



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Diseño y manufactura de  
plataforma cartesiana para  
Brazo de Reacción**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero en Mecatrónica**

**P R E S E N T A**

Jorge Antonio Díaz Álvarez

**ASESOR DE INFORME**

M.I. Rosa Itzel Flores Luna



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017

# ÍNDICE

<b>Introducción</b>	<b>2</b>
<b>Capítulo 1 Historia de Fiat Chrysler Automóviles</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo 2 Política de Calidad</b>	<b>5</b>
<b>Capítulo 3 Fasteners Laboratory</b>	<b>7</b>
3.1 Pruebas en Laboratorio .....	8
3.2 Actividades realizadas por el ingeniero .....	11
<b>Capítulo 4 Proyecto de Brazo de Reacción</b>	<b>11</b>
4.1 Propuestas de Diseño .....	13
4.2 CAD del dispositivo .....	14
4.2 Ensamble final del CAD .....	16
4.3 Sistema de Frenado.....	17
<b>Capítulo 5 Entrega Final [modelo funcional]</b>	<b>21</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>29</b>
<b>Bibliografías y Mesografías</b>	<b>30</b>

## Introducción

Fiat Chrysler Automóviles (FCA) es un grupo automovilístico el cual se concretó tras la adquisición del grupo estadounidense Chrysler Group LLC.

Es una empresa que se ha consolidado como una de las empresas automotrices más importantes del país con casi 10,000 empleados, un centro de distribución de Autopartes Mopar, un Centro de Ingeniería Automotriz, un Edificio Corporativo y siete fábricas donde se ensamblan vehículos y motores para venta en el mercado interno, los cuales son distribuidos a través de una red de 292 concesionarias, así como para su exportación.

FCA se ha caracterizado por sus continuas innovaciones, un ejemplo de esto es el Centro de Investigación, Desarrollo y Pruebas de Ingeniería Automotriz, inaugurado en 2005, en Santa Fe, Ciudad de México, en este centro se ubican los laboratorios de materiales, pruebas vehiculares, así como el de Fasteners, en este trabajo se exponen las tareas realizadas durante la estancia en el área de desarrollo del producto de FCA, en el laboratorio de Fasteners Engineering

El laboratorio de Fasteners trabaja en sinergia con el área de diseño, pruebas vehiculares y laboratorio de materiales, esta área se encarga de desarrollar analizar, aprobar, y auditar las especificaciones de los *torques* que llevan las uniones, y ensambles en distintas partes del vehículo de Chasis, interior, carrocería y tren motriz, son solo algunas de las áreas con las que se trabaja

Entre las actividades que se desempeñan en el laboratorio se encuentran:

- Asesoría a las diversas áreas de ingeniería tanto a nivel nacional como internacional
- Cumplir con las políticas de calidad de acuerdo a ISO-9001:2008
- Soporte al área de diseño del producto
- Garantizar que los pares de torsión (torques) que se desarrollan en el laboratorio puedan ser implementados en las diferentes plantas de ensamble del país

Los objetivos concretos que se buscan lograr en este reporte como ingeniero son los siguientes:

- Mejora en herramienta principal (brazo de control "gravedad cero")
- Ampliar mi conocimiento en Fasteners
- Manejo de la herramienta y pruebas mecánicas, así como uso del Software especializado

En este reporte se muestra el diseño para la mejora del brazo de control “gravedad cero”, dicho brazo se emplea para sujetar las diversas herramientas que aplican los pares de torsión (torque) los cuales van desde los 20 hasta los 2000 [Nm].

Con base en los pares de torsión (torque) existen tres tipos de pruebas que se realizan en el laboratorio:

1. Pruebas con celdas ultrasónicas (Ultrasonic test)
2. Pruebas con celdas de carga (Clamp load test)
3. Prueba con herramienta eléctrica (torque test)
  - ✓ Prueba a falla
    - Máximos
    - Mínimos
    - Objetivo

1. Pruebas con celdas ultrasónicas (Ultrasonic test)

Este tipo de prueba se desarrolla con equipo especializado que con ayuda de señales ultrasónicas se determina la elongación, así mismo se puede obtener el valor de la fuerza de unión existente.

2. Pruebas con celdas de carga (Clamp load test)

En esta prueba se emplea una celda de carga la cual tiene forma de roldana y con ayuda de dicha celda obtenemos el valor al cual está siendo sometido el tornillo en la unión de las piezas.

