obligados a girar por las características del movimiento del mecanismo. El diseño se basa en la concepción de un cilindro que forma el eje, de tal manera que esté dividido en tres partes, la parte central que pertenezca a una barra y las dos tras partes externas del cilindro pertenezcan a la otra barra, como se puede observar en la siguiente imagen.



66.UniónEslabonesSolidWorks-elaboraciónpropia

En la imagen no se visualizan los elementos que mantendrán esta condición de unión con un grado de libertad, pues estos se calcularán en otro apartado del proyecto.

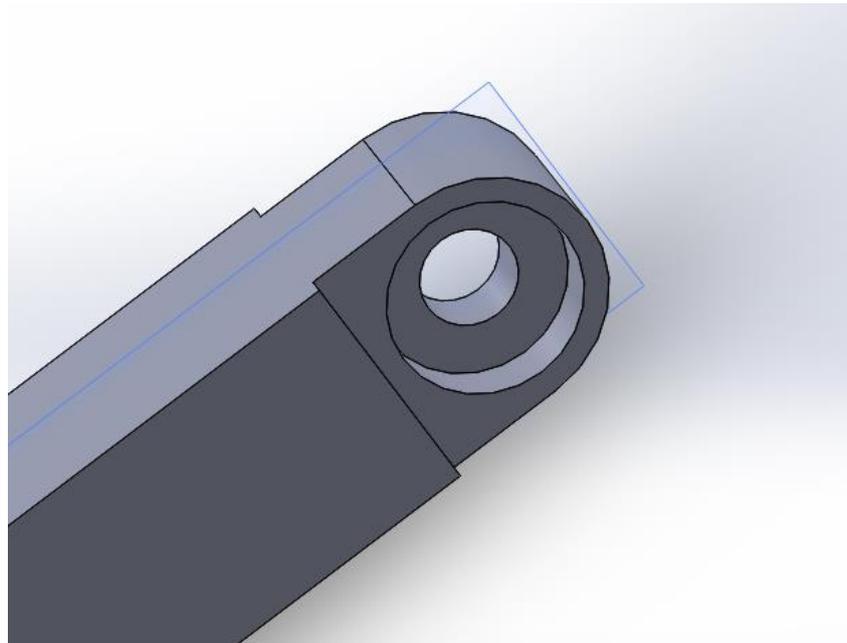
De esta manera, uno de los extremos de la barra quede modelado de la siguiente forma.



67.UniónHembraSolidWorks-elaboraciónpropia



Mientras que el otro elemento conjugado del mismo eje de giro que la barra representada en la imagen anterior queda modelado de esta otra manera.



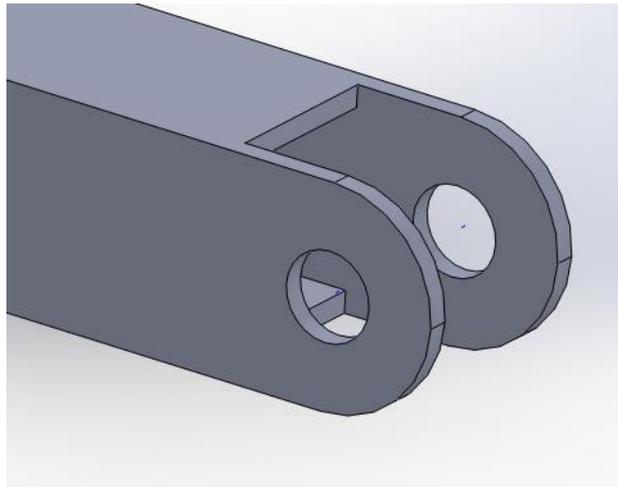
68.UniónMachoSolidWorks-elaboraciónpropia

En la anterior imagen, que ejemplifica la parte de la unión móvil macho, además se puede visualizar el acomodamiento que se le realiza para la futura colocación de los rodamientos, los cuales ayudarán a que el giro entre las barras sea continuo y suave para el usuario.

Este método de unión entre eslabones crea un clima cerrado de los componentes que ayudan a mantener dicha unión, minimizando al máximo el riesgo que puedan tener los usuarios que la usen por riesgo de atrapamiento.

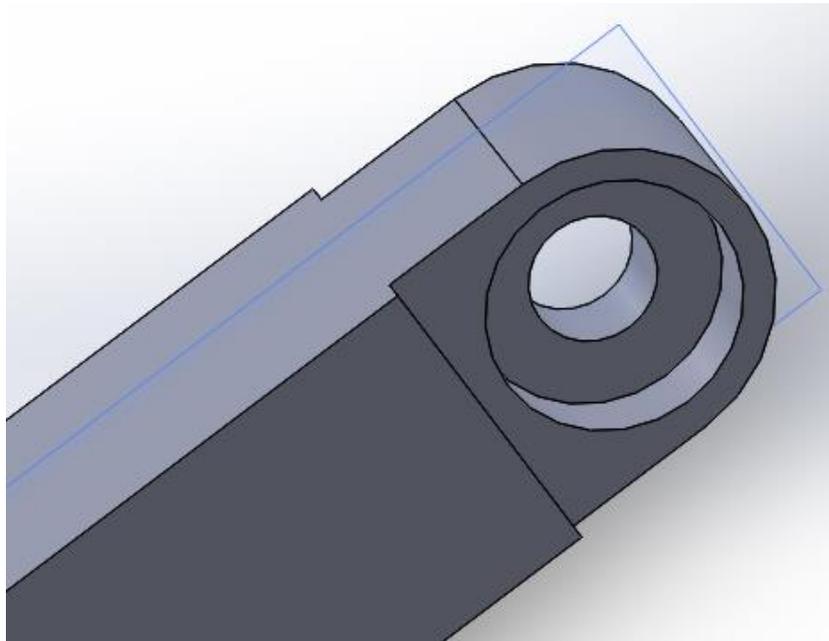
Es importante destacar que las uniones entre barras que se han descrito anteriormente no es posible realizarlas sin realizar aporte de material en al menos una de las dos partes de la unión móvil.

En la imagen que se muestra a continuación, se puede observar la parte hembra de la unión móvil, esta parte de la unión se puede realizar cortando por láser los trozos de las paredes de la barra que se encuentran opuestos el uno respecto del otro, luego se puede realizar por corte por láser también el redondeado que aporta movilidad al mecanismo, y finalmente la realización del taladro que permite introducir el perno que unirá ambas piezas.



69. Unión Hembra SolidWorks-elaboración propia

No obstante, en la parte de la unión macho, que se muestra en la siguiente imagen, no se puede realizar restando material a la pieza, pues la pieza es hueca al ser un tubo. De esta manera, obliga a crear esta unión macho a parte y unir la misma posteriormente mediante soldadura.



70. Unión Macho SolidWorks-elaboración propia



8.3. DISEÑO DEL AGARRADERO DEL MECANISMO

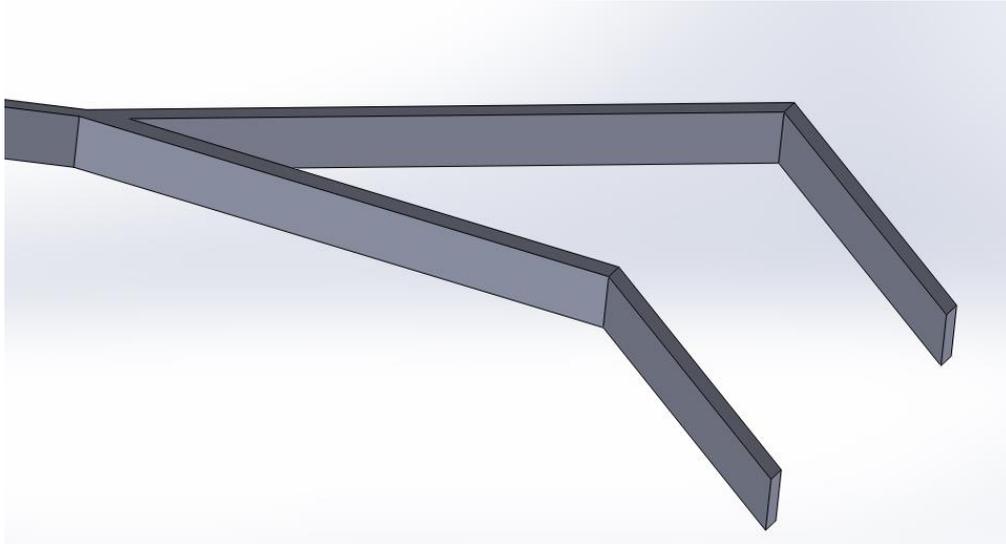
Para facilitar la aplicación de fuerza por parte del usuario es necesario realizar un diseño eficaz en la palanca del mecanismo a la que debe aplicar la fuerza, este proceso se llevará a cabo siempre siguiendo unas medidas antropológicas que incluye el estudio de ese campo que se ha utilizado en la parte de *Working Model*.

En primer lugar se debe tener en cuenta la longitud de los agarraderos de la barra, la cual se define en función de la anchura de la palma del usuario que va a utilizar esta clase de máquinas, el estudio antropométrico que se ha escogido para guiar el diseño de los componentes del mecanismo especifica que para un percentil 95, la anchura de la palma de la mano es de 97mm. A partir de esta medida es posible realizar las asas de la palanca dejando a mayores un pequeño margen para agarrarlas. De este modo, se decide establecer la longitud de las asas en 100mm, medida suficiente para cubrir las necesidades que se le atribuyen según el estudio antropométrico.

El ángulo seleccionado para instalar los agarraderos en función del resto de la barra será finalmente de 45° , ángulo observable en muchas máquinas de gimnasio de hoy en día.

En segundo lugar es necesario definir una medida del ancho que separa ambas asas, o lo que se puede relacionar en términos antropométricos, la anchura de hombros biacromial, la cual delimita el espacio que posee un percentil 95 de los ciudadanos de este país entre las articulaciones del hombro, esta adquiere según el estudio que se ha elegido un valor de 470mm, valor seleccionado para la separación de los agarraderos de la palanca.

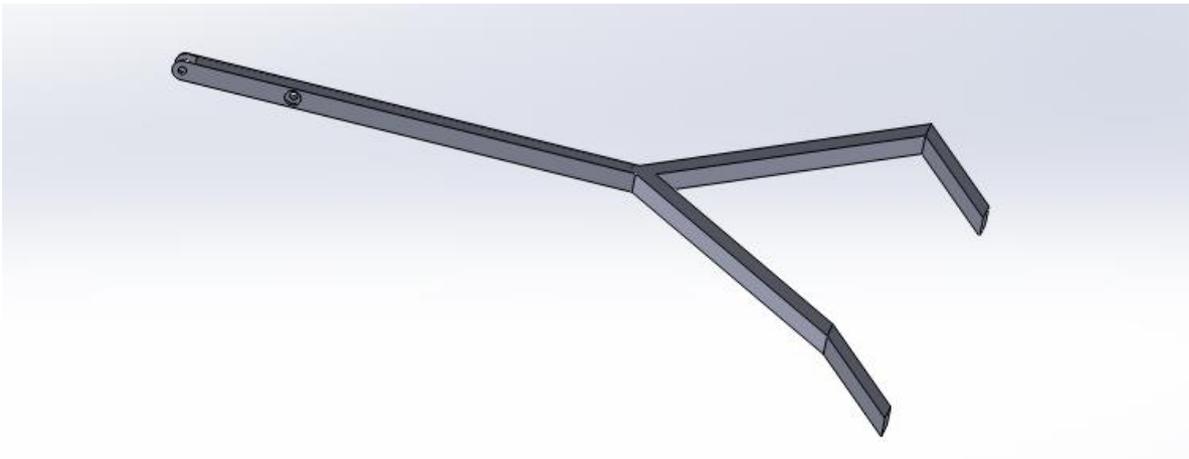
Uniendo estas medidas que se acaban de seleccionar se obtiene una imagen de que será la pieza que formará parte de la barra dos.



71.AsasSolidWorks-elaboraciónpropia

La longitud de la barra y la colocación del punto en el cual el usuario va a ejercer la fuerza que permita accionar el mecanismo ya se ha calculado en el estudio realizado en *Working Model*. De esta manera, solo quede aunar todas estas medidas en una pieza que resulte eficaz para el fin al que irá destinada en la máquina biosaludable.

De esta manera, la barra dos o palanca que se ha diseñado y que se instalará en la máquina biosaludable se asemeja a la que se muestra en la siguiente imagen.



72.PalancaBarraDosSolidWorks-elaboraciónpropia



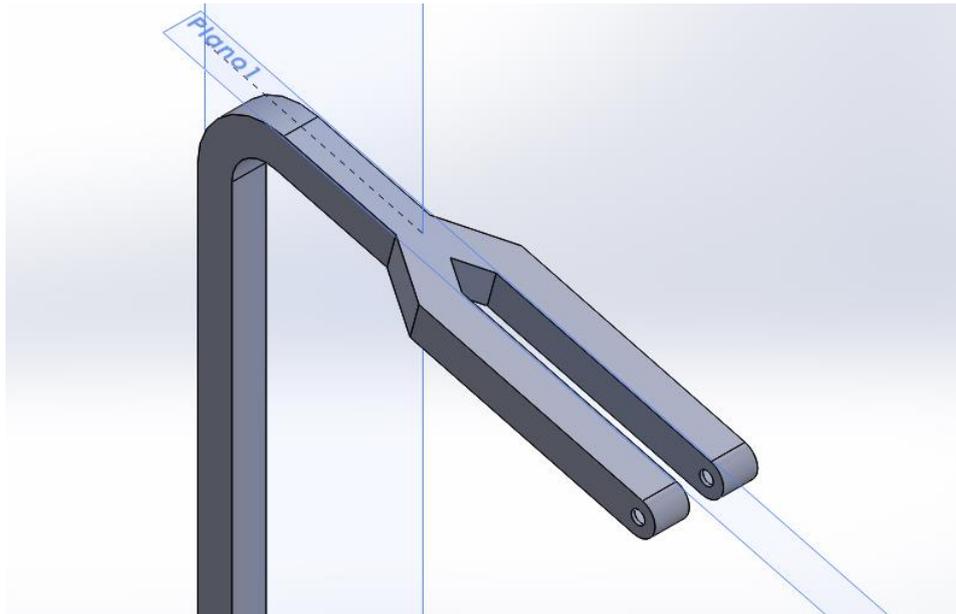
8.4. SOLUCIÓN AL BLOQUEO ENTRE LAS BARRAS 1-2

En el estudio realizado en *Working Model* se podía observar en la mayoría de los casos que el punto de máxima elevación del usuario se alcanzaba en el momento en que las barras uno y dos hacían contacto, impidiendo este que el movimiento del mecanismo pudiera continuar.

Este hecho se había comentado en el estudio y se aporta la posible solución al mismo, o el medio a través del cual se puede exprimir un poco más el mecanismo, ofreciendo éste una distancia extra en la trayectoria que realiza el usuario mientras utiliza la máquina biosaludable.

La posible solución pasaba por la instalación de una pequeña bifurcación, por el medio de la cual se situara la barra dos, trasladando el anterior punto de contacto entre las barras hasta el punto de unión entre ambas partes de la bifurcación. De esta manera, cuanto más distancia haya en la bifurcación, mayor será la distancia supletoria a la calculada en los ensayos de *Working Model*. No obstante, tan solo se puede arañar un pequeño espacio extra encauzado a este fin, pues si se retrasa este punto de cruce entre ambas barras demasiado, la estructura posiblemente resultaría muy cargada hacia esa zona, pasando a ser la misma una concentración de tensiones a tener en cuenta.

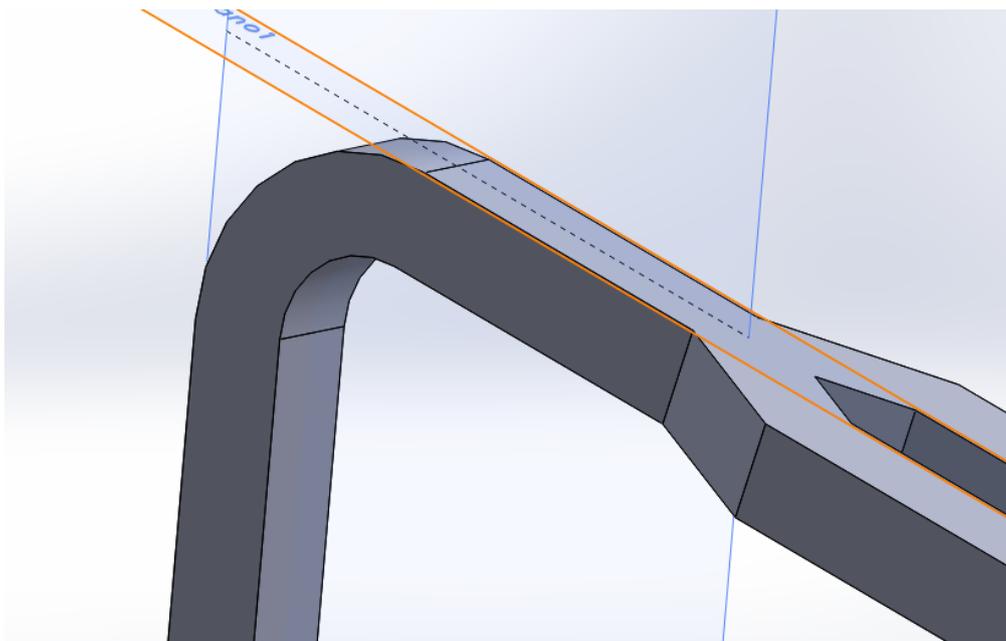
De esta forma se aplica al diseño de la barra uno esta forma de Y, que permite como se ha dicho anteriormente que la barra dos gire en la bifurcación de la barra. La instalación de dicha modificación se puede observar en la siguiente imagen.



73.BancadaYSolidWorks-elaboraciónpropia

Es fácil darse cuenta que la zona que une la Y con la bancada que desciende hasta el suelo, puede ser también una zona de concentración de tensiones, este hecho es importante tenerlo en cuenta y variar el diseño hacia una forma más robusta en ese punto si dicho punto como se muestra actualmente fuera incapaz de soportar todas las fuerzas que actuarían sobre él.

Dicho punto se puede visualizar en la siguiente imagen tomada más cerca de dicho punto de posible concentración de tensiones.



74.BancadaCurvaturaSolidWorks-elaboraciónpropia



8.5. LÍMITES DE ACCIONAMIENTO DEL MECANISMO

El recorrido que se estima para el mecanismo ya se ha calculado, además se aportará una solución a la interferencia que presentaban diferentes barras en mismo recorrido, dicha solución ha sido expuesta en el anterior punto.

No obstante, para lograr que estos recorridos pasen de ser cálculos a ser realidad es necesaria la instalación o la modificación en diversos elementos del mecanismo que delimiten de alguna manera el recorrido que pueda tener el mismo. Este hecho se consigue instalando dos límites, cada uno de los cuales supondrá el fin del movimiento del mecanismo en uno de los dos sentidos de desplazamiento que es capaz de realizar el mismo.

