

# Desarrollo del soporte braquial mediante cable para evitar lesiones


Bravo Montiel, Victor Kevin

2017-11

---

<http://hdl.handle.net/20.500.11777/3893>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>



# Desarrollo de diseño del soporte braquial mediante cable para sostener el brazo y evitar lesiones en técnicos de Volkswagen en la línea de producción

Por:

Kevin Bravo, Ing. Automotriz

Andrés Samperio, Ing. Logística

Diego Torres, Ing. Automotriz

Asesor:

Dr. Juan Carlos Colín

## INDICE

- TITULO
- PROBLEMÁTICA
- OBJETIVO
- JUSTIFICACIÓN
- MARCO TEÓRICO
- ALCANCES
- ENTREGABLE
- METODOLOGÍA
- EVIDENCIAS
- REFERENCIAS

## **TITULO**

Desarrollo de análisis del soporte braquial mediante cable para sostener el brazo y evitar lesiones en técnicos de Volkswagen

## **PROBLEMATICA**

### **Problemática central**

Falta de soporte y movimiento longitudinal hacia atrás del soporte braquial x16

### **Evidencia problema central (pendiente)**

### **Problemas específicos**

Daño al hombro: fatiga y daño al hombro causado por largas jornadas de trabajo alzando constantemente los brazos en la línea de tacto.

Ergonomía y eficacia: al existir una fuerza aplicada al soporte braquial, se generan disgustos e incomodidad por falta de ergonomía, producido por largas jornadas de trabajo.

Falta de altura: dada la altura de los técnicos el prototipo actual carece de eficacia a partir de una altura determinada.

Falta de apoyo: surge la necesidad de un mayor soporte en el brazo, ya que en algunos técnicos el soporte no brinda suficiente apoyo.

### **Pregunta de investigación:**

¿Cuál es la mejor forma de soportar el brazo mediante un cable de forma oblicua y sin afectar la movilidad?

## **OBJETIVO**

### **General**

Desarrollar el nuevo diseño del soporte braquial mediante cable que sustituya al soporte braquial actual.

## Específicos

Seleccionar el software a ocupar.

Identificar los movimientos del brazo en la línea de ensamble automotriz.

Analizar las fuerzas resultantes producidas por los movimientos del brazo.

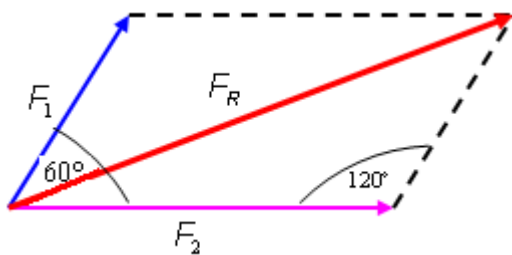
Establecer las dimensiones promedio del brazo de los técnicos.

Dibujar bocetos a mano del nuevo diseño.

Analizar los bocetos propuestos.

Construir un prototipo.

Dibujar los diseños en computadora



## JUSTIFICACIÓN

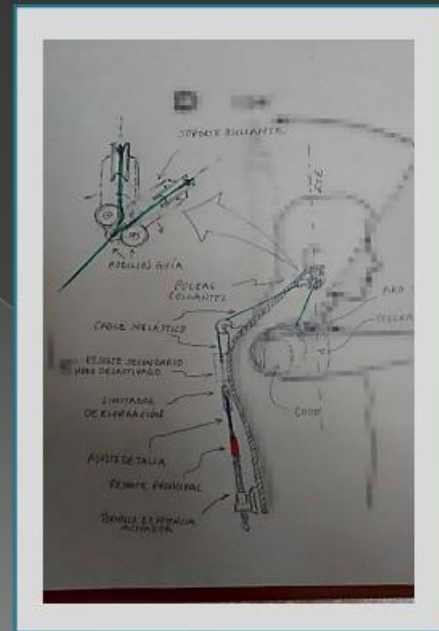
Para obreros en la línea de ensamblaje de VW y para contrarrestar los daños en el brazo a largo plazo, porque el prototipo actual presenta deficiencias.

## MARCO TEORICO

### Antecedentes

## Avances previos

- Diseño conceptual: grúa para los brazos



### Anatomía y fisiología del hombro

La cintura escapular es el segmento proximal del miembro superior. Se extiende desde la base del cuello hasta el borde inferior del músculo pectoral mayor. Fija la articulación glenohumeral al tronco, de manera que constituye la comunicación entre el miembro superior o torácico y el tronco. Se divide en tres regiones: anterior o axilar, media o deltoidea y posterior o escapular. La articulación escapulohumeral o articulación glenohumeral, es la articulación entre la cabeza del húmero y la cavidad glenoidea de la escápula. La cabeza humeral es una pelota y toma tipo de articulación sinovial. La articulación glenohumeral permite aducción, abducción,

rotación medial y lateral, flexión y extensión del brazo. La articulación acromioclavicular es la articulación entre el acromion de la escápula y el extremo lateral de la clavícula. Es un tipo plano de articulación sinovial. El acromion de la escápula, rota en el extremo acromial de la clavícula.