3. Prueba con herramienta eléctrica (torque test)

Generalmente esta prueba es la más común, ya que de esta se obtiene mayor cantidad de valores y se determina el par de torsión máximo, mínimo y objetivo, los cuales le sirven al ingeniero del producto para actualizar la base de datos.

## Objetivo

Diseñar una mejora para el equipo “brazo de reacción” del laboratorio de *Fasteners*, con un presupuesto máximo de tres mil USD y en un tiempo no mayor a seis meses.

### Capítulo 1 Historia de Fiat Chrysler Automóviles

FCA es una automotriz norteamericana con un nuevo nombre y una larga historia. La sede central se encuentra en Auburn Hills, Michigan, FCA U.S. LLC es miembro de la familia de las compañías de Fiat Chrysler Automóviles

FCA está comprometida con el diseño, la ingeniería, la manufactura y la venta de vehículos bajo las marcas Chrysler, Jeep®, Dodge, Ram y FIAT y los vehículos con designación SRT. La Compañía también distribuye el modelo Alfa Romeo 4C y productos Mopar.

Fiat Chrysler Automóviles está construida sobre las bases históricas de Chrysler, el innovador fabricante de automóviles estadounidense establecido por Walter P Chrysler en 1925; y Fiat fundada en Italia en 1899 por empresarios pioneros, incluyendo a Giovanni Agnelli.

FCA, es el séptimo mayor fabricante de automóviles en el mundo basado en las ventas anuales de vehículos y es un grupo automotriz internacional.

FCA México inició operaciones en 2010, actualmente su edificio corporativo y su Centro de Ingeniería Automotriz se ubican en Santa Fe.

Con respecto de sus centros operativos, la empresa tiene un centro de distribución de autopartes (Mopar) en Toluca y un total de 7 plantas:

- Planta de Ensamble Toluca
- Planta de Ensamble Saltillo
- Planta de Motores Sur
- Planta de Ensamble Saltillo Van.
- Planta de Estampado Toluca
- Planta de Estampado Saltillo
- Planta de Motores Norte

En la Planta de FCA de Toluca se produce la Dodge Journey, la Fiat Freemont y el Fiat 500. La producción del Fiat 500 empezó a finales del 2010 y la inversión del proyecto fue de \$550 millones de dólares. En la Planta de Saltillo se ensambla Ram 1500, Ram2500/3500, Ram Mega Cab, Ram 3500 Chassis Cab, Ram 4500/5500, Ram ProMaster y Ram 4000 además de paneles de carrocería.

Así mismo FCA cuenta con un centro de Ingeniería en el cual se desarrollan nuevos avances científicos y tecnológicos mediante investigaciones y pruebas que se realizan a diario. Aquí se realizan pruebas de ingeniería de clase mundial, se estudian materias primas amigables con el medio ambiente como tecnologías de combustibles alternos.

La estrategia del Grupo de Ingeniería de Producto de FCA México consiste en lograr una diferencia a través del liderazgo de sus productos y mediante una competitividad en sus procesos tecnológicos.

El Centro de Ingeniería Automotriz Chrysler se construyó con la finalidad de desarrollar y evaluar los nuevos vehículos Dodge, Chrysler, Jeep y Mitsubishi. Aquí se prueban los vehículos para vigilar que cumplan con los requerimientos gubernamentales aplicables a los vehículos automotrices. Sus diferentes áreas, en las que laboran técnicos e ingenieros egresados de las principales universidades del país, incluyen Pruebas Vehiculares, Laboratorios para medir Emisiones Contaminantes, Laboratorios de Ingeniería de Materiales y Metrología, dinamómetros de Motores y Transmisiones.

El área de pruebas, investigación y desarrollo de vehículos ocupa el mayor espacio en estas instalaciones y permite trabajar directamente en las unidades que están en proceso de desarrollo, revisión y prueba, incluyendo cualquier tipo de operación, desde el simple cambio o modificación de una pieza hasta un cambio parcial o total de carrocería, chasis, motor, transmisión, etcétera. Para ello se utilizan modelos actuales, así como los conceptos de los vehículos que serán lanzados en el futuro para su venta.

El Centro de Ingeniería cuenta también con un Laboratorio de Emisiones Contaminantes con el equipo más moderno de medición de gases de escape.