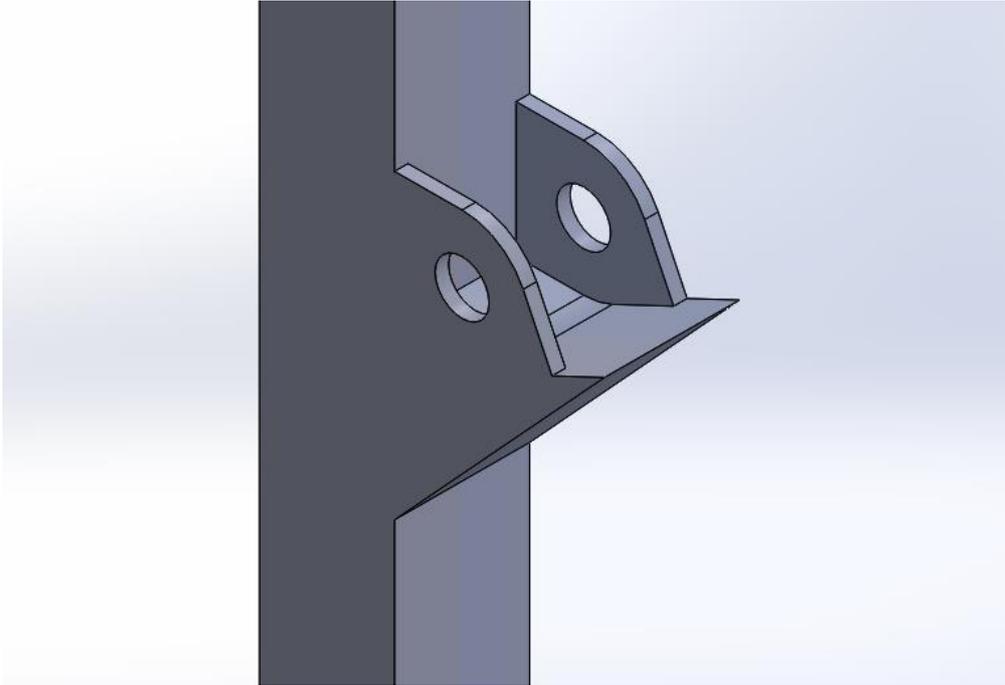
Uno de los límites marcará posición del equilibrio de la máquina, es decir, la posición que tendrá la máquina biosaludable cuando no se está utilizando.

La manera de instalar un límite de movimiento de estas características finalmente pasa por la instalación de un tope, el cual no permita a una articulación del mecanismo continuar rotando, de esta manera, al no permitir rotar más esta articulación, el resto tampoco podrá hacerlo.

La solución pasa por la unión de un trozo extra de barra que como se acaba explicar, no permita continuar el giro entre dos barras. Las barras que se han seleccionado para este fin son la barra cuatro, o la superior de las barras paralelas, y la barra uno o bancada.

El tope debe ser lo suficientemente grande y resistente como para asegurar el hecho de que el giro no sobrepase ese límite aun cuando se estuviera aplicando una fuerza.

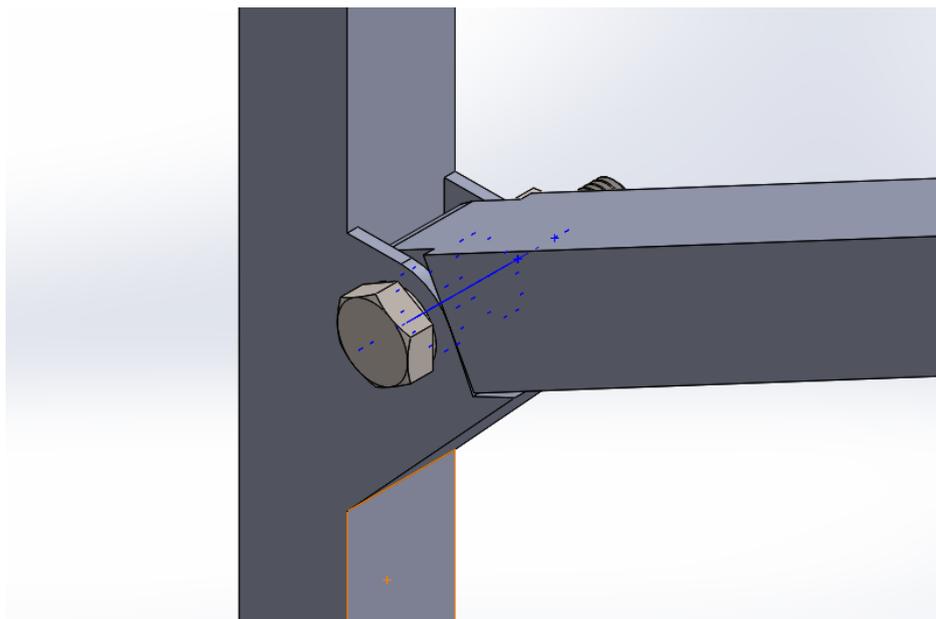
El diseño final de este tope queda reflejado en la imagen del mismo que se adjunta a continuación.



75. *TopeInferiorSolidWorks-elaboraciónpropia*

Además del tope, se cierra la forma a fin de aumentar la seguridad de este punto frente a posibles atrapamientos del usuario.

De esta manera, una vez montado, se puede observar la efectividad del tope para el fin que ha sido diseñado, como se muestra en la siguiente imagen del mecanismo una vez se han instalado todas las barras y los elementos de unión entre ellas.



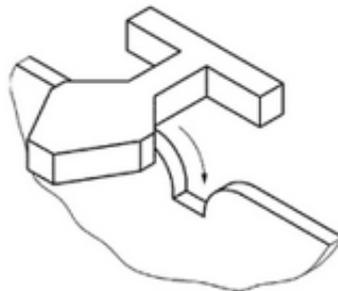
76. *TopeInferiorMontajeSolidWorks-elaboraciónpropia*



Para realizar el límite superior se procede a realizar un ensayo de la posición superior adecuada que debería tener el mecanismo a fin de conseguir aumentar el recorrido que realiza el usuario como se ha conseguido con la instalación de la barra en Y, unido a una controlada elevación de las barras por encima de esta de tal manera que no quepa la mano de una persona debajo de ella y pueda conllevar un riesgo de atrapamiento.

La posibilidad de atrapamiento en esta clase de máquinas se mide con una serie de aparatos dimensionados de tal manera que representen las medidas volumétricas que podrían tener las diferentes partes del cuerpo de las personas que podrían tener este peligro de atrapamiento.

Este ensayo se mide con diferentes instrumentos que vienen ilustrados en la norma que rige el diseño de esta clase de máquinas biosaludables, y a partir de la cual se han desarrollado diferentes partes de este proyecto, esta norma es la anteriormente citada UNE-EN 16630:2015, y los aparatos que se utilizan tienen la forma del que se muestra a continuación.



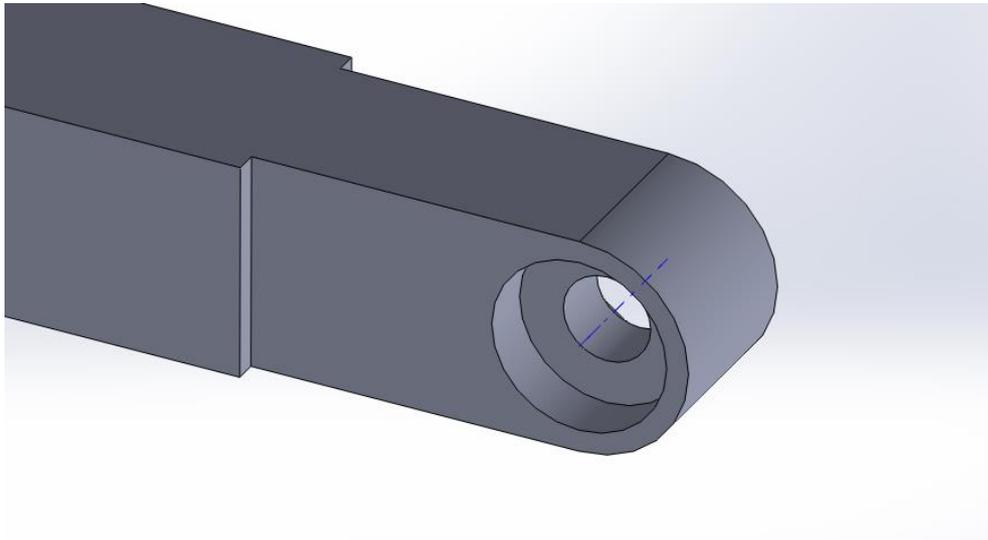
77.UtensilioSeguridad-UNEEN16630:2015

De esta manera se procede a diseñar este límite superior con esta restricción, de tal manera, que una vez alcanzado el límite de seguridad se procede a controlar algún aspecto del mecanismo que limitándole sea capaz de bloquear al resto.

Ya que con motivo del incremento de desplazamiento del usuario se ha procedido a aumentar la profundidad de la hendidura de la pieza macho de la unión, es posible controlar el giro controlando también esta hendidura.

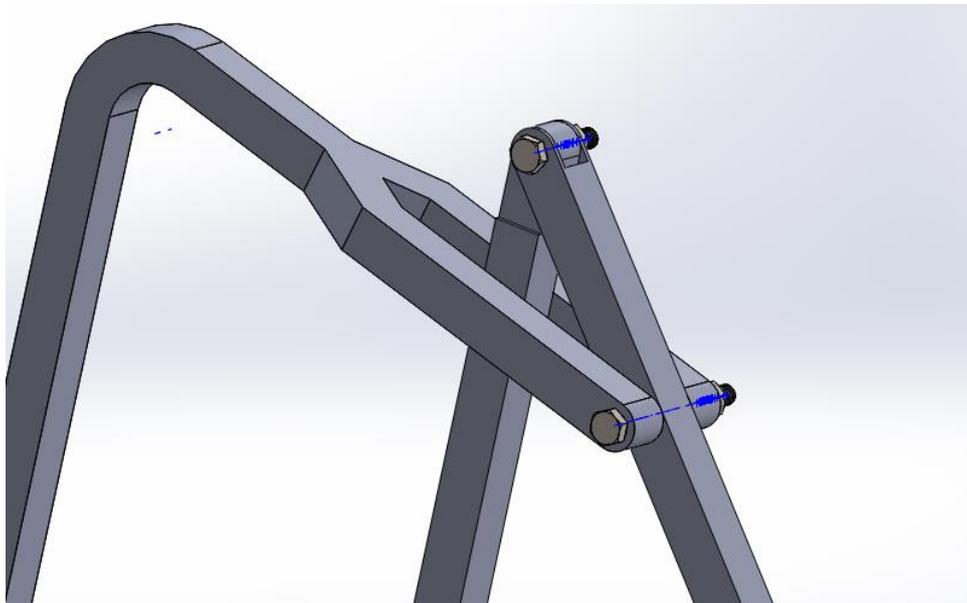
De esta manera la definida hendidura se procede a realizar en función de este límite superior que se espera que posea el mecanismo, a modo de tope.

Una vez realizados los cambios se obtiene la siguiente forma en la hendidura de la barra, como se muestra en la siguiente ilustración.



78. TopeSuperiorSolidWorks-elaboraciónpropia

Una vez realizado y del mismo modo que con el anterior tope, se procede a comprobar si es válido para el mecanismo, y tras una serie de pruebas se comprueba que sí que lo es como se muestra en la siguiente imagen.



79. TopeSuperiorMontajeSolidWorks-elaboraciónpropia

8.6. CIMIENTOS BANCADA



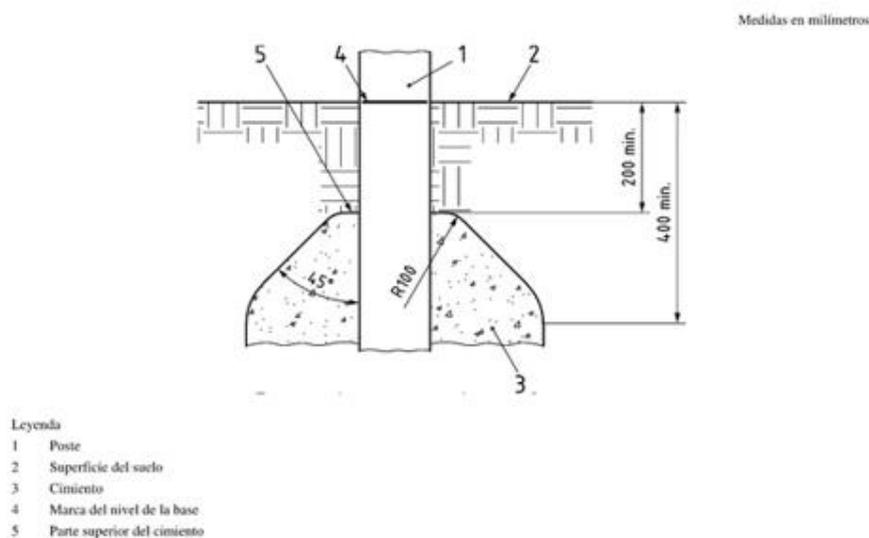
Según la norma UNE-EN 16630:2015, la cual es la principal norma que se está siguiendo a la hora de guiar el diseño de la máquina, obliga a cumplir unos requisitos en cuanto a los cimientos de la máquina se refiere.

Estos requisitos marcan las distancias a tener en cuenta a la hora de diseñar la bancada, ya que dependiendo del tipo de suelo donde vaya a ser instalada la máquina, hará falta más o menos fijación de la máquina a la hora de instalarla sin que pueda haber algún tipo de riesgo de caída o víctima fácil del vandalismo.

Esta parte, de la anteriormente nombrada norma, fija unas medidas mínimas de longitud a añadir a la bancada de la máquina, pues este suplemento de longitud irá bajo el suelo, y si no se pretende alterar la altura o condición de la máquina, será indispensable añadir esta medida a la anteriormente calculada. Esta medida varía, como ya se ha indicado, en función del tipo de suelo donde se vaya a instalar la máquina. Además, marca unas pautas a seguir en el bloque de hormigón que también irá bajo suelo, y que mantendrá fija a la máquina.

En este caso, como se ha descrito en la localización de la máquina, ésta se va a instalar en un parque de arena situada junto a la Cúpula del Milenio de Valladolid.

La norma marca los siguientes requisitos en cuanto a los cimientos que debe tener la máquina, como se muestra en la siguiente imagen, capturada de la página de la norma que trata este asunto.



80.Cimientos-UNEEN16630:2015



Esta imagen ejemplifica las medidas a tener en cuenta a la hora de realizar los cimientos en un tipo de suelo de material relleno suelto, como es la arena, el caso que incumbe a la máquina que se está desarrollando en este proyecto.

Las premisas que marca la norma y que se pueden observar en la imagen se reducen a la necesidad de incrementar como mínimo 400mm la longitud de la bancada, en concepto de la parte que va a ir bajo el suelo.

Además, la norma redacta que cualquier saliente o tornillo que sobresalga del cimiento debe estar al menos a eso 400mm de profundidad, a menos que dicho saliente o tornillo esté bien recubierto.

Luego, a la medida calculada en el estudio de Working Model de la barra uno o bancada, que permitía obtener una altura máxima de la misma de 1,54m es necesario añadir a mayores otros 0,4m por lo menos, no obstante, para evitar problemas se incrementará esta distancia hasta los 0,45m, permitiendo así que los salientes no den problemas a no ser que sobrepasen esos 50mm de margen.

De esta manera, la barra uno o bancada pasa a tener una longitud de 1,99m.

8.7. CÁLCULO ELEMENTOS UNIÓN

8.7.1. DEFINICIÓN ELEMENTOS UNIÓN NORMALIZADOS

La forma más conveniente de unir los pares de barras entre sí de tal manera, que permitan el giro de un elemento respecto al otro es con la incorporación de un eje.

La manera más recomendable de instalar dicho eje sería mediante un perno introducido en el taladro, el cual iría fijado en el otro extremo por una tuerca apoyada en una arandela para evitar que la tuerca pueda clavarse en el material o que desenrosque, además aporta más par de apriete.

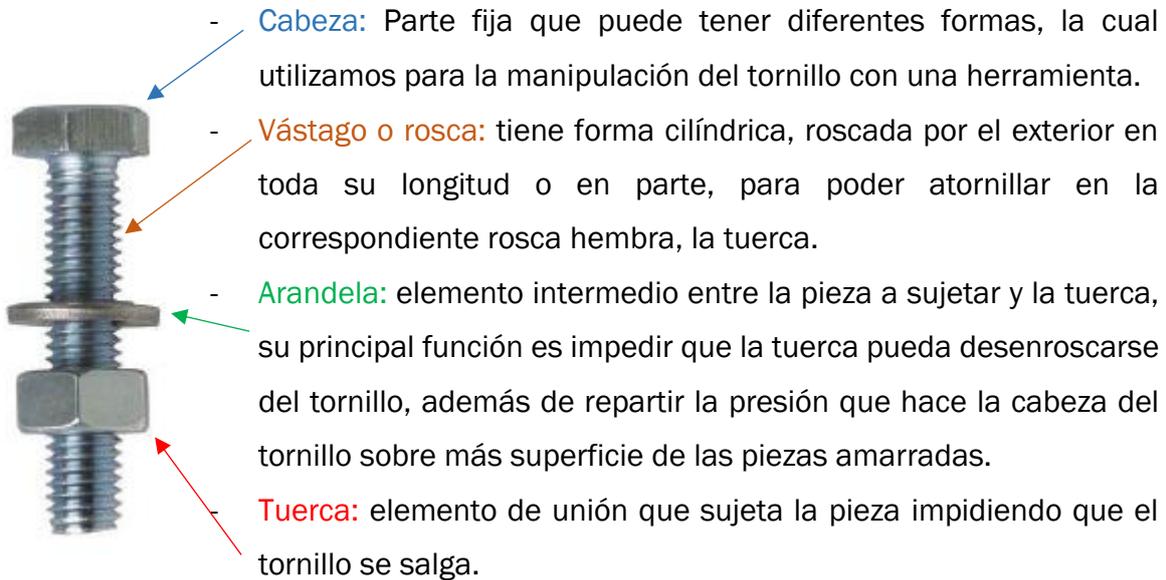
El siguiente paso antes del cálculo de los elementos normalizados que se van a utilizar en el mecanismo, será definir esta unión que se va a utilizar.

Los pernos son los elementos más empleados en esta clase de unión. Sirven para sujetar dos o más piezas mediante un tornillo, el cual penetra las piezas a sujetar, y



un elemento adicional, la tuerca, la que también tiene una rosca interna de la misma característica que la del tornillo y en la cual se enrosca este último.

Las partes principales del perno son las siguientes:



81.RepresentaciónPerno-TeoríaSistemasMecánicos

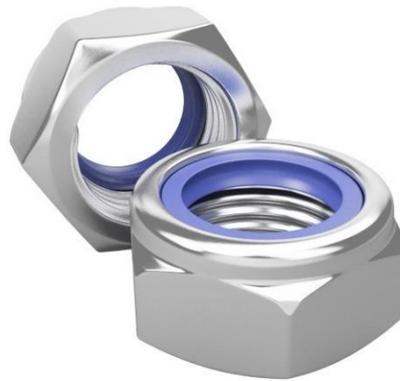
Una vez que se conocen las partes del perno, se puede seleccionar cuales de todas las que existen, encajan mejor en este caso que se estudia.

En primer lugar es importante destacar que el diámetro de todos los agujeros que se presentan en la unión de las diferentes barras es de 8mm.

8.7.2. ELECCIÓN DE LAS TUERCAS A EMPLEAR

A continuación se procede a seleccionar la tuerca hexagonal normal tipo 1 que se va a utilizar en los ejes, según la norma EN ISO 4032:2012, para tuercas hexagonales normales tipo 1. Sabiendo que el diámetro del agujero es de 8mm, es obligatorio elegir una tuerca mecanizada con un roscado M8. El nombrado normalizado de la tuerca seleccionada es Tuerca Hexagonal normal ISO 4032-M8-8. El espesor de la tuerca, $e_t=6,8\text{mm}$. Es importante tener en cuenta los espesores de los elementos de fijación que irán unidos al perno, pues será la suma de estos espesores la que indique el perno correspondiente. Además, las tuercas elegidas para instalar en el

mecanismo serán de autoblocantes, esto significa que una vez apretadas no será posible quitarlas, sino es para sustituirlas. Este hecho incrementa la seguridad que ofrece la máquina biosaludable frente al vandalismo que pueda padecer la misma.



82.TuercasM8-bricosimax.com

8.7.3. ELECCIÓN DE LAS ARANDELAS A EMPLEAR

Ahora se procede a seleccionar la arandela plana que soportará a la tuerca sobre los elementos unidos según la norma EN ISO 7089:2000, para arandelas planas de serie normal. La arandela seleccionada para esta unión es la Arandela ISO 7089-8-200 HV. Este tipo de arandela tiene un espesor de 1,6mm, denominado dicho espesor como e_a .