Prototipo X-16 Exoesqueleto superior

Mayo 2017

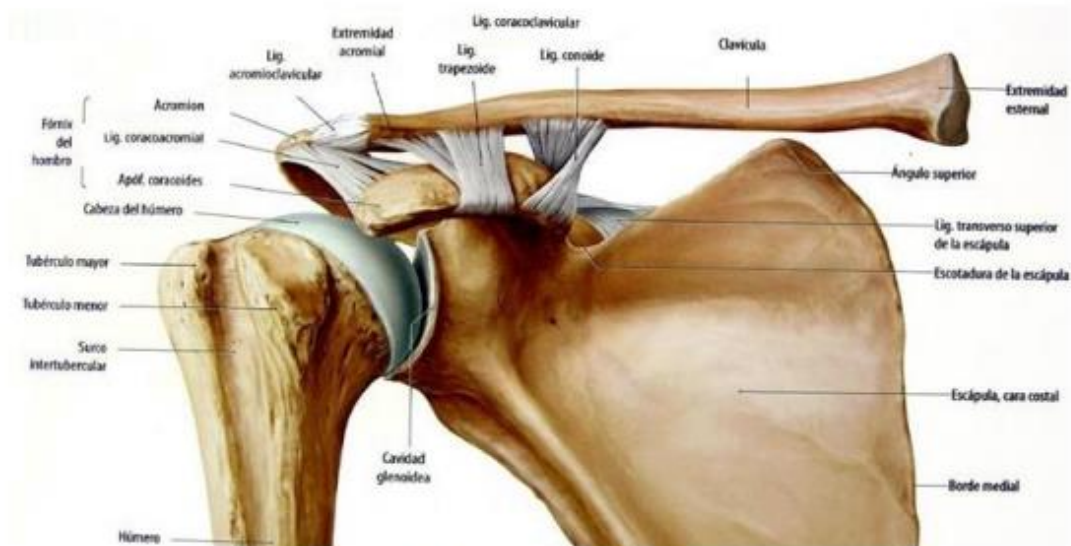


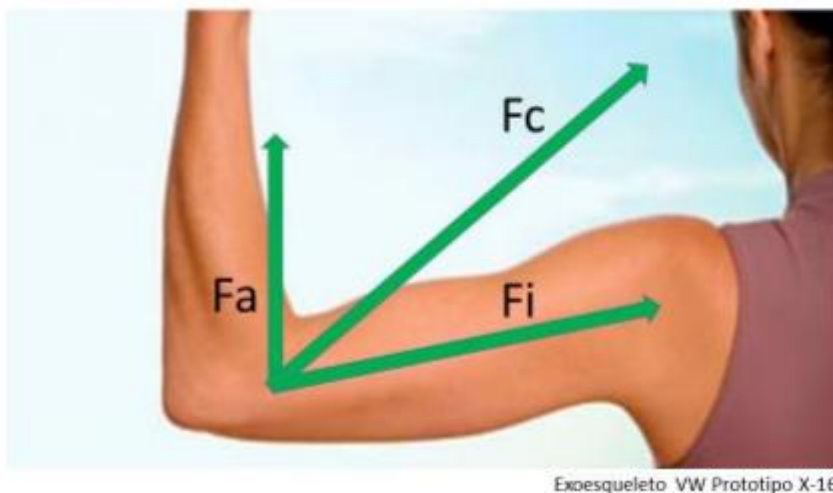
Imagen de las articulaciones de la zona de la cintura escapular

La articulación escapulocostal (también conocida como la articulación escapulotorácica) es una articulación fisiológica formada entre la escápula y la pared torácica. Es de naturaleza musculotendinosa y está formada predominantemente por el Trapecio, el Romboides y el músculo Serrato anterior. Los movimientos son principalmente de deslizamiento. La articulación suprahumeral (también conocida como la articulación subacromial) es una articulación fisiológica formada por una articulación del ligamento coracoacromial y la cabeza del húmero. Está formada por el hueco que hay entre el húmero y el apéndice acromial de la escápula. Este espacio está ocupado en su mayoría por la bursa subacromial y el tendón del supraespinoso. Esta articulación tiene su función durante los

movimientos complejos, mientras que el brazo está totalmente flexionado en la articulación escapulohumeral, como por ejemplo, al cambiar un foco. El movimiento

del Húmero es causado por la contracción de los músculos que se insertan en él y jalan en diferentes direcciones. Mantener una posición diferente del reposo requiere acción muscular continua. Cuando la duración es excesiva, puede ocasionarse contractura o tetanización.

## Vectores significativos en brazo



$F_c$  – tensión del cable. Es el jalón neto que el cable tendrá durante la operación. Conocer esta tensión es de suma importancia para determinar las resistencias de los componentes mecánicos y también la magnitud de los demás vectores.

$F_e$  – fuerza en la escápula. Durante la fase activa del exoesqueleto, esta fuerza se aplicará de forma normal a la espalda del usuario (zona de homóplato). Es un punto importante que el chaleco textil distribuya esta fuerza ergonómicamente en un área amplia del cuerpo.



$F_x$  – fuerza exterior en cintura. En fase activa, el exoesqueleto tiende alejarse del cuerpo en su parte inferior, es decir, tiende a levantarse de abajo. Es importante este vector para el diseño del chaleco textil que debe brindar estabilidad.

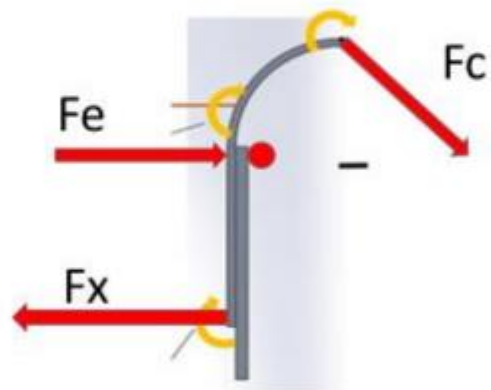
$F_p$  – peso y carga en el equipo. El peso del exoesqueleto y los componentes verticales de las fuerzas para soportar los brazos, representan una carga total para el cuerpo representada por este vector. Es importante conocerlo para distribuir esta carga en diferentes partes del cuerpo, preferentemente en la zona de la cadera.

$F_l$  – fuerza lateral. Cuando se levanta más uno de los dos brazos, se genera una tendencia rotacional en el exoesqueleto. Se representa con este vector que aleja del centro la parte inferior de la placa trasera.

$F_a$  – fuerza antigravitacional. Esta es la fuerza que cancelará el jalón de la gravedad hacia abajo. Es necesario conocer este vector relacionado con el peso del brazo, su posición y el peso de la herramienta utilizada.

$F_i$  – fuerza intruyente en el húmero. Al jalar el brazo con un cable inclinado, se genera una componente de fuerza coaxial al húmero. Esta fuerza tiende a intruir (meter) el brazo en el hombro. Es necesario conocer este vector para mantener su magnitud en límites ergonómicos.