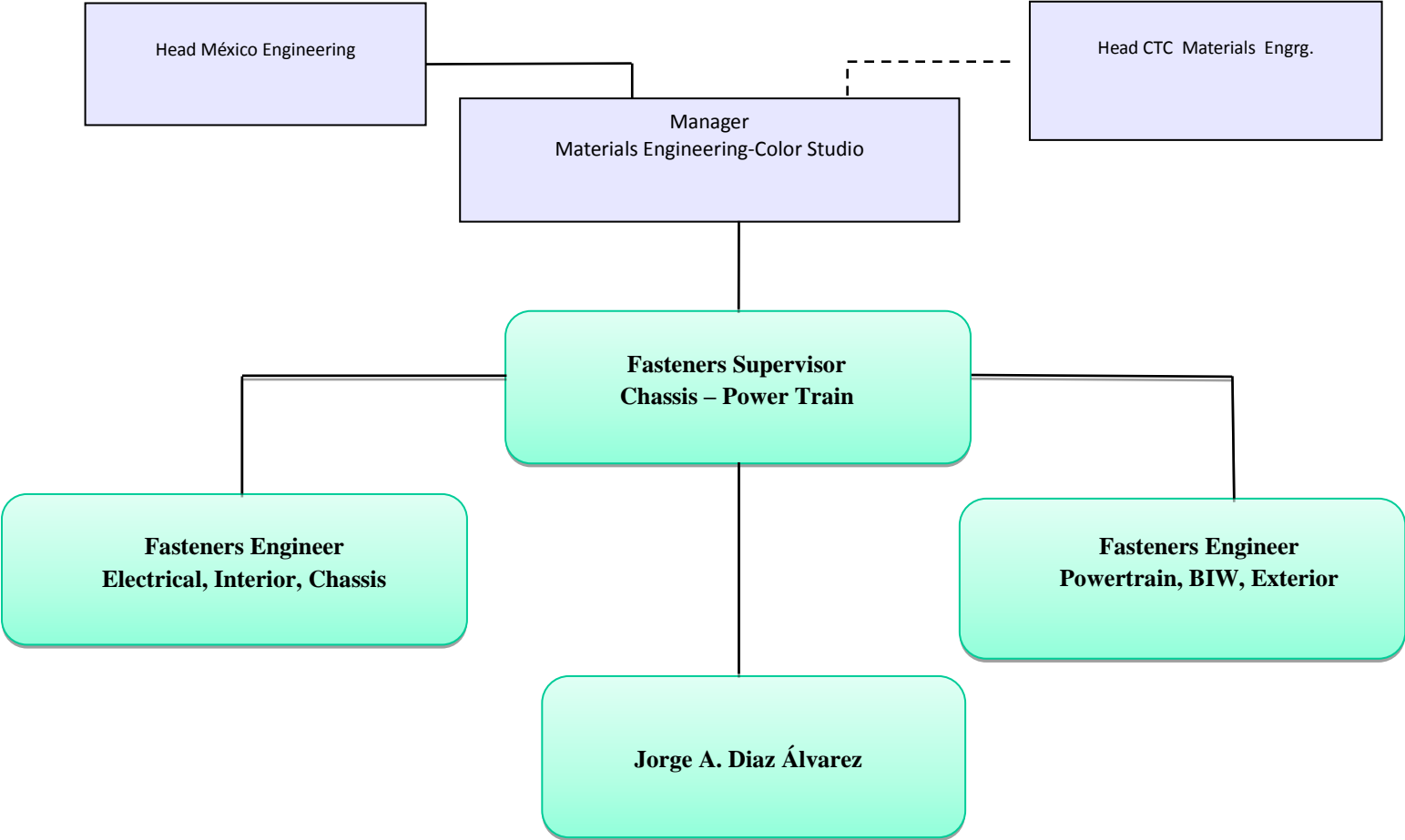
En lo que se refiere a la instrumentación, procedimientos de verificación y evaluación, están certificados y cumplen con los requerimientos de la Norma internacional ISO-9001 versión 2008.

Con este Centro de Ingeniería, Chrysler de México se coloca a la vanguardia en adelantos técnicos para la ingeniería y desarrollo de los productos que fabrica y comercializa, lo cual se ha reflejado en una mayor satisfacción y confianza para nuestros clientes.

## **Capítulo 2 Política de Calidad**

Desarrollar, actualizar y emitir especificaciones y diseños que satisfagan los requerimientos de ingeniería, así como los establecidos por los clientes, con el apoyo de personal competente, calificado y comprometido en el logro de objetivos y la mejora continua de los procesos, del producto y del sistema de trabajo.