83.ArandelasM8-tracepartsonline.net

8.7.4. ELECCIÓN DE LOS PERNOS A UTILIZAR



Una vez conocidos estos dos elementos normalizados que van a ser colocados junto al perno, y sabiendo que la medida total en el sentido del eje de giro que suma la unión entre barras es de 20mm, solo queda sumar espesores de todos los elementos para conocer el perno seleccionado.

De esta manera, se suman todos los espesores que debe atravesar el perno, y a este total se le añade un factor v_1 en este caso por el ser el tipo de tuerca utilizada hexagonal normal. Entonces la suma se realiza de la siguiente manera:

$$l_t = e_t + e_a + e_p + v_1$$

Siendo e_p , el espesor de la pieza total.

El factor v_1 se extrae de la norma DIN 78 de Salientes de Tornillos, que para este caso que el diámetro es 8mm, resulta un factor v_1 igual a 8,3mm.

$$l_t = 6,8mm + 1,6mm + 20mm + 8,3mm$$

$$l_t = 36,7mm$$

Una vez obtenida esta longitud total mínima que debe tener el perno que se vaya a instalar, es necesario acudir a la norma UNE-EN ISO 4014:2011, sobre pernos de cabeza hexagonal normales, y seleccionar el perno cuya longitud total sea de 36,7mm, o si este no existiera, seleccionar el inmediatamente superior a este. Pues si fuera inferior no sería posible unir los elementos seleccionador, y si fuera mayor sobraría algo de rosca del perno inutilizada, éste último caso es el preferible de no quedar otro remedio.

Comparando resultados en las tablas de la norma UNE-EN ISO 4014:2011 para pernos de cabeza hexagonal normales, y seleccionando la rosca del perno de M8, se puede observar que la longitud total de los pernos con las características demandadas comienzan en 40mm de longitud, sin pasar por los 36,7mm calculados. Este hecho selecciona por la razón que se ha expuesto anteriormente el perno con una longitud total de 40mm.

De esta manera, la designación normalizada del perno seleccionado sería Perno de cabeza hexagonal ISO 4014-M8x40-8.8. Finalmente, el perno seleccionado es el que se puede observar en la siguiente imagen.



84.PernoM8x40mm-sija.com

La unión que se acaba de calcular permite mantener las barras que deben de rotar unas respecto de otras unidas entre sí, salvo la unión que se genera entre las barras dos y tres, las cuales se unen en la Y que se ha diseñado a fin de aumentar el ángulo de giro entre estas y poder obtener un desplazamiento del usuario levemente superior.

La tuerca y la arandela que se han calculado en las anteriores uniones también valen para esta, pues el diámetro del eje es el mismo, lo único que cambia es la profundidad que debe tener el perno a fin de sujetar estos elementos.

De la misma manera que se ha calculado el perno en el anterior caso, es necesario calcular la longitud de las tres barras en el sentido perpendicular a ellas, ya que esta distancia es la que debe atravesar el perno. Ya que se trata de la superposición de tres barras, la distancia transversal que tendrán en la posición del eje será de 60mm, ya que hay que recordar que cada barra es de perfil cuadrado de 20mm de lado.

Se procede a realizar la suma de la longitud que debe tener como mínimo el perno seleccionado de la misma manera que en el anterior caso.

$$l_t = e_t + e_a + e_p + v_1$$

Siendo e_p , el espesor de la pieza total.

El factor v_1 no varía respecto al anterior caso, pues el diámetro del agujero sigue siendo de 8mm, entonces se extrae de la norma DIN 78 de Salientes de Tornillos, que para este caso que el diámetro es 8mm, resulta un factor v_1 igual a 8,3mm.

$$l_t = 6,8mm + 1,6mm + 60mm + 8,3mm$$

$$l_t = 76,7mm$$

Una vez obtenida esta longitud total mínima que debe tener el perno que se vaya a instalar, es necesario volver a acudir a la norma UNE-EN ISO 4014:2011, sobre pernos de cabeza hexagonal normales, y seleccionar el perno cuya longitud total sea esta vez de 76,7mm, o si este no existiera, seleccionar como se ha explicado en el anterior caso, el inmediatamente superior a este.

Comparando resultados en las tablas de la norma UNE-EN ISO 4014:2011 para pernos de cabeza hexagonal normales, y seleccionando la rosca del perno de M8, se puede observar que la longitud total de los pernos con las características demandadas pasan de 70mm a 80mm, sin pasar por los 76,7mm calculados. Este hecho obliga a seleccionar por la razón que se ha expuesto anteriormente el perno con una longitud total de 80mm. Dicho perno puede resultar demás de largo, pero la alternativa sería fabricar el perno como una pieza asilada, lo que supondría un aumento económico en el precio final de la máquina biosaludable considerable.

De esta manera, la designación normalizada del perno seleccionado sería Perno de cabeza hexagonal ISO 4014-M8x80-8.8. Finalmente, el perno seleccionado es el que se puede observar en la siguiente imagen.



85.PernoM8x80mm-sija.com



8.7.5. ELECCIÓN DEL RODAMIENTO A UTILIZAR

A parte de las uniones que se realicen entre las barras del mecanismo, es importante garantizar que estas uniones van a realizar un giro cómodo para el usuario, de tal manera que las uniones no se vean deterioradas por el tiempo o por los factores climatológicos que pesen sobre ellas.

La manera de conseguir este giro más suave entre las barras que componen el mecanismo es instalando rodamientos en las uniones. De tal manera, que se procede a calcular a continuación el rodamiento más adecuado a instalar en las nombradas uniones entre eslabones.

Una vez se sacan el cuadro de fuerzas de todas las uniones que deben girar en el mecanismo de *Working Model*, se puede observar que el eje de giro entre dos barras que tiene que aguantar más fuerza es el eje que se corresponde con la unión entre la bancada o barra uno con la palanca del mecanismo o barra dos.

El momento que se debe escoger a fin de seleccionar el rodamiento adecuado debe coincidir con el punto de máximo esfuerzo que debe aguantar la articulación descrita, este punto máximo de fuerza se saca accionando el mecanismo durante todo el recorrido del mismo, una vez completado se copia y pega toda la información recogida en esta articulación, que corresponde que la que tiene que soportar cargas superiores al resto, y con todos los valores que adquiere la fuerza en este punto durante todo el recorrido, se selecciona el valor máximo de ésta, el cual se corresponde cuando se alcanzan los 1.128,572N.

El siguiente paso una vez se tiene la carga radial que debe soportar el rodamiento es calcular la carga estática que posee, a fin de encontrar un engranaje con el diámetro interior coincidente con el perno que le atraviesa y con una carga estática igual superior a la calculada, esto querrá decir que es capaz de aguantar la misma carga que la calculada o superior a la misma, premisa recomendada para evitar sorpresas.

El tamaño del rodamiento se procede a seleccionar en base a la carga estática C_0 , y no en basa a la vida del rodamiento porque se da uno o varios de los siguientes casos:

- El rodamiento es estacionario y está sometido a cargas continuas o intermitentes (de choque).



- EL rodamiento efectúa lentos movimientos de oscilación o alineación bajo carga.
- El rodamiento gira bajo carga a velocidades muy bajas ($n < 10$ rpm).
- El rodamiento gira y tiene que soportar elevadas cargas de choque, además de las cargas de funcionamiento normales.

Además, en todos estos casos, la capacidad de carga permisible para el rodamiento no está determinada por la fatiga del material, sino por la deformación permanente del camino de rodadura originado por la carga.

A continuación se procede a calcular la carga estática equivalente del rodamiento, la cual se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P_0 = X_0 \times F_r + Y_0 \times F_a$$

- Donde:
 - o P_0 = carga estática equivalente, kN
 - o F_r = carga radial real del rodamiento, kN
 - o F_a = carga axial real del rodamiento, kN
 - o X_0 = factor de carga radial del rodamiento
 - o Y_0 = factor de carga axial del rodamiento

No obstante, la fórmula que incumbe al problema solo posee la componente de la fuerza radial, pues la fuerza axial es nula en este caso, de esta manera, la fórmula empleada para calcular la carga estática equivalente se reduce pues $F_a = 0$, y si se da este valor de fuerza axial el factor de carga radial del rodamiento adquiere el valor 1, por lo que la carga estática equivalente es igual a la fuerza radial que soporta el rodamiento.

Dicha fuerza radial en módulo ha sido definida anteriormente, teniendo ésta un valor en módulo de 1.128,572N.

$$\text{Luego } P_0 = F_r = 1.128,572\text{N} = 1,129\text{kN}$$

Cuando el tamaño del rodamiento requerido se determina en base a la carga estática, se emplea un factor de seguridad s_0 , que representa la relación entre la capacidad C_0 y la carga estática equivalente P_0 para calcular la capacidad de carga estática requerida.

La fórmula que relaciona el factor de seguridad s_0 , con la capacidad de carga estática C_0 y la carga estática equivalente P_0 , es la siguiente fórmula:

$$s_0 = \frac{C_0}{P_0}$$

- Donde:
 - o C_0 = capacidad de carga estática, kN
 - o s_0 = factor de seguridad estático
 - o P_0 = carga estática equivalente, kN

Solo queda seleccionar el valor del factor de seguridad estático s_0 en función de las características del mecanismo y después despejar el valor de la capacidad de carga estática C_0 , y seleccionar en base a esta capacidad de carga estática C_0 el rodamiento que en las tablas teniendo como mínimo el valor de la capacidad de carga estática C_0 calculado, coincida con el diámetro interior del rodamiento que coincida con el diámetro del perno que cubre en la unión.

La tabla de valores de s_0 que se debe elegir en función de las características del mecanismo se muestra a continuación.

| Valores orientativos para el factor de seguridad estático s_0 | | | | | | | | |
|---|--|------------------|---------------|-------------------|---------------|------------------|---------------------------|------------------|
| Tipo de funcionamiento | Rodamientos rotativos | | | | | | Rodamientos estacionarios | |
| | Requisitos en cuanto a funcionamiento silencioso no importante | | | silencioso normal | | | alto | |
| | Rodtos. bolas | Rodtos. rodillos | Rodtos. bolas | Rodtos. rodillos | Rodtos. bolas | Rodtos. rodillos | Rodtos. bolas | Rodtos. rodillos |
| Suave, sin vibraciones | 0,5 | 1 | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 0,4 | 0,8 |
| Normal | 0,5 | 1 | 1 | 1,5 | 2 | 3,5 | 0,5 | 1 |
| Cargas de choque notables ¹⁾ | $\geq 1,5$ | $\geq 2,5$ | $\geq 1,5$ | ≥ 3 | ≥ 2 | ≥ 4 | ≥ 1 | ≥ 2 |

Para los rodamientos axiales de rodillos a rotula es aconsejable utilizar $s_0 \geq 4$

86. Tablas Rodamientos-catálogoSKF

Teniendo en cuenta que es preferible asegurar que el rodamiento aguante a las sollicitaciones a las que se lo someta, se seleccionará el valor de s_0 como un tipo de funcionamiento normal y dentro de los requisitos en cuanto a funcionamiento silencioso no importante de rodamientos rotativos seleccionar los rodamientos de bolas, la casilla de unión entre ambos caminos de premisas selecciona el valor de $s_0=0,5$.



Despejando la capacidad de carga estática de la anterior fórmula se obtiene lo siguiente:

$$C_0 = s_0 \times P_0$$

Luego la capacidad de carga estática que se obtiene con los valores que se han calculado es la siguiente:

$$C_0 = 0,5 \times 1,129kN$$

$$C_0 = 0,5645kN$$

Con este resultado de capacidad de carga estática que se obtiene es posible dirigirse a las tablas de rodamientos que ofrece el fabricante SKF, y así poder seleccionar el rodamiento adecuado sabiendo que el diámetro interior que debe tener es igual al de eje de la unión, es decir 8mm, y que la capacidad de carga estática del rodamiento no debe superar los 0,5645kN.

De esta manera se encuentra el rodamiento idóneo para instalar en las uniones entre las barras que rotan.

| | | | | | | | | | |
|---|----|---|------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|
| 8 | 16 | 4 | 1,33 | 0,57 | 0,024 | 90 000 | 56 000 | 0,0030 | 618/8 |
| | 19 | 6 | 1,9 | 0,735 | 0,031 | 80 000 | 50 000 | 0,0071 | 619/8 |
| | 22 | 7 | 3,45 | 1,37 | 0,057 | 75 000 | 48 000 | 0,012 | * 608 |
| | 24 | 8 | 3,9 | 1,66 | 0,071 | 63 000 | 40 000 | 0,017 | * 628 |

87. Tablas Rodamientos-catálogoSKF

En la tabla de rodamientos rígidos de bolas que se encuentra en el catálogo de SKF se encuentran las opciones que se pueden observar en la anterior imagen, siendo la más idónea para este caso la segunda, la cual tiene una capacidad de carga estática que se puede visualizar en la cuarta columna de 0,57kN, es decir, este rodamiento aguanta una carga ligeramente superior al mínimo anteriormente calculado.

Luego el rodamiento finalmente seleccionado es el SKF 618/8.

Es importante destacar que el rodamiento irá cerrado por obturadores que impidan la entrada de suciedad a las bolas del rodamiento, pues si ésta entrara desencadenaría una bajada notable de las prestaciones del rodamiento a medio-largo plazo.

El rodamiento seleccionado se muestra a continuación.



88.RodamientoUtilizado-agrolager.com

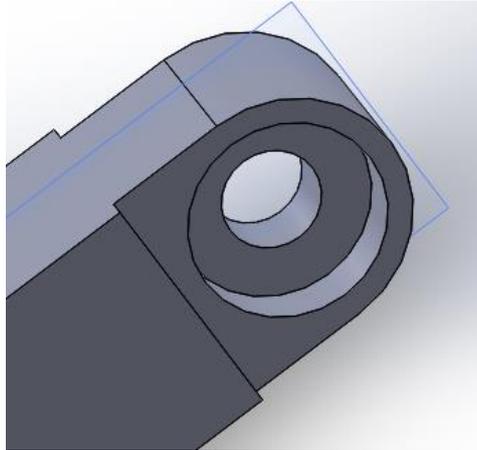
Además, como se ha explicado al rodamiento se le instalarán obturadores que eviten la entrada de suciedad al mismo, como se muestra a continuación.



89.RodamientoUtilizadoObturadores-agrolager.com

Para la instalación de los rodamientos es necesario realizar ese segundo taladro que permita instalarlos con una profundidad igual a su anchura más una pequeña distancia a mayores que garantice que las barras podrán rotar sin el posible impedimento de que el rodamiento sobresalga de su acomodada posición de trabajo en el mecanismo.

Este doble agujero se muestra a continuación, para reflejar la explicación que se ha dado.



90.UniónMachoBarras-elaboraciónpropia

Una vez que están calculados los elementos normalizados que se van a instalar en el mecanismo, solo queda proceder a su montaje.

8.8. TAPONES PARA PERNOS Y TUERCAS

Para ofrecer una mayor seguridad al usuario y aportar un toque más estético a las uniones las cabezas de los pernos por un lado, y las tuercas por el otro estarán camufladas bajo tapones de plástico como los que se muestran en la siguiente imagen.

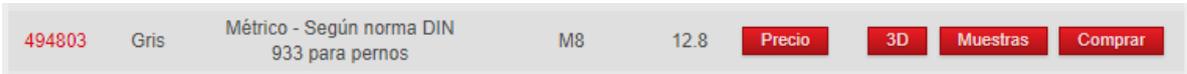


91.CapuchónCabezaPerno-essentracomponents.es

Dichos tapones serán adquiridos a essentracomponents.es, un portal de Internet especializado en componentes para elementos de unión.



En la siguiente imagen se muestran los modelos que ofrece la página web para el tipo de perno que se va a utilizar en las uniones, el cual ha sido calculado en el apartado anterior.



92.CapuchónCabezaPerno-essentracomponents.es

El capuchón será de color gris, como el que se mostraba en la anterior imagen, para evitar que la suciedad se note de un modo muy precipitado.

Para las tuercas se utilizará otra clase de tapones que permitan recubrirlas aun estando roscadas en el perno, y a causa del vástago sobresaliente de este no sea fácil su instalación.

De este modo, los tapones que se utilizarán en las tuercas se pueden visualizar en la siguiente imagen, en cual es visualizable la distancia que es capaz de salvar del vástago del perno y fijarse en la tuerca.



93.CapuchónTuerca-essentracomponents.es

A continuación se muestra la información que ofrece el proveedor, el cual afirma que la distancia que es capaz de salvar este tapón llega a los 19mm de profundidad, distancia más que suficiente para la instalación en este caso.



94.CapuchónTuerca-essentracomponents.es



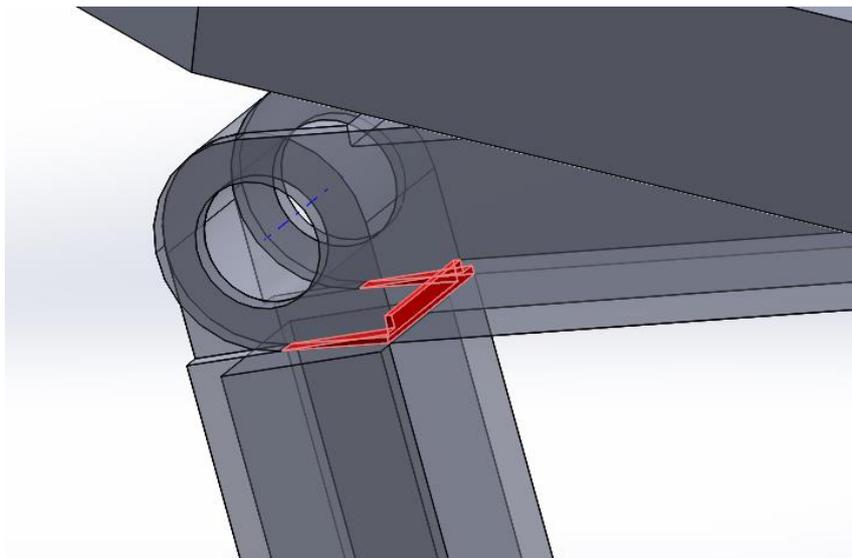
8.9. PROBLEMAS EN EL DISEÑO

Durante la realización de pruebas en *SolidWorks* para comprobar el correcto funcionamiento de la máquina se encuentran varios problemas que se van a ir relatando y solucionando a continuación.

El primer problema surge como consecuencia de no haber mecanizado la suficiente profundidad en la barra macho de la unión entre los eslabones dos y tres del mecanismo.

Durante el estudio de interferencias en el mecanismo que se realiza en *SolidWorks* se puede visualizar que en la unión de las nombradas barras no existe el suficiente espacio para que puedan rotar sin obstruir la una a la otra.

El problema que se acaba de definir se muestra ejemplificado en la siguiente imagen.



95.Colisión1SolidWorks-elaboraciónpropia

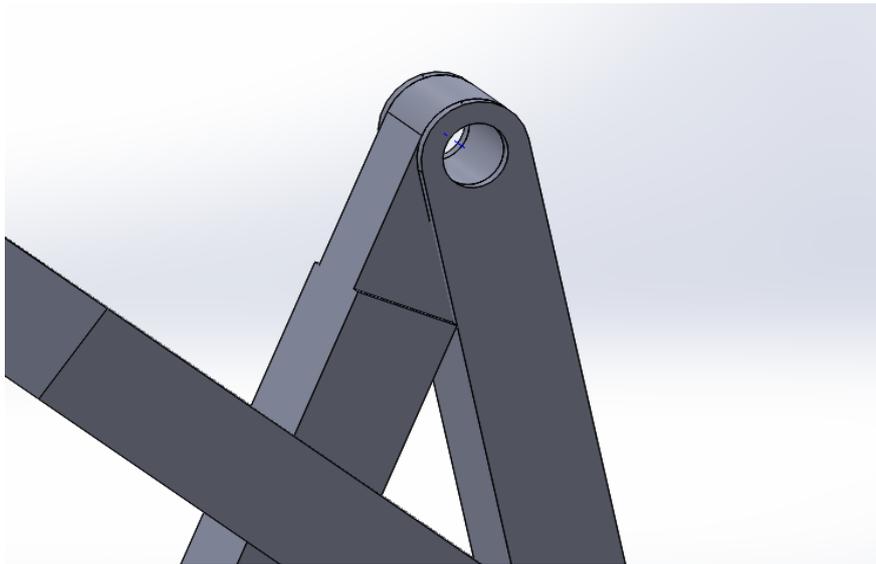
La solución de este problema pasa por mecanizar un trozo más en la barra macho de la unión, restando material hasta el punto que correlacione el correcto funcionamiento sin que el mecanismo pueda accionarse tanto que interfiera con el usuario en su ejercicio. Es decir, lo que se pretende es exprimir un poco el mecanismo para que ofrezca un poco más de desplazamiento para el usuario, pero el suficiente para que el recorrido del mecanismo pueda realizarse completo sin que el usuario sienta que la barra a la cual está ejerciendo fuerza se encuentra demasiado cerca de él mismo.