## Vectores significativos en vista lateral



Esqueleto VW Prototipo X-16

## Modelo de carga de brazo con cable

### Isometric View



$0^\circ$

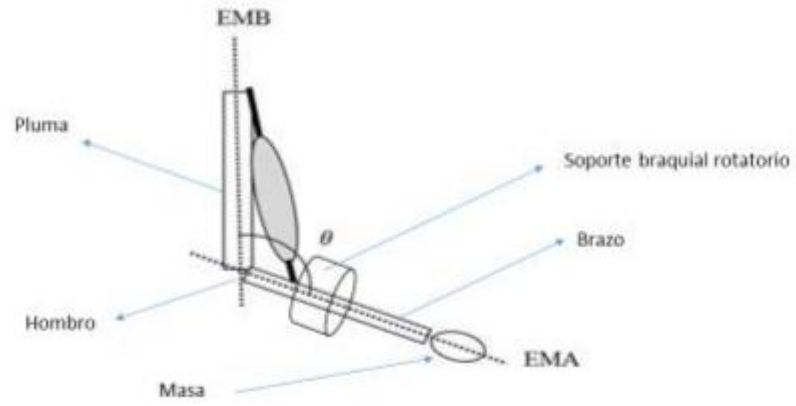


$45^\circ$

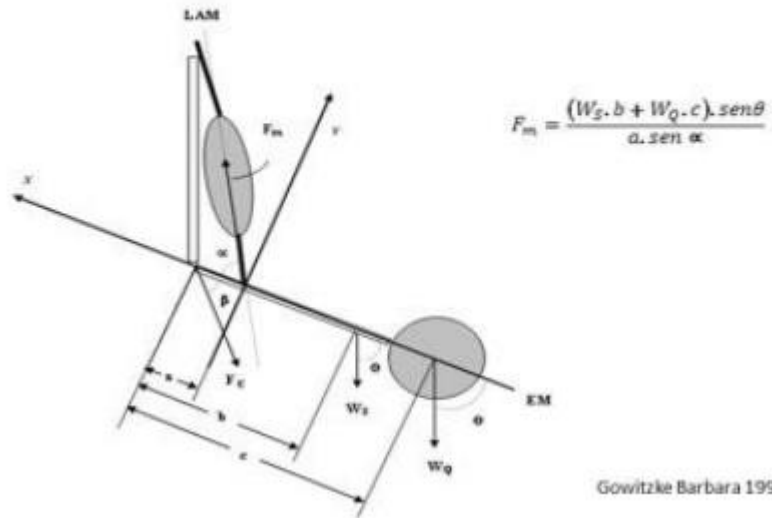


$90^\circ$

# Elementos ideales



# Modelo de carga



## **Restricciones y normas Volkswagen de México**

### **OPERACION Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO**

ARTICULO 35. La maquinaria y equipo deberá contar con las condiciones de seguridad e higiene de acuerdo con las Normas correspondientes.

ARTICULO 36. Todas las partes móviles de la maquinaria y equipo y su protección, así como los recipientes sujetos a presión y generadores de vapor, deberán revisarse y someterse a mantenimiento preventivo y, en su caso, al correctivo, de acuerdo con las especificaciones de cada maquinaria y equipo. Para la operación y mantenimiento de las partes móviles a que se refiere el párrafo anterior, el patrón deberá contar con el programa de seguridad e higiene, mismo que dará a conocer al personal operativo de dicha maquinaria y equipo.

ARTICULO 37. El patrón deberá conservar durante la vida útil de los recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas, los antecedentes de alteraciones, reparaciones, modificaciones y condiciones de operación y mantenimiento de los mismos y exhibirlos a la Secretaría cuando ésta así lo solicite.

ARTICULO 38. El patrón deberá contar con el personal, materiales y procedimientos necesarios para la atención de emergencias en maquinaria y equipo.

ARTICULO 39. El patrón deberá contar con el personal capacitado para el manejo de montacargas, grúas, calderas y demás maquinaria y equipo cuya operación pueda ocasionar daños a terceras personas o al centro de trabajo.

### **DE LAS HERRAMIENTAS**

ARTICULO 52. El patrón tendrá las siguientes obligaciones en relación con las herramientas que se utilicen en el centro de trabajo:

I. Seleccionarlas de acuerdo con las características técnicas y para la actividad y tipo de trabajo a desarrollar por el trabajador;

II. Verificarlas periódicamente en su funcionamiento, a fin de proporcionarles el mantenimiento adecuado y, en su caso, sustituir aquellas que hayan perdido sus características técnicas, y III. Proporcionar al trabajador, de acuerdo con la naturaleza del trabajo, cinturones porta herramienta, bolsas o cajas para el transporte y almacenamiento de las herramientas.

ARTICULO 53. El patrón deberá proporcionar a los trabajadores instrucciones por escrito para la utilización y control de las herramientas, las que contendrán como mínimo, indicaciones para su uso, conservación, mantenimiento, lugar de almacenamiento y transporte seguro.

## RUIDO Y VIBRACIONES

ARTICULO 76. En los centros de trabajo en donde por los procesos y operaciones se generen ruido y vibraciones, que, por sus características, niveles y tiempo de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores, el patrón deberá elaborar el programa de seguridad e higiene, conforme a las Normas aplicables.

ARTICULO 77. El patrón es el responsable de instrumentar en los centros de trabajo los controles necesarios en las fuentes de emisión, para no exceder los niveles máximos permisibles del nivel sonoro continuo equivalente y de vibraciones, de acuerdo con las Normas respectivas.

ARTICULO 78. Será responsabilidad del patrón que se practiquen los exámenes médicos específicos a los trabajadores expuestos a ruido o vibraciones y adoptar las medidas pertinentes para proteger su salud, en los términos y condiciones que señalen las Normas correspondientes.

## RADIACIONES IONIZANTES Y ELECTROMAGNETICAS NO IONIZANTES

ARTICULO 79. Los centros de trabajo en donde se produzcan usen, manejen, almacenen o transporten fuentes de radiaciones ionizantes, deberán contar con la autorización correspondiente expedida por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. En los centros de trabajo a que se refiere este artículo,

para efectos de la seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo, el patrón deberá contar con los registros de reconocimiento, evaluación y control de dichas radiaciones, en los términos y condiciones que señalen las Normas aplicables, independientemente de lo que proceda conforme a otras leyes o reglamentos.

ARTICULO 80. En los centros de trabajo donde se manejen radiaciones electromagnéticas no ionizantes, será responsabilidad del patrón llevar a cabo el reconocimiento, evaluación y control de dichas radiaciones, establecidos en la Norma respectiva.

ARTICULO 81. Será responsabilidad del patrón que se practiquen los exámenes médicos específicos a los trabajadores a que se refiere el presente Capítulo, así como adoptar las medidas pertinentes para proteger su salud, de conformidad con las disposiciones legales, los reglamentos o Normas aplicables.

## ERGONOMIA

ARTICULO 102. La Secretaría promoverá que, en las instalaciones, maquinaria, equipo o herramienta del centro de trabajo, el patrón tome en cuenta los aspectos ergonómicos, a fin de prevenir accidentes y enfermedades de trabajo.

## PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

1. - El supervisor o responsable que designe el contratista o sub-contratista responsable del trabajo deberá permanecer siempre en la obra y revisar que las herramientas y equipos se encuentren en buen estado cumpliendo con las normas establecidas para su operación en las instalaciones de VWM. Si la herramienta o equipo no cumplen con los requerimientos de seguridad (según Normas IMSS y STPS) no deberá permitirse su uso. Los equipos de oxiacetileno deben contar con manómetros, mangueras, sopletes y válvulas de seguridad (arresta flamas) en buen estado, los cables y conexiones de las máquinas de soldar deben estar en buen estado y aterrizadas; (verificadas por el personal del taller eléctrico de nave 11 con formato de revisión) y conectadas correctamente a las cajas de alimentación o interruptores existentes. A su vez estos equipos deben de contar con el rombo de

seguridad y marcar claramente el contenido del cilindro, así como la capacidad del mismo, se debe de especificar la presión máxima de operación.

2. - El personal de Servicio Protección Planta no permitirá la entrada a VWM, de herramientas o equipos que no cumplan con todos los requerimientos de seguridad.

3. - Para la realización de trabajos en áreas donde se almacenan o manejen líquidos o gases inflamables (en tuberías, depósitos, equipos o almacenes) y productos químicos peligrosos es obligatorio el uso de herramienta a prueba de explosión, para evitar chispas que inicien fuegos o explosiones.

4. - Si el personal de Seguridad Industrial y Protección contra Incendio, y/o Servicio Protección Planta, sorprenden a personas del contratista y/o sub-contratista infringiendo las normas de seguridad y/o utilizando herramientas o equipos en malas condiciones, será suspendido el trabajo y los trabajadores parcial o permanentemente según la gravedad de la falta, y se retirará al personal de las instalaciones de V.W.M.

5. - La compañía contratista o sub-contratista se obliga a dar aviso a Protección Planta, de las herramientas, equipos y materiales que deseen introducir a la planta para proceder a su registro en forma de listados y en hojas membretadas para agilizar su entrada, no incluyendo en estas los materiales de consumo como: estopas, cintas adhesivas, pintura, rodillos, seguetas, discos abrasivos o de corte etc. Para el ingreso de materiales peligrosos se debe de contar con las hojas de datos de seguridad de los materiales, estos deben estar debidamente identificados con el rombo de seguridad en contenedores adecuados y previa autorización de Protección Planta,

6. - Antes de iniciar cualquier trabajo, el personal contratista o sub-contratista deberá reportarse al personal de la empresa, encargado de la obra, quien autoriza el inicio de los trabajos delimitando las áreas, así como, el horario de jornada para el conocimiento y control de los diferentes departamentos de Seguridad Industrial y Protección contra Incendio, y Servicio Protección Planta.

7. - Antes de iniciar cualquier trabajo el contratista o sub-contratista deberá tomar todas las precauciones para no afectar a las áreas de trabajo, informando siempre al responsable de la obra del Departamento Técnico de VWM.

8.- Se deberán tomar todas las precauciones necesarias para evitar daños en las áreas verdes de la planta en caso de que por la naturaleza de los trabajos se requiera talar o afectar las áreas verdes se debe informar a Control Ambiental. En caso de que por negligencia del personal se provoque una afectación, la empresa contratista deberá enmendar los daños bajo la supervisión de Control Ambiental.

9. - Ninguna persona del contratista o sub-contratista esta autorizada para entrar a los talleres, oficinas, zonas productivas o comedores de la empresa sólo cuando por motivos de la obra sea requerido realizar algún trabajo o tenga autorización expresa.

10. - No se permite usar los equipos, materiales y herramientas propiedad de Volkswagen de México, sin la autorización escrita del supervisor responsable de la obra, planeador y supervisor del área.

11. - Para cualquier trabajo donde se requiera la autorización de equipos de soldadura o corte, o que produzca flama o calor excesivo, deberá solicitarse al Departamento de Seguridad Industrial y Protección contra Incendio un permiso para tal efecto, con estricto apego al Reglamento para Trabajos con Flama Abierta. Este permiso deberá colocarse en un lugar visible en el área de trabajo, después de terminado el trabajo, se deberá dar aviso al departamento de Seguridad Industrial y Protección contra Incendio para el aseguramiento de que todas las chispas o flamas han sido apagadas antes de abandonar el área de trabajo, así como, el orden y la limpieza del área de trabajo.

12. - El uso de cilindros de gas comprimido debe tener una clara identificación de su contenido. Se deberá mantener sujetos con cadena y en posición vertical con un soporte para evitar la caída, manteniéndolos lejos de fuentes de calor, chispas o flamas, no se permite el transporte y almacenamiento de cilindros sin capucha protectora de válvula, así como, almacenarlos en el interior de las áreas productivas



o de trabajos, así como de la información especificada en el apartado 1 de la sección de procedimientos de trabajo para el manejo de cilindros con gas comprimido.

13. - Los materiales inflamables o combustibles deberán ser guardados en gavetas metálicas pintadas de color Rojo Ral-3000 con leyenda "INFLAMABLE", Manteniendo siempre informado al departamento de Seguridad Industrial y Protección contra Incendio sobre el tipo de material y cantidad, no deberán almacenarse materiales combustibles (escobas, jergas, ropas etc.) en el interior de las gavetas, es obligatorio aterrizar las partes metálicas de la misma así como, recipientes conforme a la NOM 022 STPS.

14. - El personal de la compañía de proveedores o contratistas debe estar capacitado en la interpretación de las señales de seguridad y del manejo adecuado de los materiales y residuos peligrosos que se manejan dentro de Volkswagen de México. Es responsabilidad del proveedor o contratista capacitar a su personal antes de su ingreso a la planta.

15. - Queda prohibido tirar al drenaje, sanitarios o lavabos, cualquier sustancia que no sea agua como: aceite, solvente, pintura, thinner, petróleo, gasolina, silicón etc. Los residuos peligrosos generados deberán de ser colocados en recipientes metálicos para su confinamiento con la debida autorización y etiqueta de identificación del responsable del Control Ambiental, para su disposición final. Los gastos por la disposición de los residuos peligrosos generados por proveedores deberán ser cubiertos por ellos mismos.

16. - El equipo de soldadura eléctrica deberá ser conectado a las cajas de alimentación o interruptores existentes, solo por personal de mantenimiento eléctrico nave 11, para evitar daños, lesiones o paros de producción.

17. - Los contratistas o sub-contratistas deberán contar con todo el equipo necesario para realizar la limpieza al finalizar la obra o día de trabajo como aspiradoras, escobas, bolsas, contenedores y transporte.

18.- En caso de que los elementos de limpieza (escobas, bolsas, trapos etc.) se hayan contaminado con aceites, solventes, pegamentos etc. Se deberán manejar

como residuo peligroso de acuerdo a los procedimientos establecidos por Control Ambiental y de los requerimientos establecidos por el sistema ISO 14000.

19. - En caso de requerir solventes o desengrasantes de pisos esta operación se deberá realizar con los dispositivos adecuados para esto, evitando el uso de recipientes improvisados, los recipientes a utilizar deberán aterrizar físicamente a una tierra existente.

20. - Para la realización de pruebas de hermeticidad en tuberías de gases o líquidos inflamables, es obligatorio presentar a Seguridad Industrial y Protección contra Incendio los siguientes documentos:

a). - Libranza de equipos bajo normas VWM u Oficiales por el departamento técnico correspondiente.

b). - Formato oficial de prueba de hermeticidad otorgado por el departamento de planeación ejecutante, con los datos indicados en el mismo claramente anotados.