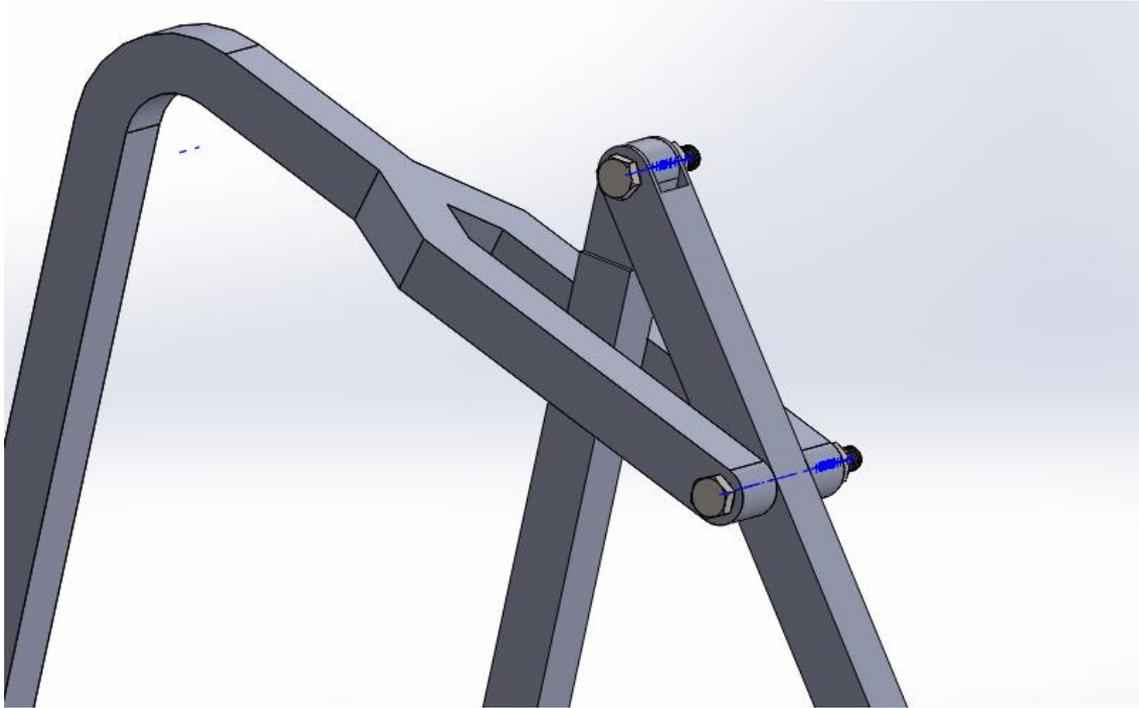
De tal manera que se prueban diferentes nuevas profundidades de mecanizado en esa zona, de tal manera, que se pueda conseguir esa relación que se describía, finalmente la zona extra que se debe limitar se muestra en la siguiente imagen.

Además es necesario soldar un trozo de chapa de las características de la barra para evitar que entre suciedad al interior del tubo y provoque así su cambio prematuro.

De esta manera, el resultado final de la unión entre ambas barras queda como se muestra en la siguiente imagen.



96.Colisión1SolidWorks-elaboraciónpropia

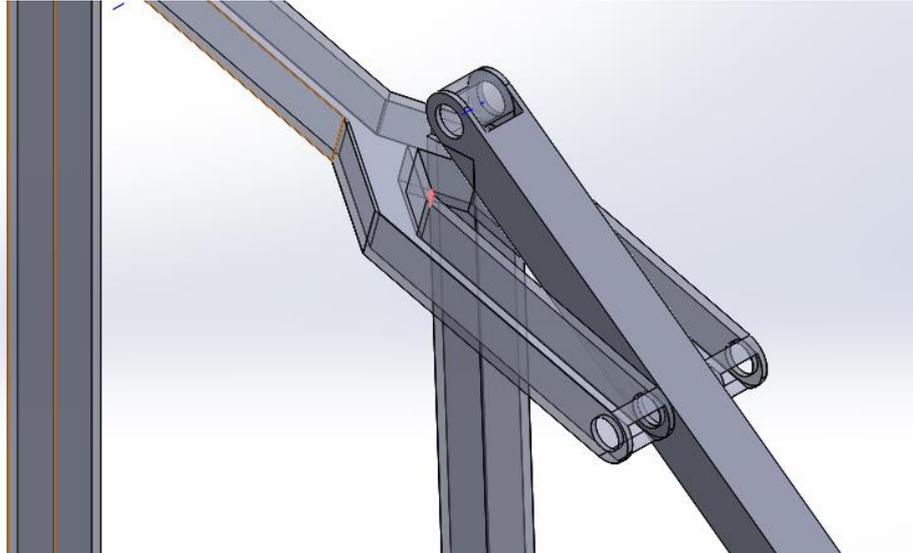


97.Colisión1SolidWorks-elaboraciónpropia

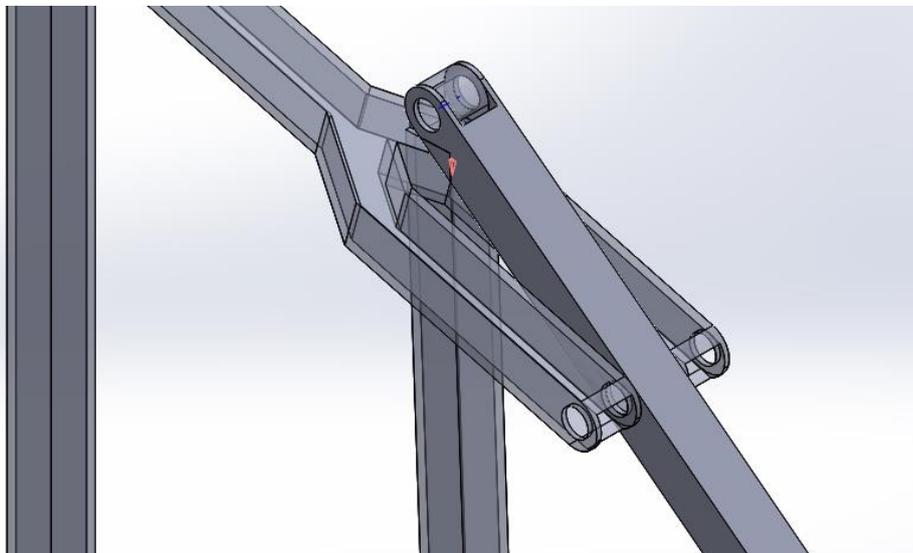
El segundo problema se plantea en la Y que se ha instalado en la barra uno o bancada no es lo suficientemente profunda como para no tener obstruida a la barras dos y tres en su movimiento.

Es importante recordar que las barras con una estructura sencilla como la realizada en el estudio de *Working Model* no tendría problemas, pero como se ha optado a instalar la Y a fin de optimizar el mecanismo y conseguir más desplazamiento al usuario durante el accionamiento del mismo, es necesario conseguir que este cambio no afecte al comportamiento.

El problema se puede visualizar en el estudio de interferencias realizado en *SolidWorks*, como se muestra en la siguiente imágenes, en las cuales se puede observar las interferencias a ambos lados de la Y.



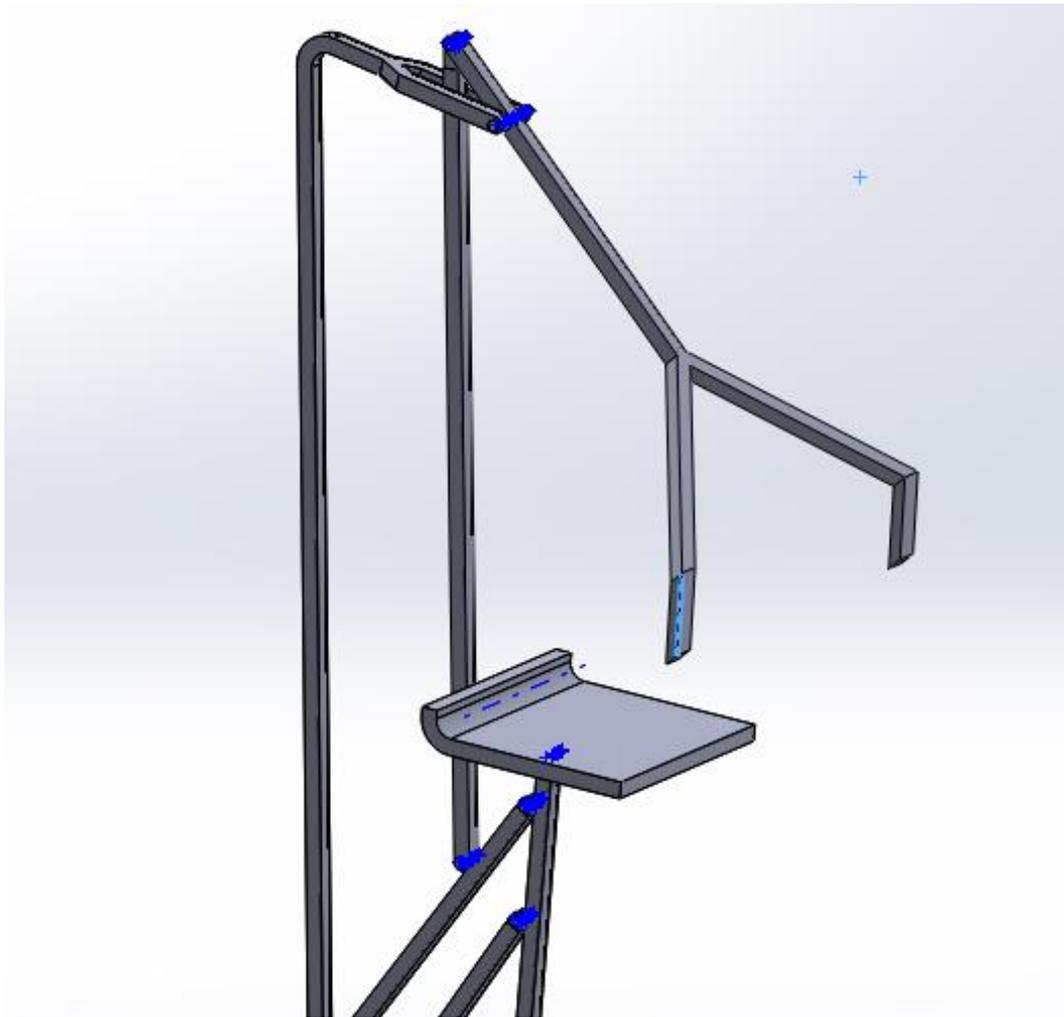
98. Colisión2SolidWorks-elaboraciónpropia



99. Colisión2SolidWorks-elaboraciónpropia

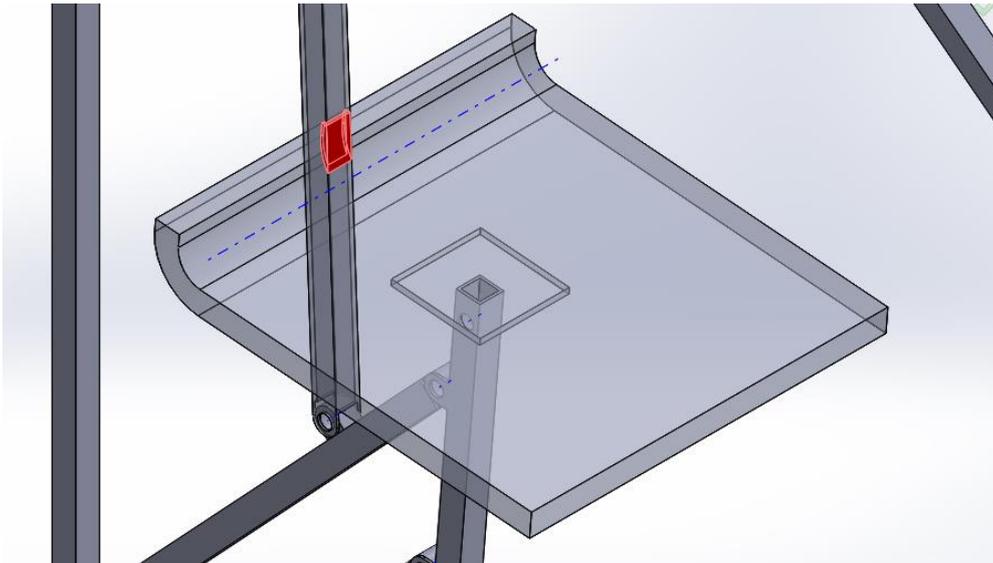
La solución a este problema pasa por alargar la garganta de la Y, de esta manera, las barras en su movimiento tendrán la capacidad de seguir rotando aun cuando estén pasando por la Y.

El problema se encuentra solventado en la siguiente imagen, en la cual se han realizado los cambios que se han descrito anteriormente.



100.Colisión2y3SolidWorks-elaboraciónpropia

Otro problema se da cuando el mecanismo está llegando a su posición límite, pues como no estaba previsto en *Working Model* que el mecanismo ganará ese ángulo de giro a mayores, una vez que el mecanismo está cerca de alcanzar ese punto álgido el asiento del usuario, debido a su retroceso como consecuencia del movimiento del mecanismo, llega a superponerse a la barra tres como se puede observar en la siguiente imagen.



101.Colisión3SolidWorks-elaboraciónpropia

La solución a este problema pasa por adelantar la posición del usuario respecto a la barra que sostiene el asiento, de tal manera, que se encuentre lo suficientemente adelante como para que no se superponga dicho asiento con la barra tres, pero tampoco por ello sufra el asiento de fuerzas más acusadas en el punto de apoyo del mismo.

La solución es visible en la imagen que se adjuntaba como solución al problema que presentaba la Y.

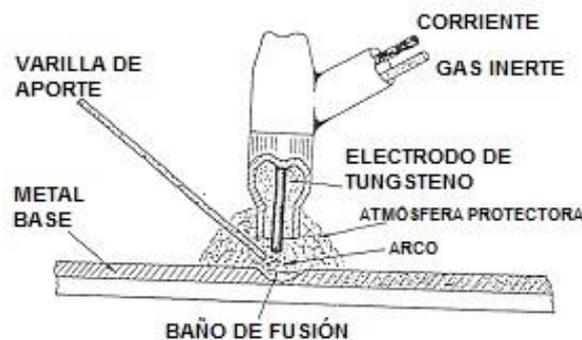
9. PROCESOS INDUSTRIALES Y MÁQUINAS A EMPLEAR

Para la selección de las máquinas que se emplearían en la fabricación de la máquina que se pretende desarrollar en este proyecto, se emplea la página web de *directindustry.es*, dicha página ofrece una gran variedad de toda clase de máquinas industriales de numerosos proveedores.

Además, ésta página ofrece el presupuesto que indica el fabricante, y es ella, la que se encarga de hablar con el mismo fabricante una vez que se haya elegido comprar dicha máquina, o en el caso en el que se vayan a comprar varias del mismo modelo o fabricante, negocie para conseguir el mejor precio para el comprador.

9.1. SOLDADURA TIG

Para las uniones fijas que se van a realizar se opta por usar la soldadura TIG (Tungsten Inert Gas) para soldar el acero inoxidable, en el cual, el arco eléctrico va a establecerse entre el metal base y un electrodo no consumible de Tungsteno, bajo una atmósfera protectora que ha sido generada por el gas inerte, que normalmente se trata del elemento noble argón.



102.ExplicaciónSoldaduraMIG-nicolascorrea.com

El argón se utiliza para proteger al metal fundido de la soldadura del aire circundante. Además, en caso de ser necesario, podemos agregar metal de aporte en forma de varilla o de alambre introducido dentro del arco, de forma automática o manual para conseguir fundirlo y que las gotas sean derramadas dentro del baño de fusión.

Este proceso de soldadura TIG forma cordones de mucha calidad, sin presencia de escorias al emplear electrodos no consumibles sin revestimiento, ni de proyecciones.



Esto hace que sea utilizado para soldaduras de gran responsabilidad en acero inoxidable, donde sea primordial conseguir soldadura de exquisita calidad.

Además de soldaduras de gran responsabilidad, también se emplea mucho en piezas de poco espesor, aproximadamente hasta 6 mm. , ya que en soldaduras de piezas que tengan más de estos 6 o 7 mm no nos iba a resultar económico. Puesto que en caso de que se tuvieran piezas mayores a este espesor, sería mejor optar por la soldadura de arco sumergido.

A continuación se procede a enumerar algunas de las ventajas que presenta este tipo de procedimiento:

- No suele generar escorias en el cordón, lo que va a permitir reducir las tareas de limpieza posteriores a la soldadura.
- Este proceso puede ser empleado en cualquier posición de la soldadura, esto permite que sea bastante recomendable para soldadura de cañerías y tubos, caso que se va a tratar con este tipo de soldadura, pues se utilizan tubos de acero inoxidable.
- Este tipo de soldadura no genera ninguna salpicadura alrededor del cordón.
- No afecta a la composición química y propiedades del metal base que se esté utilizando durante el proceso de soldadura.

Para realizar el tipo de soldadura que se acaba de describir se opta por la elección de una máquina multidisciplinar, que además de poseer el tipo de soldadura que se va a utilizar en la máquina, como es el TIG, también tiene la posibilidad de soldar con MIG o MAG, en el caso en el que no se pueda utilizar el método de soldadura deseado, haya otras opciones que no dejen la cadena de producción parada y retrasen el pedido de las máquinas biosaludables que se encarguen a fabricar.



103.MáquinaSoldaduraUtilizada-directindustry.com

Para facilitar la comodidad al operario dedicado a realizar las operaciones con la máquina de soldar, esta dispone de ruedas que permiten desplazarla sin demasiado esfuerzo.

Las medidas de la máquina son 445x250x610mm, entendiéndose estas medidas como el resultado de alto x ancho x largo.

Esta soldadura además de unir partes fijas del asiento también servirá para unir las uniones macho a los tubos.

9.2. SIERRA METAL

Para cortar las barras de metal en bruto se utilizará una sierra para metales, especialmente recomendada para el corte de perfiles y tubos, como es el caso que se trata en este proyecto.

La máquina seleccionada se muestra en la siguiente imagen.



104.MáquinaSierraUtilizada-directindustry.com

La máquina es completamente automática, solo necesita el material a mecanizar, además es capaz de cortar varias unidades de tubos a la vez, agilizando el trabajo, como se muestra en la imagen que se adjunta a continuación.



105.MáquinaSierraUtilizadaEjemplo-directindustry.com

9.3. CURVADORA DE PERFILES

Para curvar el tubo que forma parte de la barra uno o bancada se utilizará una curvadora de metal, la misma será aprovechada para curvar el asiento del usuario, haciendo a éste más cómodo en su uso.

La máquina que se ha escogido para realizar el trabajo es la siguiente.