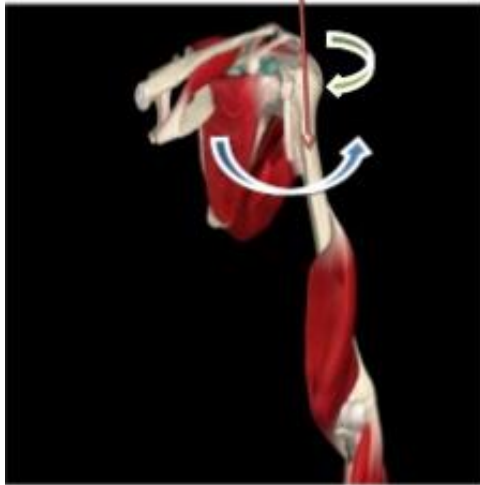
c). - Lay-out o dibujo con ubicación de la instalación a probar, indicando la posición de los manómetros para la prueba de hermeticidad.

d). - Si la instalación es nueva se acepta el uso de aire para la prueba de hermeticidad a 1.5 veces la presión de trabajo; en caso contrario si la tubería contiene o es vaciada de cualquier producto químico o líquidos o gases inflamables y se requiere poner en servicio solo se acepta el uso de nitrógeno probando a 1.5 veces la presión de trabajo

### **Fuerzas resultantes en el brazo:**

Los movimientos naturales del hombro involucran siempre el movimiento de todos los huesos. Aunque el principal movimiento del brazo corresponde al del húmero, los movimientos de la escápula están íntimamente relacionados con los movimientos del brazo, y son secundarios a ellos. Por esta razón la posición de la escápula está estandarizada con respecto al húmero.

Al tener movimientos se generan fuerzas.



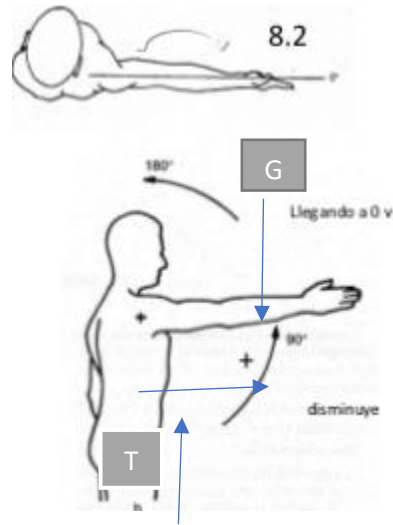
Se aplica una fuerza glenohumeral resultado de tres fuerzas las cuales son

- Peso de la extremidad actuando sobre el centro de gravedad
- Masas musculares que producen abducción
- Los resultados de la suma de las dos anteriores actúan sobre el centro de rotación en sentido contrario al deltoides



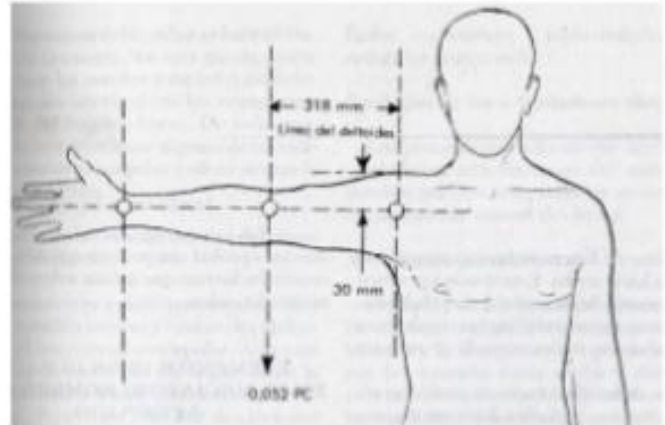
Actúan dos componentes:

- Pasivo (fricción y presión)
- Activo (tracción por debajo de los músculos infraespinosos)

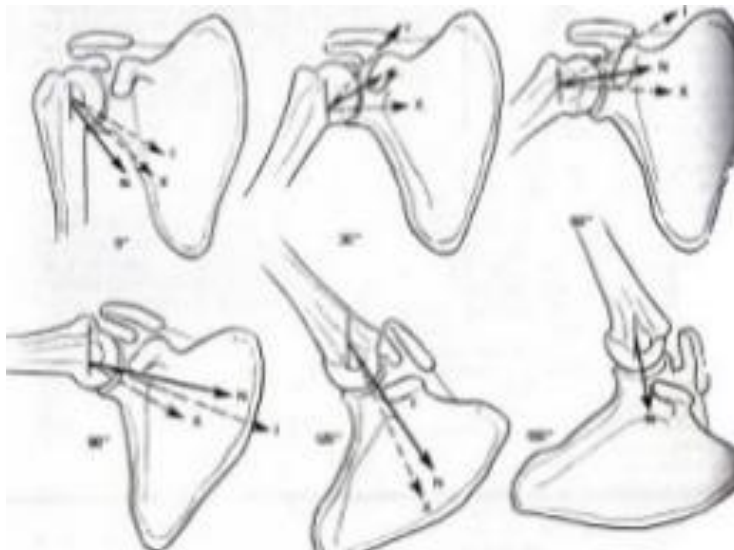


Las fuerzas que actúan sobre el cuerpo es la gravedad más el peso del brazo y actúa en contra de estas dos fuerzas la tensión de los músculos.

- Peso promedio del brazo 0.052 veces el peso corporal.
- 52% del peso total.
- Distancia de 318mm
- Centro de la articulación.
- Deltoides fuerza activa elevadora del brazo de palanca de 30mm
- Fuerza articular es 10v el peso de la extremidad o la mitad del peso corporal.



#### Fuerzas en los huesos del hombro



## Desgaste muscular

### Sistema muscular en ejercicio

En el organismo existen más de 650 músculos, todos ellos están especializados para la contracción, la contracción es la acción de aumentar la fuerza ejercida por un musculo.

Existen dos tipos de contracción: la isotónica y la isométrica

La contracción isotónica es la que implica la contracción de grupos musculares contra una resistencia a lo largo de un recorrido, es decir es la que contiene desplazamiento

La contracción isométrica se da cuando los músculos se contraen sin ningún tipo de recorrido, por ejemplo: al empujar o tirar de un objeto inamovible.

### Movimiento de los músculos

Flexión: acción de acercar dos o más músculos unidos por una articulación

Extensión: acción de alejar dos o más músculos unidos por una articulación

Aducción: acercar una extremidad hacia el eje del cuerpo

Abducción: alejar una extremidad del eje del cuerpo

Pronación: gira una extremidad hacia delante y hacia afuera

Supinación: gira una extremidad hacia adentro y atrás

### Dolencias musculares

Cuando se realiza una actividad física sin detenerse sobrevienen distintas dolencias entre las que podemos mencionar:

Fatiga muscular: agotamiento de uno o más músculos producida como consecuencia de una actividad física intensa (sin el adecuado entrenamiento o descanso adecuado)

Contractura muscular: es una contracción sostenida e involuntaria de algunos músculos. No es una lesión. Las principales causas son la sobreutilización de un músculo. Se producen de manera espontánea e inconsciente.