EUROMAC®

106.MáquinaCurvadoraUtilizada-directindustry.com

Esta máquina ofrece muchas posibilidades a la hora de realizar los curvados ya nombrados. Pues la cantidad de curvados que se puedan realizar con ella es incalculable, con tal solo realizar el programa necesario para ella, siempre con la supervisión de un operario, que verifique las piezas y que controle de una manera pasiva los movimientos de la máquina.

9.4. FRESADORA CNC

Para la realización de las piezas de unión que se van a soldar a los tubos y otras piezas que requieran su fabricación, se utilizará la siguiente fresadora CNC, la cual posee un tamaño relativamente pequeño en relación a las posibilidades que ofrece.



107. Máquina Fresadora CNC Utilizada-directindustry.com

9.5. TALADRO

Para la elaboración de los taladros que son necesarios para realizar las uniones entre elementos se utiliza una taladradora como la que se muestra en la imagen, que aunque se aprecie pequeña, es suficiente para realizar la labor a la que va destinada con una eficiencia óptima en cuanto a las tolerancias necesarias para la realización de los taladros.



108. Máquina Taladro Utilizada-directindustry.com



9.6. MÁQUINA DE PINTAR CON PISTOLA

Por último, para finalizar la labor de fabricación de la máquina biosaludable se procede a nombrar la máquina de pintar que se utilizará a fin de dotar a la máquina de una mejora estética.



COLO

109.MáquinaPistolaPinturaUtilizada-directindustry.com



10. NORMATIVA

10.1. DEFINICIÓN Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

En lo referente a las normativas a tener en cuenta a la hora de diseñar la nueva máquina biosaludable nos podemos basar en varias, pero las más relevantes y enfocadas al diseño de este tipo de máquinas son unas pocas.

Las normativas que afectan al diseño de la máquina biosaludable se dividen en función de la localización que va a tener la misma en el territorio español, puesto que la normativa nacional en lo referente al diseño de este tipo de máquinas establece unas premisas que futuramente se afinarán en función de la comunidad autónoma en la que se va a instalar dicha máquina, o incluso en ocasiones, se refinará aún más según la provincia.

En un principio se nombrarán las normativas que regulan en un primer diseño a todo el territorio español, y una vez se esté refinando el diseño de la máquina biosaludable se pasará a adaptar este diseño al Código de Urbanismo de Castilla y León.

Estas son algunas de las normas más destacadas que el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte junto al Consejo Superior de Deportes obligan a tener en cuenta a la hora de diseñar una nueva máquina biosaludable o incluso a tener en cuenta cuando se decida rediseñar una, hecho que se quiere poner en práctica para la realización de este proyecto.

Las normas que rigen estos organismos nacionales tienen por objeto el desarrollo y la actualización periódica de las normas de equipamiento específico para deportes, campos de juego y otras instalaciones y equipos recreativos, con especial atención a diferentes parámetros que los definan, como son la terminología, las especificaciones de seguridad, la aptitud o adecuación a la función a la que van destinados y los métodos de ensayo necesarios para verificar los requisitos establecidos, así como las marcas de cumplimiento de la norma, los carteles de advertencia, la correcta instalación y el mantenimiento de la misma.

El órgano encargado de la normalización española es el Comité Técnico de la Asociación de Normalización, UNE (Normalización Española) CTN147 encargado del



campo que acoge a “Deportes, Campos de juego y otros equipos de recreo” y en concreto su Subcomité Técnico CTN147/SC2 el cual, así mismo, realiza el seguimiento de los trabajos de normalización europea (CEN) del Comité Técnico CEN/TC 136 de “Sports, playground and other recreational facilities and equipment”, a excepción de los equipos para áreas de juego infantiles, y del Comité Técnico CEN/TC 402 de “Domestic pools”, así como se asegurar la normalización internacional (ISO), Comité ISO/TC 83 “Deportes y Equipos de Recreo”.

Es necesario indicar los aspectos que tienen en cuenta las normas que rigen el diseño de este tipo de mecanismos, dichos aspectos quedan definidos en diferentes grupos:

- Terminología: apartado dedicado a las definiciones, es decir, recoge aquellos términos que son necesarios utilizar en el desarrollo de la norma y que no de uso habitual.
- Requisitos de seguridad: dichos requisitos garantizan la ausencia de cualquier tipo de riesgo y de peligro de accidente que pueda producir el producto, los más generales son:
 - o Estabilidad frente a las diferentes cargas a las que pueda estar sometido el aparato en la vida útil del mismo.
 - o Resistencia frente a las acciones que pueda ser aplicadas al mecanismo, de tal manera, que el mismo no se rompa ni deforme en exceso.
 - o Flexibilidad con deformación limitada frente a cargas, ausencia de flecha residual y resistencia a fatiga cuando lo requiera el equipamiento.
 - o Ausencia de aristas vivas o bordes cortantes en las diferentes partes de la máquina.
 - o Ausencia o protección, en su defecto, de partes prominentes que constituyan un riesgo de impacto o de enganamiento por parte del usuario que la utilice.
 - o Ausencia de huecos que puedan producir aprisionamiento de partes del cuerpo del usuario que utiliza la máquina.
 - o Amohadillado absorbente de impactos en las zonas de contacto con el deportista que haya riesgo de golpes.



- Ausencia de ganchos u otros elementos similares que puedan originar lesiones corporales.
- Si existen partes móviles, como es el caso del rediseño que se pretende realizar en este proyecto, debe quedar impedido el riesgo de golpes, cortadura o aprisionamiento del deportista.
- Protección de los elementos metálicos del mecanismo que puedan estar expuestos a su posible futura corrosión.
- Requisitos funcionales: dichos requisitos aseguran que el producto se adecua a la función para la que se fabrica, estableciendo dimensiones, criterios de diseño o materiales de la máquina.
- Métodos de ensayo: que establezcan un patrón a seguir para verificar el cumplimiento de los requisitos anteriores.
- Instrucciones de montaje y de uso: recogen las normas que el fabricante o vendedor debe aportar, junto con el equipamiento, instrucciones de montaje e instrucciones que impidan la aparición de accidentes por utilización incorrecta de los aparatos.
- Mantenimiento: el equipamiento deportivo debe estar sometido a revisión periódica de acuerdo con las instrucciones que dé el fabricante o vendedor.
- Letrero de advertencia: algunos aparatos de gimnasia requieren la instalación de un letrero o cartel de advertencia permanente y fijado en el mismo equipamiento que informe de la forma de uso del mismo.
- Marcado: incorporar a la máquina un marcado que indique que cumple con las normas, indicando el nº de dicha norma EN, el nombre del fabricante, importador o vendedor o año de fabricación.

Teniendo en cuenta lo que contienen las normas y cuales hay que seleccionar para el rediseño de este tipo de máquina biosaludable se procede a enumerar las normativas de ámbito nacional, diferenciando los sectores a los que pertenece cada norma.

10.2. NORMATIVA APARATOS DE ENTRENAMIENTO FIJO

En lo referente a la normativa que atañe a aparatos de entrenamiento fijos destacan las siguientes normas:



- UNE-EN ISO 20957-1:2014 : Equipos fijos para entrenamiento – Parte 1: Requisitos generales de seguridad y métodos de ensayo.

- UNE-EN 957-2:2003 (ISO 20957-2) : Equipos fijos para entrenamiento – Parte 2: Equipos de entrenamiento de la fuerza; requisitos técnicos específicos y métodos de ensayo adicionales.

- UNE-EN 957-4:2006+A1:2010 (Será anulada por EN ISO 20957-5:2016) : Equipos fijos para entrenamiento – Parte 4: Bancos para entrenamiento de la fuerza; requisitos técnicos específicos de seguridad y método de ensayo adicionales.

- UNE-EN 957-5:2009 (Será anulada por EN ISO 20957-5:2016) : Equipos fijos para entrenamiento – Parte 5: Bicicleta estática y aparatos para entrenamiento de la parte superior del cuerpo, requisitos específicos de seguridad y métodos de ensayo adicionales.

- UNE-EN 957-6:2011+A1:2014 (Será anulada por EN ISO 20957-6) : Equipos fijos para entrenamiento – Parte 6: Simuladores de carrera. Requisitos específicos de seguridad y métodos de ensayo adicionales.

- UNE-EN 957-7:1999 (Será anulada por EN ISO 20957-7) : Equipos fijos para entrenamiento – Parte 7: Máquinas de remo, requisitos de seguridad específicos y métodos de ensayo adicionales.

- UNE-EN 957-8:1999 (Será anulada por EN ISO 20957-8) : Equipos fijos para entrenamiento – Parte 8: Simuladores de marcha, simuladores de escalera y simuladores y de escalada, requisitos de seguridad específicos y métodos de ensayo adicionales.

- UNE-EN 957-9:1999 (Será anulada por EN ISO 20957-9) : Equipos fijos para entrenamiento – Parte 9: Aparatos de entrenamiento elípticos, requisitos específicos de seguridad y métodos de ensayo adicionales.

- UNE-EN 957-10:1999 (Será anulada por EN ISO 20957-10) : Equipos fijos para entrenamiento – Parte 10: Bicicletas de ejercicio con volante fijo o sin volante libre, requisitos específicos de seguridad y métodos de ensayo.

- UNE-EN 16630:2015 : Equipos fijos de entrenamiento físico instalados al aire libre. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.



10.3. NORMATIVA EQUIPAMIENTOS DEPORTIVOS AL AIRE LIBRE

En lo referente a la normativa que atañe a equipamientos deportivos de acceso libre (pistas multijuegos):

- UNE-EN 15312:2007+A1:2011 : Equipos deportivos de acceso libre. Requisitos incluyendo seguridad y métodos de ensayo.

10.4. NORMATIVA EQUIPAMIENTOS DE GIMNASIA INSTALADOS AL AIRE LIBRE

Y el último grupo de normativa que puede resultar de interés a la hora de realizar el diseño de la máquina biosaludable atañe a equipamientos de gimnasia instalados al aire libre.

-UNE-EN 913:2009 : Equipos de gimnasia. Requisitos generales de seguridad y métodos de ensayo.

-UNE-EN 914:2009: Equipos de gimnasia. Barras paralelas y barras paralelas/asimétricas combinadas. Requisitos y métodos de ensayo incluyendo seguridad.

-UNE-EN 915:2009 : Equipos de gimnasia. Paralelas asimétricas. Requisitos y métodos de ensayo incluyendo seguridad.

-UNE-EN 916:2003 : Equipos de gimnasia. Plintos. Requisitos y métodos de ensayo incluyendo seguridad.

-UNE-EN 12196:2003 : Equipos de gimnasia. Caballos y potros. Requisitos funcionales y de seguridad, métodos de ensayo.

-UNE-EN 12197:1998 : Equipos de gimnasia. Barra fija. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.

-UNE-EN 12346:1998 : Equipos de gimnasia. Espalderas, escalas y estructuras de trepa. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.

-UNE-EN 12432:1999 : Equipos de gimnasia. Barras de equilibrios. Requisitos funcionales y de seguridad, métodos de ensayo.



-UNE-EN 12655:1999 : Equipos de gimnasia. Anillas. Requisitos funcionales y de seguridad, métodos de ensayo.

-UNE-EN 13219:2009 : Equipos de gimnasia. Trampolines. Requisitos funcionales y de seguridad. Métodos de ensayo.

De todas estas normas que se han enumerado para realizar el rediseño de la máquina, se va a tener en cuenta especialmente una, UNE EN 16630:2015, dicha norma es la más actual de las que se han enumerado y por tanto recoge muchos de los aspectos que se definen en las diferentes normas que se han numerado.

La norma UNE EN 16630:2015 UNE-EN, titulada: Equipos fijos de entrenamiento físico instalados al aire libre. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo, acoge todo lo que se debe tener en cuenta en el diseño de este tipo de máquinas biosaludables en particular, no obstante, también se tendrán en cuenta el resto de normas enumeradas, y se aplicarán bases y conceptos que en éstas se definan.

No obstante, hay que recordar que todas las normas que se han enumerado hacen referencia al ámbito nacional, para el ámbito autonómico que atañe a este proyecto será necesaria tener en cuenta el Código de Urbanismo de Castilla y León, el cual es publicado en el BOE (Boletín Oficial del Estado), y está actualmente actualizado a la fecha del 10 de Abril de 2017.



B. ESTUDIO DE SEGURIDAD

11. ESTUDIO DE SEGURIDAD

Es conveniente la realización de una evaluación de riesgos que el usuario pueda experimentar en la máquina biosaludable que se ha diseñado. A continuación se detalla y se evalúa el sistema de evaluación de riesgos.

La imagen que se adjunta a continuación es el cuadro de criterios de evaluación de riesgos. Este cuadro relaciona probabilidad y consecuencias de los riesgos, como consecuencia de la relación se obtiene un determinado valor que viene dado por la siguiente tabla.

| PROBABILIDAD | CONSECUENCIAS | | VALOR | | |
|------------------------------------|--------------------------|-------|-------|----|-----|
| Nunca ha ocurrido. | Menos de 1 día de baja. | | 1 | | |
| Se tienen noticias. | De 1 a 15 días de baja. | | 3 | | |
| Ocurre en un 20% de los casos. | De 15 a 90 días de baja. | | 5 | | |
| Ocurre en un 50% de los casos. | Más de 3 meses de baja. | | 7 | | |
| Ocurre siempre. 100% de los casos. | Caso de fallecimiento. | | 10 | | |
| PROBABILIDAD/CONSECUENCIA | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 |
| 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 10 |
| 3 | 3 | 9 | 15 | 21 | 30 |
| 5 | 5 | 15 | 25 | 35 | 50 |
| 7 | 7 | 21 | 35 | 49 | 70 |
| 10 | 10 | 30 | 50 | 70 | 100 |
| RIESGO | | VALOR | | | |
| TRIVIAL | | 1-3 | | | |
| TOLERABLE | | 4-9 | | | |



| | |
|------------------|---|
| MODERADO | 10-24 |
| IMPORTANTE | 25-48 |
| INTOLERABLE | >49 |
| NIVEL DE RIESGO | ACCIONES Y TEMPORIZACIÓN |
| TRIVIAL (T) | -No se requiere acción preventiva, salvo modificación de las circunstancias objetivas. |
| TOLERABLE (TO) | -En este caso debe abordarse una mejora simple, siendo aconsejable la comprobación como base para apreciar la necesidad de mejora que deban ser aplicadas a corto plazo. Si el valor es superior a 5, se determinara con mayor precisión la posibilidad de daño periódica de las medidas de control. |
| MODERADO (MO) | -Este tipo de riesgo deben mejorarse las situaciones analizadas en un corto periodo de tiempo. Si el valor es superior a 5, se determinara con mayor precisión la posibilidad de daño como base para apreciar la necesidad de mejora que deban ser aplicadas a corto plazo. |
| IMPORTANTE (I) | No comenzar el trabajo hasta reducir los riesgos. Se precisarán recursos considerables. Si está realizando el trabajo, remediar el problema en un plazo fijo, a corto plazo o inmediatamente. |
| INTOLERABLE (IN) | -Artículo 21 Ley de Prevención->situación riesgo grave o inminente. Si no es posible reducir el riesgo, se tiene que prohibir el trabajo. |

El sistema de evaluación elegido para la evaluación de riesgos de las PEMP, proporciona un valor de riesgos adecuado a la probabilidad y consecuencia del mismo.

El método de evaluación consiste en el producto del valor estimado de probabilidad y consecuencia según tabla 1, y su posterior interpretación adecuada al resultado.

11.1. CLASIFICACIÓN DE RIESGOS PYME



11.1.1.1. CONDICIONES DE SEGURIDAD

| DENOMINACIÓN | RIESGO | DEFINICIÓN |
|--------------|---|---|
| 10 | Caídas al mismo nivel | <p>Caída que se produce en el mismo plano de sustentación.</p> <p>Caída en lugares de tránsito o superficies de trabajo (inadecuadas características superficiales, desniveles, calzado inadecuado).</p> <p>Caída sobre o contra objetos (falta de orden y limpieza)</p> |
| 20 | Caídas a distinto nivel | <p>Caída a un plano inferior de sustentación.</p> <p>Caídas desde alturas (edificios, ventanas, máquinas, árboles, vehículos ascensores.)</p> <p>Caída en profundidades (puentes, excavaciones agujeros, etc.).</p> |
| 30 | Caída de objetos por desplome o derrumbamientos | <p>Caída de elementos por pérdida de estabilidad de la estructura a la que pertenecen.</p> <p>Caída de objetos por hundimiento, caída desde edificios, muros, ventanas, escaleras, montones de mercancías desprendimiento de rocas, de tierra, etc.</p> |
| 40 | Caída objetos en manipulación | <p>Caída de objetos y materiales durante la ejecución de trabajos en operaciones de transporte por medios manuales o con ayudas mecánicas.</p> <p>Caída de materiales sobre un trabajador, siempre que el accidentado sea la misma persona a que se le haya caído el objeto que está manejando.</p> |



| | | |
|-----|--|--|
| 50 | Caída de objetos desprendidos | Caída de objetos diversos que no se estén manipulando, y que se desprenden de su ubicación por razones varias. Caída de herramientas y materiales sobre un trabajador siempre que el accidentado no lo estuviese manejando. |
| 60 | Pisada sobre objetos | Situación que se produce por tropezar o pisar sobre objetos abandonados o irregularidades del suelo pero que no originan caídas aunque si lesiones. |
| 70 | Choque contra objetos inmóviles | Encuentro violento de una persona o de una parte de su cuerpo con uno o varios objetos colocados de forma fija o en situación de reposo. |
| 80 | Choque contra objetos móviles | Golpe ocasionado por elementos móviles de las máquinas e instalaciones. No se incluyen atrapamientos. |
| 90 | Golpes cortes por objetos o herramientas | Situación que puede producirse ante el contacto de alguna parte del cuerpo de los trabajadores con objetos o herramientas cortantes, punzantes o abrasivos. No se incluyen los golpes por caída de objetos. Golpes con un objeto o herramienta que es movido por una fuerza diferente a la gravedad. |
| 100 | Proyección de fragmentos o partículas | Circunstancias que se puede manifestar en lesiones producidas por piezas, fragmentos o pequeñas partículas de material, proyectadas por una maquina, herramienta o materia prima a conformar. Excluye los producidos por fluidos biológicos. |



| | | |
|------------|--|---|
| 110 | Atrapamiento por o entre objetos | Situaciones que se produce cuando una persona o parte de su cuerpo es enganchada o aprisionada por mecanismos de las máquinas o entre objetos, piezas o materiales. |
| 120 | Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos | Situación que se produce cuando un operario o parte de su cuerpo es aprisionado contra las partes de las maquinas o vehículos que, debido a condiciones inseguras, o vehículos han perdido su estabilidad |
| 130 | Sobreesfuerzos | |
| 130.1 | Sobreesfuerzos por manipulación de cargas | Manipulación, transporte, elevación, empuje o tracción de cargas: carros, cajas, etc. que pueda producir lesiones. |
| 130.2 | Sobreesfuerzos por movilización de personas con movilidad reducida | Manipulación, transporte, elevación, empuje o tracción de personas con movilidad reducida que pueda producir lesiones. |
| 130.3 | Sobreesfuerzos por otras causas | Posturas inadecuadas o movimientos repetitivos o vibraciones u otras causas mecánicas que puedan producir lesiones músculo■squeléticas agudas o crónicas. Excluye las lesiones producidas por manipulación de cargas, incluidas en otros apartados. |
| 140 | Exposición a temperaturas extremas | Permanencia en un ambiente con calor o frío excesivo. |
| 150 | Contactos térmicos | |
| 150.1 | Contactos térmicos por calor | Acción y efecto de tocar superficies o productos calientes. |
| 150.2 | Contactos térmicos por frío | Acción y efecto de tocar superficies o productos fríos. |