Desgarro: rotura muscular. Su gravedad está directamente con el tamaño de la ruptura y del músculo

Podemos decir que las distintas dolencias musculares tienen factores comunes en la ausencia de oxígeno y demasiada concentración de dióxido de carbono y en la ausencia del glucógeno muscular necesario y demasiada concentración de ácido láctico

## MATERIALES PLASTICOS

El plástico es un material de diseño y construcción. Compete con el acero, vidrio, madera y muchos otros materiales. No hay nada inherente atractivo en él; nada inherentemente malo. Como todos los materiales es aceptado o rechazado según su comportamiento donde se utilice.

El plástico es el material de diseño nuevo en más de 300 años, durante este periodo los demás materiales han tenido la oportunidad de escalonarse en el mercado además de establecer normas e imponer preferencias entre lo que es adecuado y de lo que no sirve. ninguno de estos materiales tradicionales ha estado dispuesto a ceder su mercado. Cada uno ha luchado para asegurar su parte en ocasiones con campañas cuyo objetivo era el de opacar el nombre del plástico.

Un resultado del ataque de los plásticos por aquellos con intereses en otros materiales ha sido que la opinión general a cerca del plástico ha tendido a ser muy negativa. No obstante, el consumo de plásticos ha ido creciendo drásticamente

estos años. De hecho, un estadístico determino que, en volumen, se había dejado la era del hierro y entrado a la del plástico. Esto gracias a que es el material más usado en la manufactura. El plástico tiene en promedio aproximadamente 1/7 de la densidad del acero. Esto significa que por cada pieza hecha con acero se pueden producir básicamente siete piezas idénticas de polietileno de alta densidad.

El principio de la industria del plástico en estados unidos se remonta a la introducción de nitrato de celulosa por John Wesley en 1870. Según se informa que el invento la fórmula para participar en un concurso en el que se buscaba sustituir el marfil de las bolas de billar. El siguiente material plástico fue introducido casi 35 años después, este fue el formaldehído fenólico, o fenólicos, este fue creado por Leo Backeland en 1907, se requirieron unas cuantas décadas más y la creación de 18 polímeros, junto con la máquina de procesamiento adecuada para que estos elementos integraran en 1945 lo que en la actualidad se conoce como la industria del plástico.

## ETILEN VINIL ACETATO (EVA)

### **Introducción**

Los copolímeros de etileno vinil acetato (EVA) son productos de la tecnología del polietileno de baja densidad (*low density polyethylene*,. LDPE). El contenido principal de Eva y el índice de fluidez determinan sus propiedades.

### **Categoría**

Los copolímeros de EVA son materiales termoplásticos formados por una cadena de etileno que contiene, en general de 5 a 50 % de acetato de vinilo (VA) el contenido de VA controla la flexibilidad y la cristalinidad de las resinas.

### **Propiedades**

La incorporación del VA al proceso de polimerización del etileno, produce un copolímero con una cristalinidad más baja que la del homopolímero de etileno común. Las resinas de EVA son más transparentes, tienen mayor flexibilidad a baja temperatura, mayor resistencia a la ruptura y al impacto.



## Aplicaciones

Las resinas de EVA se usan en una diversidad de productos moldeados y obtenidos por extrusión. Algunos ejemplos son: mangueras y tuberías flexibles, partes de calzado, cables y alambres cubiertos, juguetes y artículos deportivos, partes modeladas para automóvil, entre otros.

El precio ronda entre 0.016 a 0.024 dólares por pulgada cubica.

## Resumen general del material

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Moldeado por inyección	<b>X</b>		
Extrusión	<b>X</b>		
Termo formación	<b>X</b>		
Moldeado con espuma	<b>X</b>		
Moldeado por inmersión			
Moldeado rotacional	<b>X</b>		
Revestimiento con polvo en lecho fluidificado		<b>X</b>	
Moldeado de termofijos reforzados	<b>X</b>		
Moldeado por inyección reactiva	<b>X</b>		
Moldeado mecánico			

vaciado			
---------	--	--	--

A=técnica común de procesamiento

B= técnica posible con dificultades

C=circunstancias especiales

## POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD

### Introducción

polietileno de baja densidad (*low density polyethylene, LDPE*),

polietileno de baja densidad y alta presión (*high pressure low density polyethylene; HPLDPE*)

polietileno de baja densidad y baja presión (*low pressure low density polyethylene, LPLDPE*)

el LDPE se hace comúnmente por polimerización del etileno a alta presión para formar moléculas de polietileno.

### Categoría

el LDPE es un polímero termoplástico de cadena larga altamente ramificado con una densidad de 57.1-57.7 lb/pie<sup>3</sup> y un peso molecular hasta de  $4 \times 10^6$ . El proceso también es capaz de producir polietileno de densidad media (MDPE) de aproximadamente 58.3 lb/pie<sup>3</sup>

### aplicaciones

las aplicaciones de las películas de LDPE incluyen las bolsas para pan, el plástico estirable para envoltura, las bolsas para emparedados y las bolsas de prendas de vestir. Los sustratos recubrimientos por extrusión con LDPE se usan en cartones para leche y muchas aplicaciones más dentro del empaçado. los recipientes de LDPE se usan para envasar leche y productos químicos, los artículos moldeados

por inyección incluyen enseres domésticos como las tapas para latas, juguetes y cubetas.

### **Ventajas y desventajas**

El LDPE tiene un buen balance de propiedades mecánicas y ópticas con fácil procesabilidad y bajo costo, puede fabricarse mediante muchos procesos diferentes para una amplia gama de aplicaciones.

El LDPE puede no ser adecuado en aplicaciones que requieran una rigidez extrema, buenas propiedades aislantes, una notable resistencia a la tensión o una alta resistencia a la temperatura.

### **Resumen general del material**

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Moldeado por inyección	X		
Extrusión	X		
Termo formación	X		
Moldeado con espuma	X		
Moldeado por inmersión			
Moldeado rotacional	X		

A=técnica común de procesamiento B= técnica posible con dificultades  
C=circunstancias especiales

POLIETILENO DE PESO MOLECULAR ULTRAALTO (UHMW PE)

## **Introducción**

El polietileno de peso molecular ultraalto es un polietileno lineal de alta densidad con un peso molecular del orden de 3 a 6 millones. Lo definen como un polímero con una viscosidad relativa mínima.

## **Categoría**

El UHMW PE es un termoplástico con propiedades químicas similares a las del polietileno de alta densidad. Sin embargo, su peso molecular es extremadamente alto y eso le proporciona una resistencia al impacto y a la abrasión. Estas propiedades inusuales hacen imposible la aplicación de las técnicas ordinarias de extrusión y moldeo.