| | | |
|------------|---|--|
| 161 | Contactos eléctricos directos | |
| 161.1 | Contactos eléctricos directos baja tensión <1000 voltios | Es todo contacto de las personas directamente con partes activas en tensión (trabajando con tensiones < 1000 voltios). |
| 161.2 | Contactos eléctricos directos alta tensión > 1000 voltios | Es todo contacto de las personas directamente con partes activas en tensión (trabajando con tensiones > 1000 voltios). |
| 162 | Contactos eléctricos indirectos | |
| 162.1 | Contactos eléctricos indirectos de baja tensión <1000 voltios | Es todo contacto de las personas con masas puestas accidentalmente en tensión (trabajando con tensiones <1000 voltios) |
| 162.2 | Contactos eléctricos indirectos de alta tensión >1000 voltios | Es todo contacto de las personas con masas puestas accidentalmente en tensión (trabajando con tensiones >1000 voltios) |
| 170 | Exposición a sustancias nocivas o tóxicas | |
| 170.1 | Inhalación o ingestión accidental | Efectos agudos producidos por exposición ambiental accidental o por ingestión de sustancias o productos: lesiones neurológicas, respiratorias (asma, hiperactividad bronquial, etc.), Incluye las asfixias y ahogamientos. |
| 170.2 | otras | Otros tipos de exposición no incluidas en el apartado de exposición accidental anterior. |
| 180 | Contacto con sustancias caústicas y/o corrosivas | |
| 180.1 | Contacto con sustancias (nocivas) | Acción y efecto de tocar sustancias o |



| | | |
|-------|--|--|
| | que puedan producir dermatosis | productos que puedan producir dermatosis: por abrasión química o física (uso frecuente de jabones o detergentes) o de tipo alérgico. |
| 180.2 | Contacto con sustancias que puedan producir otro tipo de lesiones externas distintas a la dermatosis | Acción y efecto de tocar sustancias o productos que puedan producir lesiones externas en la piel distintas a las que pueda producir la dermatosis. |
| 190 | Exposición a radiaciones (solares) | Altas dosis, entendiendo dicha exposición como accidente. |
| 200 | Explosiones | |
| 200.1 | Explosiones químicas | Liberación brusca de gran cantidad de energía que produce un incremento violento y rápido de la presión, con desprendimiento de calor, luz y gases, teniendo su origen en transformaciones químicas. |
| 200.2 | Explosiones físicas | Liberación brusca de gran cantidad de energía que produce un incremento violento y rápido de la presión, con desprendimiento de calor, luz y gases, teniendo su origen en transformaciones físicas. |
| 211 | Incendios | |
| 211 | Incendio. Factores de incendio | Es el conjunto de condiciones: Materiales combustibles, comburente y fuentes de ignición, cuya conjunción en un momento determinado puede dar lugar a un incendio. |
| 212 | Incendio. Propagación | Condiciones que favorecen el aumento y la extensión del incendio |
| 213 | Incendio. Medios de lucha y señalización | Son aquellos medios materiales con los que es posible atacar un incendio, hasta |



| | | |
|-------|--|---|
| | | su completa extinción o la llegada de ayudas exteriores |
| 214 | Incendios. Evacuación | Es la salida ordenada de todo el personal del centro y su concentración en un punto predeterminado considerado como seguro. |
| 220 | Accidentes causados por seres vivos | |
| 220.1 | Accidentes causados por personas | Son los producidos a las personas por la acción de otras personas agresiones patadas, mordiscos. |
| 220.2 | Accidentes causados por animales | Son los producidos a las personas por la acción de seres vivos animales arañazos, patadas, mordiscos. |



11.1.2. CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES

| DENOMINACION | RIESGO | DEFINICIÓN |
|--------------|---|---|
| 310 | Exposición a agentes químicos | |
| 310.1 | Vapores y gases | <p>Descripción: El riesgo vendrá dado por la concentración de dicha sustancia en el ambiente de trabajo y por el tiempo de exposición, es decir la DOSIS.</p> <p>Vapores orgánicos: Dispersión en aire de moléculas de una sustancia que es líquida o sólida en su estado normal, es decir, a temperatura y presión estándar. La principal vía de entrada es la vía respiratoria aunque también tiene importancia la vía dérmica, sobre todo en aquellos vapores que son de naturaleza orgánica.</p> <p>Gases: Estado de agregación de la materia que se caracteriza por su baja densidad y viscosidad. Estas sustancias se presentan como tales a temperatura y presión ambientales.</p> |
| 310.2 | Aerosoles | Descripción: El riesgo vendrá dado por la concentración de dicha sustancia en el ambiente de trabajo y por el tiempo de exposición, es decir la dosis. |
| 310.2.1310 | Agentes químicos aerosoles. Polvo Agentes químicos aerosoles. Fibras Agentes químicos aerosoles. Nieblas | |
| 310.2.4310 | Agentes químicos aerosoles. Humo Agentes químicos aerosoles. Citostáticos | <p>Aerosoles: Dispersión de partículas sólida o líquidas de tamaño inferior a 100 micras, en un medio gaseosos.</p> <p>Dispersión de partículas sólidas de pequeño tamaño procedentes de procesos físicos de disgregación. Tamaño entre 0,1-25 micras (polvo</p> |



| | | | |
|---------|--|--|---|
| | | <p>de madera, polvo de detergente, polvo que proviene de guantes etc</p> <p>Se exceptúan citostáticos.</p> <p>Dispersión de partículas sólidas de longitud mayor de 5 micras, con un diámetro de sección transversal menor de 3 micras y una relación longitud anchura mayor de 3 (fibra procedente de materiales de aislamiento, fibras textiles, etc.).</p> <p>Suspensión en el aire de pequeñas gotas de líquido que se generan por condensación de un estado gaseoso o bien por ebullición tamaño desde 0,01 a 10 micras (nieblas de ácidos y álcalis). Se exceptúan citostáticos.</p> <p>Suspensión en el aire de partículas sólidas originadas en procesos de combustión incompleta tamaño menor a 0,1 micras (polvo de carbón, hollín).</p> <p>Dispersión producida durante la preparación (polvo) o bien durante la administración (niebla) de medicamentos citostáticos.</p> | |
| 310.3 | Metales | Metales: Sólidos cristalinos, con brillo, buenos conductores de la electricidad y que presentan en general una alta reactividad química. | |
| 310.3.1 | Agentes químicos metales. Polvo | | Suspensión de partículas de tamaño pequeño procedentes de procesos físicos de disgregación del metal. |
| 310.3.2 | Agentes químicos metales. Humo metálico | | |



| | | |
|------------|--|---|
| | | Suspensión en el aire de partículas sólidas metálicas generadas en procesos de condensación del estado gaseoso, partiendo de la sublimación o volatilización del metal, a menudo |
| 320 | Exposición a agentes biológicos | Descripción: Exposición a microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección alergia o toxicidad. |
| 330.1 | Agentes biológicos. Transmisión sangre y fluidos | Lesiones producidas por pinchazos con agujas o objetos punzantes, cortes, salpicaduras, ingestión, etc. que puedan producir inoculación de agentes biológicos (transmisión por sangre y fluidos). |
| 330.2 | Agentes biológicos. Transmisión aérea contacto o hídrica | Enfermedades infecciosas y parasitarias agudas o crónica producidas por agentes biológicos (virus, bacterias, parásitos, etc.) de transmisión aérea, por gotas, por contacto o hídrica. Excluye las producidas por transmisión sanguínea: pinchazos, cortes, salpicaduras, etc., incluidas en otro apartado. |
| 330 | Ruido | Riesgo higiénico: presencia de niveles de ruido elevados, que riesgo pueden alterar el órgano de la audición. Niveles establecidos por el RD 286/2006 de 10 de marzo. Disconfort acústico todo sonido no |



| | | |
|------------|-----------------------------|--|
| | | grato que puede interferir o impedir alguna actividad humana (los niveles estarán por debajo de los establecidos en el RD 286/2006 de 10 de marzo) |
| 340 | Vibraciones | |
| 340.1 | Vibraciones cuerpo completo | Oscilación de partículas alrededor de un punto, en un medio físico cualquiera. Los efectos de la misma deben entenderse como consecuencia de una transferencia de energía al cuerpo humano, que actúa como receptor de energía mecánica, en este caso el sistema afectado es el cuerpo completo. |
| 340.2 | Vibraciones Mano-brazo | Oscilación de partículas alrededor de un punto, en un medio físico cualquiera. Los efectos de la misma deben entenderse como consecuencia de una transferencia de energía al cuerpo humano, que actúa como receptor de energía mecánica, parte de cuerpo afectada sistema mano-brazo. |
| 350 | Estrés térmico | |
| 350.1 | Frío | Permanencia en un ambiente con frío excesivo (condiciones de exposición a termohigrométricas fuera del rango establecido en el RD temperaturas 486/97) Para la evaluación del riesgo de estrés térmico hay extremas que tener en |



| | | |
|-------|---|--|
| | | cuenta además de las condiciones ambientales, la actividad realizada y la ropa que se lleve (trabajo con cámaras frigoríficas o en el exterior). |
| 350.2 | Calor. Exposición a temperaturas extremas | Permanencia en un ambiente con calor excesivo (condiciones de exposición a termohigrométricas fuera del rango establecido en el RD temperaturas 486/97) Para la evaluación del riesgo de estrés térmico hay extremas que tener en cuenta además de las condiciones ambientales, la actividad realizada y la ropa que se lleve (zonas de clima caluroso, verano), radiación térmica elevada ,altos niveles de humedad , en lugares donde se realiza una actividad intensa o donde es necesario llevar prendas de protección que impiden la evaporación del sudor. |
| 350.3 | Disconfort térmico | Permanencia en condiciones ambientales (condiciones termohigrométricas dentro del rango establecido en el RD 486/97) que pueden originar molestias o incomodidades que afectan al bienestar de trabajador, a la ejecución de las tareas y al rendimiento laboral, sin suponer un riesgo higiénico. |
| 360 | Exposición a radiaciones ionizantes | Estar en presencia de cualquier radiación electromagnética capaz de producir la ionización de manera |



| | | |
|-----|---|--|
| | | directa o indirecta, en su paso a través de la materia (energía o sustancias químicas generadoras de partículas radiactivas). |
| 370 | Exposición a radiaciones no ionizantes | Cualquier Radiación electromagnética incapaz de producir ionización de manera directa o indirecta a su paso a través de la materia. |
| 380 | Iluminación | Toda radiación electromagnética emitida o reflejada, por cualquier cuerpo, cuyas longitudes de onda estén comprendidas entre 380 nm y 780 nm y susceptibles de ser percibidas como luz. Desajustes entre las diferentes tareas a desarrollar en los distintos puestos de trabajo y la exigencia de los niveles de iluminación (niveles establecidos en el RD 486/97). |



11.1.3. CONDICIONES DE FATIGA

| DENOMINACIÓN | RIESGO | DEFINICIÓN |
|--------------|--|---|
| 410 | Carga física: posición posición | Es el resultado del conjunto de requerimientos físicos a los que se ve sometido el trabajador a lo largo de la jornada de trabajo, cuando se ve obligado a adoptar una determinada postura singular o esfuerzo muscular de posición inadecuada y/o a mantenerlo durante un periodo de tiempo excesivo. |
| 420 | Carga física: desplazamiento desplazamiento | Condición que afecta físicamente al organismo, y que es producida por los esfuerzos musculares dinámicos que el trabajador realiza, debido a las exigencias de movimiento o tránsitos sin carga, durante la jornada de trabajo. |
| 430 | Carga física: esfuerzo–esfuerzo | Es el resultado del conjunto de requerimientos físicos a los que se ve sometido el trabajador a lo largo de la jornada esfuerzo de trabajo, cuando se ve obligado a ejercer un esfuerzo muscular dinámico o esfuerzo muscular estático excesivo, unidos en la mayoría de los casos a: posturas forzadas de los segmentos corporales, frecuencia de movimientos fuera de límites, etc. |
| 440 | Carga física | |
| 440.1 | Carga física: movimientos repetitivos | Carga física: Es el resultado del conjunto de requerimientos físicos a los que se ve sometido el trabajador |



| | | |
|------------|--|--|
| | | a lo largo de la jornada de trabajo, cuando se ve obligado a realizar movimientos repetitivos, siendo la duración del ciclo de trabajo menor de 30 segundos o cuando se dedica mas del 50% del ciclo a la ejecución de la misma acción. |
| 440.2 | Manejo de cargas | Es aquella situación de merma física, producida por un sistema de esfuerzos musculares dinámicos y/o estáticos, ejercidos para la alimentación y/o la evacuación de las piezas del lugar de almacenamiento al plano de trabajo, o viceversa, o para su transporte. |
| 440.3 | Movilización de personas con movilidad reducida. | Es aquella situación de merma física, producida por un sistema de esfuerzos musculares dinámicos y/o estáticos, ejercidos para la movilización de personas con movilidad reducida. |
| 450 | Carga Mental | |
| 450 | Carga Mental Mental: recepción de información | La carga mental es la cantidad de esfuerzo mental deliberado que se debe realizar para conseguir un resultado concreto; este proceso exige un estado de atención capacidad de "estar alerta") y de concentración (capacidad de permanecer pendiente de una actividad o un conjunto de ellas durante un período de tiempo). En el estudio de la carga mental |
| 460 | Mental: tratamiento de información | |
| 470 | Mental: respuesta | |



| | | |
|-----|-----------------|--|
| | | <p>deben considerarse los siguientes factores:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Cantidad y complejidad de la información que debe tratarse. · Tiempo: ritmo de trabajo y posibilidad de hacer pausas o de alternar con otro tipo de tareas. · Aspectos individuales del trabajador. |
| 480 | Fatiga | |
| 480 | Fatiga: crónica | Es la situación de desequilibrio entre las demandas de la tarea y la capacidad de respuesta de la persona. |
| 490 | Fatiga: visual | Alteración funcional, de carácter reversible en su inicio, debida a sollicitaciones excesivas sobre los músculos oculares y la retina, a fin de obtener una focalización fija de la imagen sobre la retina. |



11.2. EVALUACIÓN DE RIESGOS

11.2.1. CONDICIONES DE SEGURIDAD

| DENOMINACIÓN | RIESGO | PROBABILIDAD | CONSECUENCIA | TIPO DE RIESGO |
|--------------|--|---------------------|--------------|----------------|
| 10 | Caídas al mismo nivel | 5 | 3 | [21] moderado |
| 20 | Caídas a distinto nivel | 3 | 5 | [15] moderado |
| 30 | Caída de objetos por desplome o derrumbamientos | 1 | 9 | [9] tolerable |
| 40 | Caída objetos en manipulación | 1 | 9 | [9] tolerable |
| 50 | Caída de objetos desprendidos | 1 | 9 | [9] tolerable |
| 60 | Pisada sobre objetos | 5 | 3 | [15] moderado |
| 70 | Choque contra objetos inmóviles | 7 | 3 | [21] moderado |
| 80 | Choque contra objetos móviles | 5 | 3 | [15] moderado |
| 90 | Golpes cortes por objetos o herramientas | 3 | 5 | [15] moderado |
| 100 | Proyección de fragmentos o partículas | 1 | 3 | [3] trivial |
| 110 | Atrapamiento por o entre objetos | 3 | 5 | [15] moderado |
| 120 | Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos | 3 | 3 | [9] tolerable |
| 130 | Sobreesfuerzos | | | |
| 130.1 | Sobreesfuerzos por manipulación de cargas | 5 | 3 | [15] moderado |
| 130.2 | Sobreesfuerzos por movilización de personas con movilidad reducida | NO TIENE APLICACIÓN | | |
| 130.3 | Sobreesfuerzos por otras causas | 3 | 3 | [9] tolerable |
| 140 | Exposición a temperaturas extremas | 5 | 3 | [15] moderado |
| 150 | Contactos térmicos | | | |
| 150.1 | Contactos térmicos por calor | 1 | 3 | [3] trivial |



| | | | | |
|------------|---|---------------------|---|---------------|
| 150.2 | Contactos térmicos por frío | 1 | 3 | [3] trivial |
| 161 | Contactos eléctricos directos | | | |
| 161.1 | Contactos eléctricos directos baja | NO TIENE APLICACIÓN | | |
| | tensión <1000 voltios | NO TIENE APLICACIÓN | | |
| 161.2 | Contactos eléctricos directos alta tensión > 1000 voltios | NO TIENE APLICACIÓN | | |
| 162 | Contactos eléctricos indirectos | | | |
| 162.1 | Contactos eléctricos indirectos de baja tensión <1000 voltios | NO TIENE APLICACIÓN | | |
| 162.2 | Contactos eléctricos indirectos de alta tensión >1000 voltios | NO TIENE APLICACIÓN | | |
| 170 | Exposición a sustancias nocivas o tóxicas | | | |
| 170.1 | Inhalación o ingestión accidental | 1 | 3 | [3] trivial |
| 170.2 | otras | 1 | 3 | [3] trivial |
| 180 | Contacto con sustancias causticas y/o corrosivas | | | |
| 180.1 | Contacto con sustancias (nocivas) que puedan producir dermatosis | 1 | 3 | [3] trivial |
| 180.2 | Contacto con sustancias que puedan producir otro tipo de lesiones externas distintas a la dermatosis | 1 | 3 | [3] trivial |
| 190 | Exposición a radiaciones (solares) | 3 | 5 | [15] moderado |
| 200 | Explosiones | | | |
| 200.1 | Explosiones químicas | NO TIENE APLICACIÓN | | |
| 200.2 | Explosiones físicas | 1 | 9 | [9] tolerable |
| 211 | Incendio. Factores de incendio | 1 | 3 | [3] trivial |
| 212 | Incendio. Propagación | 1 | 3 | [3] trivial |
| 213 | Incendio. Medios de lucha y señalización | 3 | 3 | [9] tolerable |
| 214 | Incendios. Evacuación | 3 | 3 | [9] tolerable |
| 220 | Accidentes causados por seres vivos | | | |



| | | | | |
|-------|----------------------------------|---|---|---------------|
| 220.1 | Accidentes causados por personas | 7 | 3 | [21] moderado |
| 220.2 | Accidentes causados por animales | 5 | 3 | [15] moderado |

11.2.2. CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES

| DENOMINACION | RIESGO | PROBABILIDAD | CONSECUENCIA | TIPO DE RIESGO |
|--------------|---|---------------------|--------------|----------------|
| 310 | Exposición a agentes químicos | | | |
| 310.1 | Vapores y gases | NO TIENE APLICACIÓN | | |
| 310.2 | Aerosoles | NO TIENE APLICACIÓN | | |
| 310.2.1310 | Agentes químicos aerosoles. Polvo Agentes químicos aerosoles. Fibras Agentes químicos aerosoles. Nieblas | NO TIENE APLICACIÓN | | |
| 310.2.4310 | Agentes químicos aerosoles. Humo Agentes químicos aerosoles. Citostáticos | NO TIENE APLICACIÓN | | |
| 310.3 | Metales | | | |
| 310.3.1 | Agentes químicos metales. Polvo | 3 | 5 | [15] moderado |
| 310.3.2 | Agentes químicos metales. Humo metálico | 3 | 5 | [15] moderado |
| 320 | Exposición a agentes biológicos | | | |
| 330.1 | Agentes biológicos. Transmisión sangre y fluidos | 3 | 3 | [9] tolerable |
| 330.2 | Agentes biológicos. Transmisión aérea contacto o hídrica | 5 | 3 | [15] moderado |
| 330 | Ruido | 5 | 3 | [15] moderado |
| 340 | Vibraciones | | | |
| 340.1 | Vibraciones cuerpo completo | 3 | 3 | [9] tolerable |
| 340.2 | Vibraciones Mano-brazo | 3 | 3 | [9] tolerable |
| 350 | Estrés térmico | | | |
| 350.1 | Frío | 3 | 3 | [9] tolerable |



| | | | | |
|-------|---|---|---|---------------|
| 350.2 | Calor. Exposición a temperaturas extremas | 5 | 3 | [15] moderado |
| 350.3 | Disconfort térmico | 5 | 3 | [15] moderado |
| 360 | Exposición a radiaciones ionizantes | 5 | 3 | [15] moderado |
| 370 | Exposición a radiaciones no ionizantes | 5 | 3 | [15] moderado |
| 380 | Iluminación | 1 | 3 | [3] trivial |

11.2.3. CONDICIONES DE FATIGA

| DENOMINACIÓN | RIESGO | PROBABILIDAD | CONSECUENCIA | TIPO DE RIESGO |
|--------------|--|---------------------|--------------|----------------|
| 410 | Carga física: posición posición | 5 | 3 | [15] moderado |
| 420 | Carga física: desplazamiento | 5 | 3 | [15] moderado |
| 430 | Carga física: esfuerzo-esfuerzo | 5 | 3 | [15] moderado |
| 440 | Carga física | | | |
| 440.1 | Carga física: movimientos repetitivos | 5 | 3 | [15] moderado |
| n440.2 | Manejo de cargas | 5 | 3 | [15] moderado |
| 440.3 | Movilización de personas con movilidad reducida. | NO TIENE APLICACIÓN | | |
| 450 | Mental: recepción de información | 3 | 1 | [3] trivial |
| 460 | Mental: tratamiento de información | 3 | 1 | [3] trivial |
| 470 | Mental: respuesta | 3 | 1 | [3] trivial |
| 480 | Fatiga: crónica | 3 | 1 | [3] trivial |
| 490 | Fatiga: visual | 1 | 1 | [1] trivial |



11.3. ASPECTOS DE MEJORA

Los aspectos que se pueden modificar para mejorar la seguridad que obtendría la máquina en un nuevo estudio se centrarían la mayor parte en reducir los accidentes producidos por personas por atrapamientos en la máquina, para ello sería necesaria la colocación de algún tipo de señalización del peligro, y aparte, reducir el riesgo es esa determinada zona de peligro.