## **Descripción de las propiedades**

- La más alta resistencia a la abrasión de la suspensión de cualquier termoplástico
- Excepcional resistencia al impacto a temperaturas criogénicas
- Bajo coeficiente de fricción
- Propiedades auto lubricantes
- Notable resistencia al resquebrajamiento por tensión
- Atenuación de ruido y energía

## **Aplicaciones**

El UHMW PE es ideal para revestimientos, para los componentes de bombas, empaques, filtros, tornillos de alimentación, rieles de guía, rodillos, engranajes y abrazaderas.

## **Ventajas y desventajas**

Las principales ventajas del UHMW PE están implícitas en sus propiedades sobre todo la resistencia al impacto y la abrasión. El material tiene pocos rivales en cuanto

a su combinación de dureza, resistencia al desgaste, inactividad química y capacidad de lubricación.

La alta viscosidad de este material lo hace difícil de manejar usando técnicas ordinarias

#### Resumen general del material

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Moldeado por inyección			<b>X</b>
Extrusión			<b>X</b>
Termo formación		<b>X</b>	
Moldeado con espuma			<b>X</b>
Moldeado por inmersión			<b>X</b>
Moldeado rotacional			<b>X</b>
Revestimiento con polvo en lecho fluidificado			<b>X</b>
Moldeado de termofijos reforzados			<b>X</b>
Moldeado por inyección reactiva			<b>X</b>

Moldeado por compresión y transferencia	X		
Moldeado mecánico		X	
vaciado			X

A=técnica común de procesamiento B= técnica posible con dificultades  
C=circunstancias especiales

### POLICLORURO DE VINILO RIGIDO (RPVC)

El policloruro de vinilo rígido (*rigid poly(vinil chloride)*) se caracteriza por su excelente resistencia mecánica y química.

Existen tres técnicas para obtener el vinilo rígido, vinilo flexible y el plastisol. Los aditivos que se usan en cada una pueden ser diferentes o pueden ser para fines distintos.

#### **Categoría**

Los tres son termoplásticos (a menos que se añadan aditivos) los productos obtenidos mediante las tres técnicas tienen características similares en cuanto a su sensibilidad de calor y a la posibilidad de obtenerlos transparentes u opacos

#### **Aplicaciones**

El PVC rígido se utiliza en tuberías, Conduit, paneles para construcción, marcos para ventanas, revestimientos para paredes, tarjetas de crédito, etiquetas y válvulas de algunas botellas de pet

## Resumen general del material

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Moldeado por inyección	<b>X</b>		
Extrusión	<b>X</b>		
Termo formación	<b>X</b>		
Moldeado con espuma	<b>X</b>		
Moldeado por inmersión			
Moldeado rotacional			
Revestimiento con polvo en lecho fluidificado			
Moldeado de termofijos reforzados			
Moldeado por inyección reactiva			
Moldeado por compresión y transferencia		<b>X</b>	
Moldeado mecánico			
vaciado		<b>X</b>	

A=técnica común de procesamiento

B= técnica posible con dificultades

C=circunstancias especiales

Músculos de extremidades superiores:

- **Músculos del hombro:**

**Deltoides.** Se inserta en la clavícula y omóplato por arriba, y por abajo termina en el húmero al cual da movilidad hacia adelante, hacia atrás y también coloca en posición horizontal.

**Infraespinoso.** Gran redondo y pequeño redondo son músculos que se insertan en el omóplato y el húmero y mueven el brazo hacia afuera y atrás.

IMG MUSCULOS DE BRAZO

- **Músculos de brazo:**

**Bíceps braquial.** Es un músculo que tiene dos inserciones superiores, una de ellas en la apófisis coracoides y la otra en la parte superior de la cavidad glenoidea del omóplato; su extremidad inferior se inserta en la tuberosidad bicipital del radio y su contracción determina la flexión del antebrazo sobre el brazo.

**Tríceps.** Oponente del anterior, se extiende en la cara posterior del brazo; se inserta por arriba en la parte posterior e inferior de la cavidad glenoidea del omóplato y por otras dos ramas se insertan en la parte superior y posterior del húmero; su extremidad inferior se inserta en la punta del olecranon; y su contracción extiende el antebrazo.

**Braquial anterior.** Se inserta por su parte superior en el en el húmero y por su extremo inferior en el cúbito, y su acción flexiona al antebrazo sobre el brazo.

**Coracobraquial.** Va de la apófisis coracoides al húmero, y su contracción levanta el brazo.



Músculo del antebrazo:

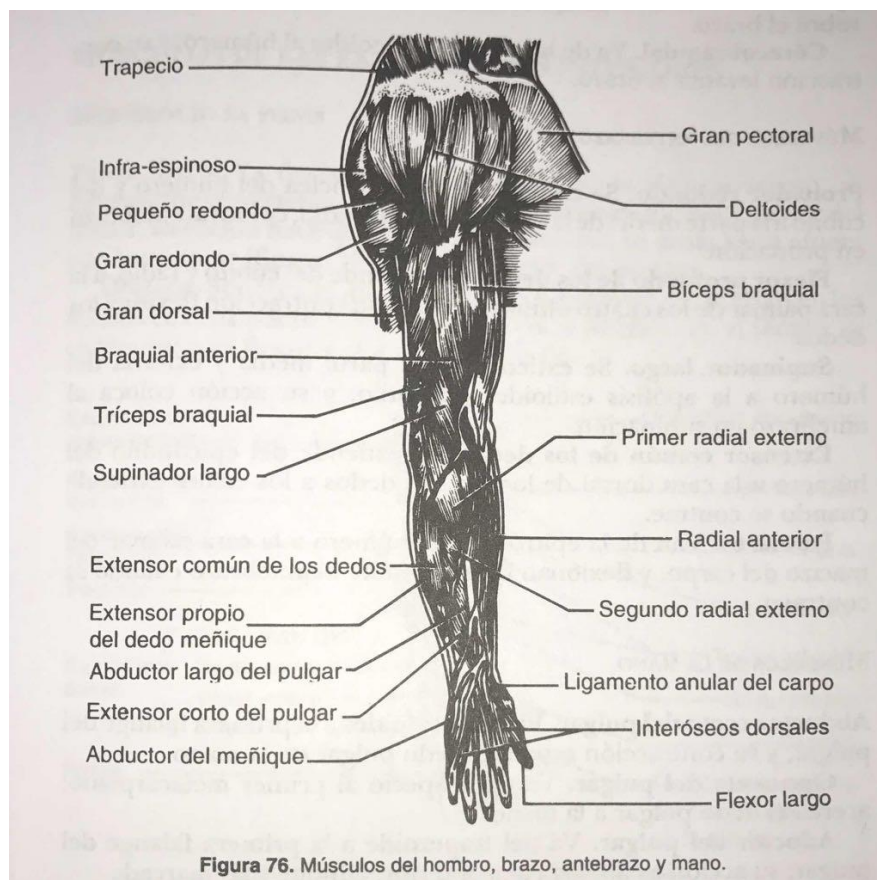
**Pronador redondo.** Se extiende de la epitroclea del húmero y del cúbito a la parte media de la cara externa del radio, coloca al antebrazo en pronación.