La zona que mayor peligro puede ocasionar es la Y que forma la barra uno o bancada, pues en su paso de la unión de las barras dos y tres abren y cierran huecos que a una velocidad relativamente alta podrían suponer un riesgo para una persona que tuviera introducido algún miembro de su cuerpo en esos huecos.

Para ello, sería conveniente la instalación de una caja que sin suponer trabas al movimiento del mecanismo, fuera capaz de proteger al usuario de estos posibles atrapamientos en esa zona de la máquina.

Al hablar de una caja que aisle el peligro, se hace mención a un dispositivo que tape por completo esta área de peligro para el usuario, que como anteriormente se ha descrito, no quite movilidad al movimiento natural del mecanismo.





C. PRESUPUESTO INDUSTRIAL

12. PRESUPUESTO INDUSTRIAL

A continuación se procede a calcular el costo por unidad producida de cada máquina biosaludable, según las especificaciones que se han ido definiendo en el proyecto.

12.1. COSTO DE MATERIALES

| HOJA DE COSTO DE MATERIALES | | | | | INGENIERÍA DE PROCESOS | |
|--|-------------|--------------|-------------------|------------------|------------------------|-------------|
| Conjunto: Máquina Biosaludable | | | | Fecha:18/07/2017 | | HOJA 1 de 2 |
| Pieza Designación | Material | Nº Piezas | Dimensiones | Unidades | Costo unitario | Importe |
| Barra sección cuadrada 20x20x2mm | Acero Inox. | 1 | 6000 x 20 x 20 | mm | 1,3 €/m | 7,8 € |
| Perno M8x40 | Acero Inox. | 7 | M8x40 | mm | 0,39 €/ud. | 2,73 € |
| Perno M8x80 | Acero Inox. | 1 | M8x80 | mm | 0,714 €/ud. | 0,71 € |
| Arandela M8 | Acero Inox. | 8 | M8 | mm | 0,04 €/ud. | 0,32 € |
| Tuerca M8 | Acero Inox. | 8 | M8 | mm | 0,192 €/ud. | 1,54 € |
| Rodamiento SKF 618/8 | Varios | 14 | - | - | 19,56 €/ud. | 273,84 € |



| | | | | | | |
|----------------------------|---|-----|-------------|----|----------------|------------|
| Chapa asiento | Acero Inox. | 0,5 | 800x300x20 | mm | 77,43 €/ud. | 38,72 € |
| Tochos | Acero Inox. | 3 | ∅ 290 x 725 | mm | 96.5 € | 289.5 € |
| Bloque hormigón cemento | Varios | 1 | 500x200x300 | mm | 2,48 €/ud. | 2,48 € |
| Amarres cemento | Acero Inox. | 1 | - | - | 10,26 €/ud | 10,26 € |
| TOTAL MATERIALES | *El precio se calcula en base a los precios que ofrecen los proveedores en sus páginas web y no atienden a descuentos en función de las unidades del pedido | | | | 627,9 € | |

12.2. MANO DE OBRA DIRECTA

12.2.1. DÍAS REALES DE TRABAJO EN 2017

| | | |
|-----------------|-------------|-----|
| Días naturales, | | 365 |
| Deducciones | | 132 |
| Domingos | 52 | |
| Sábados | 52 | |
| Vacaciones | 20 | |
| Fiestas | 8 | |
| | Días reales | 233 |

12.2.2. HORAS EFECTIVAS AL AÑO

Son establecidas por convenio. En este caso se suponen 1760 horas anuales.

12.2.3. HORAS EFECTIVAS AL DÍA

Horas diarias = Horas anuales/Días reales = $1760/233 = 7,553$ horas diarias



12.2.4. SALARIO POR DÍA

Salario diario = Salario base día + Plus día

| Concepto | Oficial 1 ^a | Oficial 2 ^a | Oficial 3 ^a | Especialista | Peón |
|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|-------------|
| Salario base/día | 32,52 € | 31,18 € | 28,96 € | 31,25 € | 28,44 € |
| Plus/día | 45,28 € | 43,59 € | 41,28 € | 38,24 € | 39,54 € |
| Salario/día | 77,80 € | 74,77 € | 70,24 € | 69,49 € | 67,98 € |
| Remuneración Anual | 18.128,00 € | 17.424,00 € | 16.368,00 € | 16.192,00 € | 15.840,00 € |
| Salario/hora | 10,30 € | 9,90 € | 9,30 € | 9,20 € | 9,00 € |

12.3. PUESTO DE TRABAJO

| Puesto de trabajo | | | | M.O.D. | | | | |
|-------------------|--------------------------|---|------|--------|----|----|-----|------|
| Nº | Denominación | Características | kW | 1º | 2º | 3º | Esp | Peón |
| 1 | Máquina de soldadura TIG | Unión piezas metálicas | 3,5 | | | | X | |
| 2 | Sierra de metal | Corte piezas metálicas | 12 | | | X | | |
| 3 | Curvadora de perfiles | Doblar las piezas metálicas | 10,5 | X | | | | |
| 4 | Fresadora CNC | Creación de piezas metálicas específicas | 11 | | X | | | |
| 5 | Taladro | Realizar agujeros en las piezas metálicas | 6 | | X | | | |
| 6 | Máquina de pintar | Pintar todas las piezas finalizadas | 1 | | | | X | |
| 7 | Montaje | Se hace a mano | - | | | | | X |



| | |
|--------------|----------|
| TOTAL M.O.D. | 117.568€ |
|--------------|----------|

A continuación se procede a calcular el costo de funcionamiento de cada puesto, para ello necesitaremos:

El precio de adquisición: C

Horas de funcionamiento: Hf

Periodo de amortización: p

Las horas de vida previstas: $H_t = p \cdot H_f$

Interés de la inversión: I

Interés horario: $I_h = I / H_f$

Amortización Horaria: $A_h = A / H_f$

Mantenimiento por hora: $M_h = M / H_f$

| N | Precio € | Funcionamiento H/año | Vida prevista | Coste Puesto de trabajo | | | |
|---|----------|-------------------------|------------------|-------------------------|---------------------|---------------|-------------|
| | | | | Amortización Ah | Mantenimiento Mh | Energía Eh | Total |
| 1 | 850 € | 1.500 | 15 | 0,03778 | 0,045 | 0,000 15 | 0,082 93 |
| 2 | 5.400€ | 750 | 20 | 0,36 | 0,045 | 0,000 8 | 0,405 8 |
| 3 | 2.380€ | 900 | 15 | 0,1763 | 0,05 | 0,000 77 | 0,227 |
| 4 | 11.400€ | 1.250 | 20 | 0,456 | 0,03 | 0,000 44 | 0,486 44 |
| 5 | 2.450€ | 1.400 | 15 | 0,1167 | 0,04 | 0,000 286 | 0,157 |
| 6 | 450€ | 800 | 10 | 0,05625 | 0,035 | 0,000 125 | 0,091 4 |
| 7 | - | 1.760 | - | - | 0.01 | - | 0,01 |



12.4. PRESUPUESTO INDUSTRIAL FINAL

| Costo de fabricación | | | | Máquina Biosaludable | | | |
|----------------------------------|--------|---------------|---------------|---------------------------------|-------|---------|--------------|
| Conjunto: Máquina biosaludable | | Resumen | | Efectuado por: Ignacio Arceo | | | |
| | | Material | 627,9€ | | | | |
| | | M.O.D. | 19,704 € | | | | |
| | | Punto Trabajo | 2,151€ | | | | |
| | | Total | 649,75 5 € | | | | |
| Pieza | Nº | Tiempo | €/hora | Materia | MOD | Puesto | Total |
| Designación | Piezas | horas | | I | | trabajo | |
| Barra sección cuadrada 20x20x2mm | 1 | 0,45 | 9,2 | 7,8 | 4,14 | 0,309 | 12,249€ |
| Perno M8x40 | 7 | 0,175 | 9,0 | 2,73 | 1,575 | 0,01 | 4,315€ |
| Perno M8x80 | 1 | 0,175 | 9,0 | 0,71 | 1,575 | 0,01 | 2,295€ |
| Arandela M8 | 8 | 0,1 | 9,0 | 0,32 | 0,9 | 0,01 | 1,23€ |
| Tuerca M8 | 8 | 0,15 | 9,0 | 1,54 | 1,35 | 0,01 | 2,9€ |
| Rodamiento SKF 618/8 | 14 | 0,22 | 9,9 | 273,84 | 2,178 | 0,01 | 276,028 € |
| Chapa asiento | 0,5 | 0,12 | 9,3 | 38,72 | 1,116 | 0,562 | 40,398 € |
| Tochos | 3 | 0,3 | 9,9 | 289,5 | 2,97 | 0,378 | 292,848 € |
| Bloque hormigón cimient | 1 | 0,2 | 10,3 | 2,48 | 2,06 | 0,426 | 4,966€ |
| Amarres cimient | 1 | 0,2 | 9,2 | 10,26 | 1,84 | 0,426 | 12,526 € |



| Presupuesto industrial | | Máquina Biosaludable |
|-------------------------------|-------------|----------------------|
| Concepto | Descripción | Importe |
| Costo de fabricación | Material | 627,9€ |
| | M.O.D. | 19,704€ |
| | P.Trabajo | 2,151€ |
| | | 649,755 € |
| M.O.I. | 27,842€ | |
| Cargas sociales | 9,53€ | |
| Gastos generales | 8,86€ | |
| Costo total en fábrica | 695,987€ | |
| Beneficio industrial | 354,045€ | |
| Precio de venta en Fabrica | 1.050,5€ | |



D. PLIEGO DE CONDICIONES

13. PLIEGO DE CONDICIONES

13.1. CONDICIONES GENERALES

13.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En este proyecto se ha propuesto el estudio y diseño de una máquina biosaludable.

El proyecto debe cumplir los objetivos expuestos en la memoria, además del proceso de fabricación y de montaje.

En el presente documento se tratan de resaltar todos los aspectos referentes a fabricación y especialmente de estética del producto, presentando así una propuesta renovada y atractiva para el mercado.

13.1.2. OBJETIVOS Y CLÁUSULAS GENERALES

Se entiende por pliego de condiciones al documento encargado de establecer los requisitos que deben considerarse a la hora de realizar la ejecución y dirección del proyecto, así como la aceptación de la propia máquina biosaludable.

En este documento anexo a la entrega del proyecto se incluyen las circunstancias bajo las cuales se debe ejecutar el proyecto. Por ello, debe contener toda la información necesaria a la realización de todas las fases del proyecto. Describe las estipulaciones bajo las que se debe efectuar el trabajo, la descripción del propio trabajo a ejecutar, las características de los materiales y equipos utilizados y la correcta forma de actuar. Por lo tanto, este documento abarca desde la contratación del proyecto, pasando por su ejecución, hasta la entrega del trabajo final.



Mediante los pertinentes cálculos realizados se garantiza que el producto final tiene un fundamento físico y estructural, por medio de los distintos documentos que se entregan con el proyecto se verifican las características del proyecto como: el dimensionamiento del producto por medio de los planos, la explicación de la serie de decisiones que se han llevado a cabo para obtener el resultado final, incluyendo todo lo relacionado con materiales, procesos de fabricación, normativa aplicable y demás aspectos destacables. Estos junto al resto de documentos como el presupuesto complementan la información que proporciona el pliego de condiciones de cómo y bajo qué premisas se van a realizar las diversas tareas que conlleva la construcción de la máquina biosaludable.

Este documento es encargado de nombrar todas las obligaciones, derechos y responsabilidades mutuos entre la Propiedad y la Contrata. Estas relaciones son llevadas a cabo guiándose de la Norma UNE 24042.

13.2. CONDICIONES DE CARÁCTER FACULTATIVO

13.2.1. CONTRATO

Se considera como fecha de comienzo de fabricación de la máquina biosaludable la que se especifique en el pliego de condiciones y en su defecto la de la orden que dé comienzo a los trabajos de ejecución de la misma. Dicha orden debe ser comunicada al contratista en un plazo no superior a 90 días a partir de la fecha de realización del contrato.

Dicho contrato debe contener una serie de cláusulas que a continuación se definen:

- La memoria, los planos y el presupuesto.
- Todas las normas técnicas necesarias aprobadas por los Organismos Competentes que sean válidas en el momento de la firma del Contrato. Deben ser tenidas en cuenta al redactar el Contrato, todas las normas de utilización, restricción o prohibiciones existentes que puedan tener alguna repercusión sobre la fabricación.



- Las condiciones Particulares Facultativas, Económicas y Legales que modifiquen el Pliego General de Condiciones.
- Todos los cálculos necesarios para la realización del proyecto.
- Todas las modificaciones que se efectúen en estos documentos antes de la ejecución de las unidades tratadas.
- La oferta del Contratista efectuada sobre la relación de las unidades de obra a ejecutar que figuren en el Presupuesto, Mediciones o Pliego de Condiciones.
- Todas las normas de contratación que puedan afectar a los Contratos de Fabricación en el momento de la firma del Contrato.
- Cualquier comunicación por escrito, si se entrega personalmente al destinatario o a un miembro de la Empresa, o a algún empleado de la Corporación a quién se destine dicha comunicación, así como si fueran entregadas o remitidas por correo certificado a la última dirección del destinatario conocida del remitente.
- Los plazos tiempo redactados en los Documentos del Contrato que se considere que forman parte esencial del mismo.

13.2.2. SUBCONTRATISTA

El contratista puede subcontratar en cualquier momento cualquier parte de la fabricación de la máquina biosaludable, siempre previa autorización del ingeniero, informándole con la anterioridad suficiente, del alcance, condiciones y repercusiones de carácter técnico y económico del subcontrato.

13.2.3. REGLAMENTOS Y NORMAS

Cualquiera que sea la indicación reflejada en los planos o en pliego de condiciones en lugar de en ambos documentos, se considerará como expuesta en ambos. Y en el caso de existir algún tipo de contradicción entre ambas condiciones expuestas en



ambos documentos prevalecerá sobre ambas la condición plasmada en el documento de planos.

Toda la realización del proyecto será guiada por la serie de normas, formatos y materiales especificados en los planos y en la memoria, ambas de obligado cumplimiento para asegurar el buen funcionamiento de la fabricación en todo momento.

Si el proyecto necesitara de una modificación, ésta se realizará siguiendo las exigencias del proyectista, procurando siempre realizar la menor repercusión de cambios posibles que puedan afectar al transcurso del proyecto.

El contratista está obligado durante toda la vigencia del contrato a facilitar la documentación necesaria y a aceptar las obligaciones asociadas a su puesto. Por lo que el contratista debe revisar los planos y comprobar el conjunto cuando reciba la documentación pertinente, informando a la dirección encargada del proyecto en caso de la existencia de cualquier tipo de error. Si la dirección del proyecto no recibiera existencia de fallos, el contratista se convertirá en responsable de los mismos, fruto de su negligencia.

13.3. CONDICIONES DE CARÁCTER ECONÓMICO

El pliego de condiciones establece las condiciones generales que deben cumplirse durante el transcurso de la ejecución del proyecto, fuente de ello se deben acatar las siguientes condiciones relacionadas con el carácter económico del proyecto.

13.3.1. COMPROMISO DEL PROMOTOR

La empresa promotora se compromete a la fabricación del número de unidades del producto estipulado en el contrato. En el caso de incumplimiento, la empresa promotora estará obligada a pagar una indemnización previamente acordada por las dos partes, por ello el promotor debe realizar un seguro que permita el pago del gasto.



Este pliego de condiciones indica el pago de una cantidad fija de dinero, previamente definido en el contrato junto a un porcentaje de los beneficios obtenidos. Dichos pagos quedarán vinculados al promotor del proyecto, y en el caso de incumplimiento de pagos, del mismo modo, quedarán vinculadas las responsabilidades oportunas.

13.3.2. EMPRESA AUXILIAR

La empresa auxiliar constará de experiencia laboral demostrable en la realización de proyectos pertenecientes al campo técnico que se trabaje en cada momento. Es necesario que disponga de experiencia profesional necesaria en el uso de la tecnología necesaria para su ejecución y posterior producción.

Además, la empresa estará dotada de todas las medidas necesarias relacionadas al ámbito de normativa y certificación propicia al desarrollo del proyecto.

De obligado cumplimiento se encuentra:

- Certificación ISO 9001: 2008

Es recomendable que además disponga:

- Prevención de Riesgos Laborales OSHAS 18001: 1999
- Medio Ambiente ISO 14001: 2000
- Responsabilidad Social SA 8000: 2004
- Responsabilidad Ética SG 21

Dentro de la plantilla de la empresa auxiliar contará con personal técnico cualificado capaz de traducir correctamente toda la documentación referida al proyecto para su posterior ejecución según directrices prescritas y condiciones definidas. Todas las tareas realizadas durante todo el desarrollo del proyecto, se realizarán de acuerdo a la normativa vigente del momento de aplicación referida a la fabricación industrial sin dejar a un lado el cumplimiento de las normas en materia de Seguridad y Salud y Prevención de Riesgos Laborales, según normativa española, LEY 31/95. Si durante el desarrollo se cometieran riesgos de tipo ambiental de impacto notable, una comisión se encargaría de realizar un estudio del impacto y proporcionar a la



empresa una propuesta de mejora, con el fin de minimizar los riesgos producidos al medio ambiente.

Para garantizar el cumplimiento de los plazos, se debe dar en la empresa una correcta distribución de los puestos de trabajo, la maquinaria y la mano de obra. De esta forma, se reducirán los desplazamientos entre los puestos de trabajo, agilizando así la producción.

Para el desempeño de la producción, la empresa debe contar con la maquinaria requerida. En caso de necesitar nueva maquinaria la empresa afrontara los gastos sin influir estos en el presupuesto. En las instalaciones de la empresa son necesarios los laboratorios donde se realizaran las pruebas y ensayos para verificar que el producto cumple las funciones para las que ha sido diseñado. En caso de que la empresa carezca este tipo de instalaciones encargará los ensayos a empresas o laboratorios ajenos, previamente notificada la calidad del mismo.

Dentro de la plantilla habrá personal cualificado y especializado en producción. Oficiales de primera, segunda y tercera, así como comodines en caso de que sea necesario, personal administrativo y de mantenimiento. Todo el personal contratado por la empresa, deberá ser dado de alta en la Seguridad Social, cobrando en función de su actividad el mínimo salario establecido por el gobierno. Todos los empleados pertenecerán a una Mutua de Accidentes, que será escogida por la propia empresa. Todo el personal está obligado a cumplir con la normativa vigente acorde con la Seguridad e Higiene.