**Flexor profundo de los dedos.** Se extiende del cúbito y radio, a la cara palmar de los últimos dedos, y su contracción flexiona los dedos.

**Supinador largo.** Se extiende de la parte media y externa del húmero a la apófisis estiloides del radio, y su acción coloca al antebrazo en supinación.

**Extensor común en los dedos.** Se extiende del epicóndilo del húmero a la cara dorsal de los últimos dedos a los cuales extiende cuando se contrae.

**Palmares.** Van de la epitroclea del húmero a la cara palmar del macizo del carpo, y flexionan la mano sobre el antebrazo cuando se contraen.



## ALCANCE

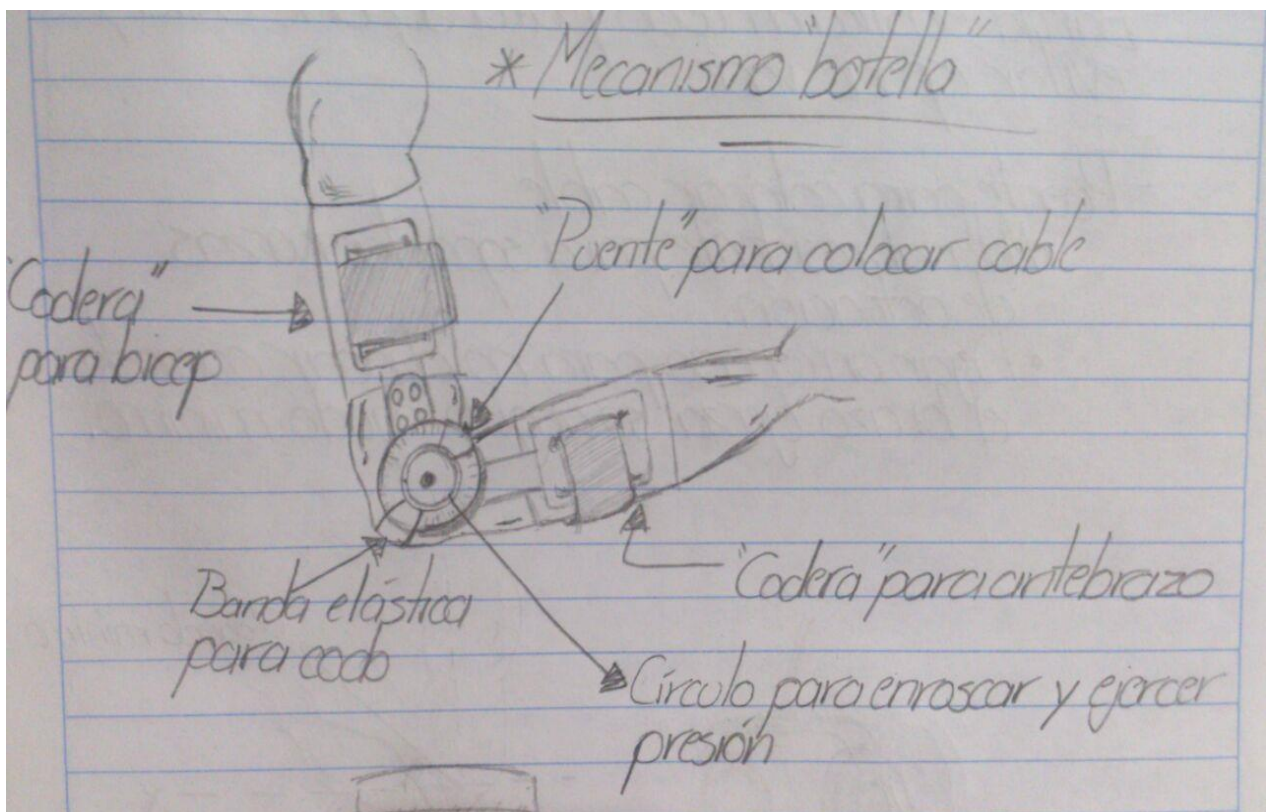
Diseño del nuevo soporte braquial.

## ENTREGABLE

Diseño del nuevo soporte braquial

Prototipo del soporte braquial con materiales reciclados y rústicos.

Se ocupará bandas ajustables, mecanismos rotatorios, conexión para el cable.



## **METODOLOGÍA**

Se investigó en libros y artículos la anatomía, los movimientos y el funcionamiento del brazo humano, Se analizaron los movimientos por arriba del hombro más comunes realizados en una línea de tacto automotriz, se investigaron las normas y restricciones en una empresa automotriz al emplear una herramienta en la línea de ensamble, Se investigó el promedio de: altura, peso, diámetro del bíceps y tríceps de los trabajadores de VWM, se investigó en diversos libros la resistencia, durabilidad y maleabilidad de materiales plásticos, se adquirió un programa gratuito de diseño, se tomaron medidas promedio del obrero automotriz, se analizaron los movimientos de los obreros en la línea de producción, se llegó a un acuerdo entre los integrantes del equipo y seleccionamos la estructura ideal, se realizaron bocetos de la estructura seleccionada, se realizó el diseño en computadora basado en los bocetos y en la información obtenida, se imprimieron en 3D las piezas del diseño, se ensamblaron las piezas conforme al diseño, se hicieron ajustes al detectar fallas, Se realizaron pruebas finales, se dieron retoques estéticos al diseño.

## EVIDENCIAS





## REFERENCIAS

### Bibliografía

Rubin. (2002). *materiales plasticos propiedades y aplicaciones*. ciudad de mexico: LIMUSA, S.A de C.V.

Arias Mateos, D., Sena Rojas, R. F., Rocha Lezama, J. C., & Dominguez Rueda, J. D. (2016). Ergonomía en exoesqueletos. Universidad Iberoamericana Puebla.

Wu, T., Wang, S., & Chen, D. d. (2011). Design of an exoskeleton for strengthening the upper limb muscle for overextension injury prevention. *Mechanism & Machine Theory*, 46(12), 1825-1839.

Industrial exoskeleton could boost strength of factory workers. (2015). *Engineer* (Online Edition), 3.

McQuillen, M. P. (1977). Clinical electromyography: definition, application, and innovation. *Advances In Neurology*, 17285-294.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2011). NORMA Oficial Mexicana NOM-019-STPS2011. Distrito Federal: Diario Oficial de la Federación.

Principios de anatomía, fisiología e higiene : educación para la salud / Gilberto Gutiérrez Cirl

Pendenza, R. (2009). Sistema muscular en ejercicio. Córdoba, AR: El Cid Editor | apuntes. Retrieved from <http://www.ebrary.com>