13.3.3. EMPRESA SUMINISTRADORA

Si la empresa lo requiere necesario, deberá recurrir a proveedores con una experiencia reconocida en el abastecimiento industrial y que ofrezca garantías en el cumplimiento de los plazos establecidos al comienzo del proyecto.

Las empresas proveedoras deben cumplir la legislación empresarial de carácter legal, y la homologación o calidad de los productos suministrados siendo encargada la empresa productora de comprobarlo.

Los suministros han de presentarse debidamente empaquetados y cerrados.



Se establecerá el sistema de entrega por parte de los proveedores escogiendo el que se considere más adecuado a las necesidades. También se acordaran así las penalizaciones correspondientes por retraso o defectos en el suministro.

Las empresas proveedoras deben disponer de personal técnico cualificado, capaz de interpretar correctamente las especificaciones del producto requerido.

13.3.4. EMPRESA DE MONTAJE

La empresa de montaje es la encargada de ensamblar todas las piezas que componen los subconjuntos que conforman el proyecto. Cuando la empresa de montaje reciba todos los componentes necesarios para el embalaje del producto final, comenzará a realizar su labor teniendo en cuenta las condiciones necesarias para asegurar su correcta ejecución.

La empresa de montaje debe cumplir al menos la certificación de calidad 150:9000 e 150:9001, para asegurar la satisfacción de los clientes. También cumplirá la normativa vigente en cuanto a la fabricación industrial, las normas de Seguridad y Salud según la legislación española vigente en el momento. Al igual que ocurre con la empresa productora, si se pudiera incurrir en riesgos ambientales se encargaría un estudio de impacto ambiental para conseguir los mínimos efectos posibles. Es la empresa productora quien se asegura de que la empresa de montaje cumple la legislación empresarial de carácter legal necesaria en el momento de la actividad.

La empresa de montaje debe contar con la experiencia en la ejecución y producción de proyectos en el sector que se refiere el presente proyecto, así como la utilización de la tecnología necesaria para su desarrollo. También debe asegurar el cumplimiento de los plazos previstos para la ejecución del proyecto mediante una correcta distribución de puestos de trabajo, maquinaria y mano de obra.

El personal técnico cualificado debe ser capaz de interpretar de forma adecuada los documentos, planos y especificaciones del proyecto para que pueda ejecutarlo siguiendo las indicaciones y condiciones del mismo de la mejor manera posible.

En las instalaciones de la empresa debe existir al menos un laboratorio de pruebas y ensayos, en caso de no disponer se encargaran a otra empresa o laboratorio para



asegurar que el producto no posea errores y que cumple de manera adecuada las funciones a las que está destinado.

La empresa de montaje obtendrá la homologación del producto en un plazo no superior a un año.

13.4. MATERIALES

Todos los materiales empleados en el proyecto de esta máquina biosaludable deberán estar correctamente homologados para asegurar su calidad óptima.

Los productos normalizados o adquiridos a otras empresas deberán superar al menos los controles mínimos de calidad impuestos por la Unión Europea, así también en lo referente a materia de seguridad.

Esta labor será realizada por personal experimentado en el sector o con un nivel educativo medio-alto relacionado con esta rama del conocimiento. De este modo se asegura conseguir un buen estado del material suministrado, y comprobar que todo está en el rango permitido de tolerancias y especificaciones del pliego de condiciones. Si el material no cumple con las especificaciones acordadas se debe rechazar tomando las medidas oportunas. Estos análisis se realizarán con las herramientas de medición en cualidades idóneas para realizar un correcto estudio.

Los materiales usados no deben presentar defectos superficiales, ni de cualquier tipo de rotura o degradación, además se debe asegurar que funcionan correctamente.

Todos los materiales y piezas suministradas desde el exterior que accedan a la empresa de montaje se deberán revisar por la dirección facultativa, previa autorización de uso.

Si estos materiales o piezas no cumplen con los requisitos establecidos se seguirá un protocolo de devolución bajo convenio establecido previamente.

Estas medidas se llevan a cabo para que el producto final cumpla las exigencias que certifiquen su correcto funcionamiento y su buen estado durante el tiempo



establecido por la legislación europea en cuanto a garantías, comprometiéndose la empresa a la sustitución de las piezas o del conjunto en caso de fallo de las mismas.

13.5. NORMATIVA

Para el desarrollo del proyecto de esta máquina biosaludable se han tenido en cuenta las siguientes normativas:

Referente al proceso de pintado:

Normativa sobre emisiones (COV)

La normativa europea tiene como objetivo el de limitar las emisiones de componentes orgánicos volátiles (COV) a la atmósfera. Para este fin, la ley prohíbe, a partir del 1 de enero del 2007, la comercialización dentro de la unión europea de cualquier producto con un valor COV superior al máximo permitido.

Los valores máximos que contempla la ley son los siguientes:

- Productos de preparación: 850 g/l
- Productos de pre-limpieza: 200 g/l
- Masillas: 250g/l
- Imprimaciones / Fosfatantes: 540/840 g/l
- Acabados (pintura, barniz): 420 g/l
- Acabados especiales
- Antigraffiti, aerosoles, barnices atarrayados, etc.: 840g/l

Legislaciones básicas que de una forma u otra afectan a la seguridad dentro de los equipos de trabajo:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales, la cual determina la base en cuanto a garantías y responsabilidades que se precisan para establecer nivel de protección de la salud y seguridad de los trabajadores.



- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por parte de los trabajadores de los equipos de trabajo.

13.6. EJECUCIÓN DE PRODUCTO

13.6.1. MONTAJE

El montaje del producto se realizara al completo en la empresa encargada de realizar la fabricación de la máquina biosaludable. La empresa debe poseer de una adecuada distribución de las operaciones de la cadena de montaje para el adecuado funcionamiento de la línea productiva. De esta manera se busca alcanzar la producción estimada por unidad de tiempo.

Una vez finalizado el montaje, el trabajador dejara completamente limpios todos los equipos y materiales utilizados durante su jornada, así como los lugares de trabajo que haya ocupado en la fabricación del producto, retirado todo el desperdicio y los sobrantes o material desechado en el montaje.

Terminado el producto, será sometido en su conjunto, a todas las pruebas que sean necesarias para comprobar su puesta a punto, verificando todo rigurosamente. En caso de que las pruebas no resulten satisfactorias, se realizaran las modificaciones, reparaciones y sustituciones precisas para conseguir resultados satisfactorios, según lo especificado en el Proyecto.

13.6.2. CUALIFICACIÓN DE LA MANO DE OBRA

Debe comprobarse que cada trabajador de la empresa ejecuta su labor correspondiente, en la cual habrán sido formados con la especialización que la empresa considere necesaria para la correcta ejecución del producto.

Es fundamental que todo el personal implicado en el desarrollo completo del producto trabaje teniendo en cuenta la legislación vigente sobre la prevención de riesgos laborales. Por lo que en caso de que fuese necesaria la intervención de algún



otro operario en un determinado puesto de trabajo ya sea por motivos de bajas laborales u otras causas, se formará previamente al nuevo operario o en su defecto se encargará un comodín que ha sido previamente formado para dicha tarea.

13.6.3. CALIDAD

El control calidad será efectuado por la empresa, comprendiendo tres niveles. El control de calidad de los materiales recibidos, del montaje de dichos materiales y por último el control de calidad y pruebas de funcionamiento con arreglo a las especificaciones recogidas en los distintos documentos del Proyecto.

Todos los productos que no cumplan con dicha calidad deberán ser excluidos.

13.6.4. PRECAUCIONES

Si los materiales han estado almacenados durante un largo período de tiempo, o de una manera tal que pudieran haber sufrido un deterioro importante, deberán ser comprobados antes de ser utilizados, para asegurarse de que siguen cumpliendo con la norma de producto correspondiente. El material deberá almacenarse en condiciones que cumplan las instrucciones de su fabricante, cuando se disponga de éstas. El material no deberá emplearse si se ha superado la vida útil en almacén especificada por su fabricante.

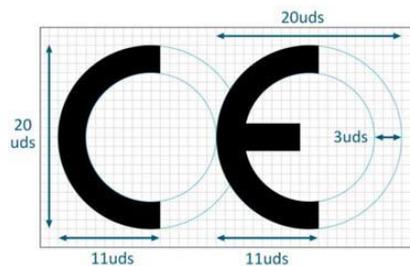
13.6.5. REGLAMENTO APLICABLE

El marcado CE es el proceso mediante el cual el fabricante/importador informa a los usuarios y autoridades competentes de que el equipo comercializado cumple con la legislación obligatoria en materia de requisitos esenciales.

Cuando un producto esté cubierto por varias Directivas que dispongan la colocación del marcado “CE”, éste señalará que el producto cumple las disposiciones aplicables de todas esas Directivas de aplicación del mismo. Sin embargo, en caso de que una

o varias autoricen al fabricante elegir, durante un periodo transitorio, aplicarlas o no (en cuyo caso deberán cumplir la legislación nacional que esté vigente), el marcado “CE” se referirá únicamente a la conformidad con las disposiciones de aquellas Directivas que se hayan aplicado, y deberán indicarse en los documentos establecidos por los procedimientos de evaluación de la conformidad únicamente las referencias de tales Directivas.

El marcado de conformidad está compuesto de las iniciales “CE” diseñadas de la siguiente manera:



Diseño marcado CE:

- Deben conservarse las proporciones, siendo la dimensión vertical mínima de 5 mm.
- Debe colocarse sobre el producto o su placa descriptiva. Cuando no sea posible, deberá fijarse al embalaje si lo hubiera y en los documentos que lo acompañan, si la directiva lo exige.
- Se colocará de forma visible, legible e indeleble.
- Debe ir seguida del número/s de identificación del Organismo/s.
- Notificado/s involucrados/s en su caso.
- Es el único marcado que indica que el producto cumple las Directivas de aplicación.
- Debe colocarse al final de la fase de control de producción.
- Lo fijará el fabricante o su representante autorizado dentro de la Unión Europea. Excepcionalmente, cuando la Directiva lo permita, podrá fijarlo la persona responsable de la puesta en el mercado del producto en la Unión Europea.



- Está prohibido colocar signos que puedan confundirse con el marcado “CE”, tanto en el significado como en la forma. Un producto podrá llevar otras marcas o sellos, siempre que no se confundan con el marcado “CE” y que no reduzcan la legibilidad y visibilidad de éste. Los fabricantes que tengan marcas susceptibles de confundirse con el marcado “CE”, están autorizados a poseer su marca durante 10 años después de la adopción del reglamento si estas marcas han sido registradas antes del 30/06/89 y están actualmente en servicio.

13.6.5.1. RESPONSABILIDADES

El fabricante es el responsable de los procedimientos de certificación y, en su caso, certificación de la conformidad de un producto. Básicamente tiene que:

- Garantizar el cumplimiento del producto con los requisitos esenciales de las Directivas de aplicación.
- Firmar la Declaración “CE” de conformidad.
- Elaborar la documentación o expediente técnico.
- Fijar el mercado “CE”.

Tener un mandatorio legal es una opción del fabricante. En algunos procedimientos que requieren certificación obligatoria, esta figura es imprescindible cuando el fabricante no reside en la Unión Europea.

El representante legal o mandatorio, nombrado por el fabricante y establecido en la Unión Europea, puede ser el responsable para determinadas obligaciones previstas en las Directivas, generalmente de tipo administrativo, como el mantenimiento de la documentación técnica, presentación de la solicitud de Examen “CE” de conformidad.

Cuando ninguno de los dos este establecido en la Unión Europea, como norma general, la persona que comercialice el producto en la UE asume las responsabilidades que normalmente recaen sobre el fabricante o su representante.



Esta persona deberá asegurarse de que el producto es conforme a los requisitos esenciales y poder facilitar la información pertinente (declaración de conformidad, documentación técnica, etc...).

13.6.5.2. DOCUMENTACIÓN NECESARIA

Deberá redactarse un documento escrito mediante el cual el fabricante o su representante establecido en la UE declara que el producto comercializado satisface todos los requisitos esenciales en las distintas Directivas de aplicación. La firma de este documento autoriza la colocación del mercado “CE” cuando así lo señale la Directiva.

13.6.5.3. DATOS DE LA DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

Los datos que son necesarios incluir en la Declaración de Conformidad para el mercado CE según la norma ISO/EN 17050 son:

- Nombre y dirección del fabricante o de su representante establecido en la Unión Europea.
- Descripción del producto, suficientemente detallada para que sea sencillo identificar los especímenes por ella cubiertos: marca, modelo, etc.).
- Disposiciones pertinentes a las que el producto se ajusta (Directivas de Nuevo Enfoque).
- Referencia a las normas armonizadas utilizadas (también es posible incluir otras normas o especificaciones técnicas que se hayan usado).
- Nombre de los Organismos Notificados que hayan intervenido en la evaluación de la conformidad del producto.
- Numero/s del certificado “CE” de tipo en caso necesario.
- Cuando se trate de un importador o comercializador, nombre y razón social de éste.



- Identificación del signatario (nombre, apellido y cargo).
- Fecha.

13.6.5.4. MERCADO APLICABLE

Todos los elementos mecánicos y estructurales utilizados en la fabricación de la máquina biosaludable han de cumplir todas las normativas de seguridad vigentes a la que estén sujetos y que se ven reflejadas mercado CE de dicho elemento (resistencia de los materiales instalados, calidad de los mismos, condiciones pertinentes de trabajo en los que se encuentran, etc..).

13.7. GARANTÍA

Los plazos de garantía que la ley reconoce serán de dos años para los bienes nuevos. Este plazo comienza a contar desde el momento en que el bien se entrega al consumidor, y será el que aparezca en la factura, tique de compra o o albarán de entrega.

Todo defecto o vicio que surja de los primeros seis meses, se entiende que es originario, y será el vendedor el obligado a demostrar que el bien estaba conforme con el contrato.

El consumidor debe informar al vendedor en el plazo de dos meses desde que se detectó el defecto.

Los derechos que la ley reconoce se pueden ejercitar desde los tres años desde la entrega del bien, todo ello de acuerdo con el Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias.



14. CONCLUSIONES

A lo largo de este proyecto se ha ido avanzando desde lo que pudiera ser un prototipo de esta máquina biosaludable hasta definir por completo la geometría de todos los componentes que la componen.

El caso que se ha desarrollado en este proyecto bien pudiera ser un caso en la vida real, en la cual, el proceso de proceder con la máquina biosaludable no hubiera sido muy diferente al realizado en este proyecto.

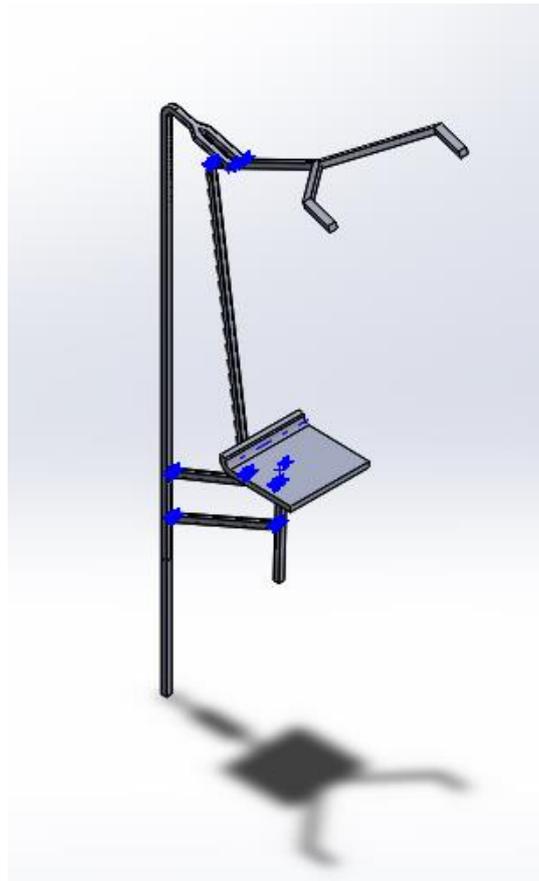
Tras una breve introducción al proyecto, se ha realizado un estudio exhaustivo en el programa de simulación de mecanismos *Working Model*, y tras la realización de dicho estudio se ha podido obtener un mecanismo como referencia a la hora de realizar el modelado en 3D, sabiendo que el mecanismo tal y como se había calculado en *Working Model* funcionaba, y además con las premisas que se habían marcado para guiar los resultados.

A continuación se procedía a realizar el paso entre una geometría realizada en 2D a una más realista realizada en 3D, mediante el software de diseño asistido *SolidWorks*. Durante la realización del modelado en tres dimensiones se iban haciendo frente a diferentes problemas que se manifestaban, además de realizar mejoras que provocasen una optimización aún superior del mecanismo diseñado, siempre siguiendo las pautas que previamente se habían calculado en *Working Model*.

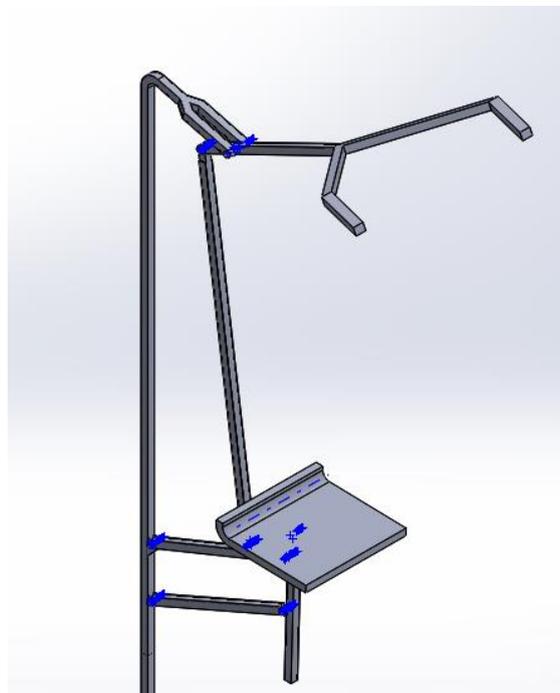
Por último, se realizaban los cálculos necesarios para la elección de los elementos normalizados que se procederían a instalar al modelo 3D mediante la biblioteca de elementos normalizados de *SolidWorks*.

Finalmente y junto con los diferentes documentos de información del proyecto como pueden ser el pliego de condiciones, el estudio de seguridad, el presupuesto y los planos, se comentaba brevemente el proceso de fabricación que debían sufrir las piezas bajo las máquinas que se elegían para este fin, como modo de optimizar las tareas que se realizaran en las piezas que conforman el mecanismo de la máquina biosaludable.

Como resultado de todo esto, se obtiene la máquina biosaludable que se puede observar en las imágenes que se adjuntan.



110.MáquinaBiosaludableFinal-elaboraciónpropia



111.MáquinaBiosaludableFinal-elaboraciónpropia



E. BIBLIOGRAFÍA

15. BIBLIOGRAFÍA

Han sido numerosas las fuentes de información que se han utilizado a fin de apoyar con datos objetivos los pasos que se iban realizando en el proyecto, no obstante, a continuación se procede a realizar una lista de las más trascendentes para la correcta evolución del proyecto.

15.1. PÁGINAS WEB

- Casalista.com
- Ironlandchess.com
- Indalchess.com
- Urbijuegos.com
- Concellodebecerrea.com
- Directindustry.com
- Sija.com
- Parkesa.com
- Mercadolibre.com
- Opac.net
- Multimet.net
- Metalcoprolians.com
- Würth.com
- Tornilleriareche.com

15.2. LIBROS Y ARTÍCULOS

- Teoría Sistemas Mecánicos, Libro Asignatura EII



- Ergonomía I Fundamentos. Pedro R. Mondelo
- Teoría Dibujo Industrial, Apuntes y Normas Asignatura EII
- Teoría Procesos Industriales, Libro Asignatura EII
- Estudio Antropométrico Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)



F. ANEXOS

16. ANEXOS

- UNE-EN 16630:2015
- Tablas resultados estudio *Working Model* (se adjuntan en el proyecto)



G. PLANOS

17. PLANOS