## 2.1 Organigrama Fasteners Laboratory



### Capítulo 3 Fasteners Laboratory

El Laboratorio de Fasteners es relativamente nuevo ya que tiene aproximadamente 6 años que se creó. Surge de la necesidad de tener en México un laboratorio que estuviera certificado el cual realizara las mismas pruebas que se realizan en la Corporación, la cual se encuentra en Estados Unidos, donde anteriormente se realizaban dichas pruebas y resultaba en un aumento en los costos para la compañía.

Este laboratorio está constituido por personas capaces que han estado en diversas áreas de diseño y que están familiarizadas con los procesos y pruebas de la compañía.

El equipo de trabajo está constituido por:

- Un supervisor el cual lleva el control y administración del laboratorio
- Dos ingenieros de aplicación y un becario. Ellos son los que se encargan de hacer validaciones y desarrollo de las uniones de los vehículos de FCA México con el objetivo de hacerlas lo más seguras posibles y lo menos complejas, esto lo logran a través de revisiones y pruebas de par de torsión (*torque*).

Dentro de sus responsabilidades se encuentra brindar apoyo al Área de Ingeniería para Incorporar las mejores prácticas de diseño en las uniones de los nuevos vehículos, por ejemplo:

- Apoyo para la selección de las herramientas adecuadas para cada aplicación
- Reducción de complejidad
- Protección a la corrosión
- Liberación de “Torques” así como revisión de uniones

El ingeniero de aplicación desarrolla las pruebas que el Área de diseño le requiera, así mismo realiza asesorías para resolver problemas de producción en planta durante fases de pilotaje y en producción normal.



Las áreas con las que trabaja Fasteners son:

- |                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| ✓ Power train         | ✓ Chassis              |
| ✓ Engine system       | ✓ Vehicle Development, |
| ✓ Interior & exterior | ✓ Body                 |
| ✓ BIW                 | ✓ Design               |

Además de las asesorías a las diversas áreas de ingeniería en el laboratorio se realizan 3 tipos de pruebas las cuales son:

- Torque Test to failure (Prueba de par de torsión a falla)
- Ultrasonic Test (Prueba con sensor ultrasónico)
- Clamp Load Test (Prueba con celdas de carga)

### 3.1 Pruebas en Laboratorio

- Torque Test to failiture
- Ultrasonic Test
- Clamp load Test

**Torque Test to Failure** (Prueba de par de torsión a falla)

Este tipo de prueba, lo que se busca es ver que tanto par de torsión (*torque*) soporta el tornillo, hasta que falle. Se considera que el tornillo falló cuando se rompe, se alarga o deforma o se barre la tuerca.

Para esta prueba se le solicita al ingeniero o diseñador que lleve al laboratorio 6 muestras, las cuales serán los ensambles que se desea validar.

Se realiza la prueba, la cual consiste en aplicarle un par de torsión (*torque*) alto a la unión hasta que esta falle. Así con 6 muestras.

Ya que se hizo fallar el tornillo o la unión se saca el promedio del valor obtenido al cual falla el ensamble y se calcula 20% de dicho valor para determinar el punto elástico y dependiendo de la clase de unión se le resta el 10%, 20%, o 30%, este valor depende del material, si es una unión suave o dura.

Gracias a esta prueba se pueden obtener valores de par de torsión (*torque*) máximo, mínimo, y objetivo, los cuales sirven para actualizar la base de datos, que a su vez provee a las plantas de todo Grupo FCA.

### **Ultrasonic Test** (Prueba con sensor ultrasónico)

Esta prueba es no se realiza con frecuencia, ya que su procedimiento es caro y tardado en comparación con la anterior.

Para esta prueba se necesitan maquinar los tornillos que serán empleados, lo que se requiere es que la cabeza y la punta estén rectificadas, ya que en la cabeza se coloca un sensor cerámico, con el cual estaremos tomando las mediciones del sensor ultrasónico.

Ya que se tienen los tornillos maquinados y con longitudes iguales, se procede a colocar el sensor cerámico el cual se adhiere con un pegamento especial, para que pueda pasar la señal ultrasónica ésta no se vea afectada por el adhesivo.

Con ayuda de este sensor podemos determinar la carga a la cual está siendo sometido el tornillo, una fuerza de unión del ensamble (Clamp Load) y la elongación del tornillo.

### **Clamp Load** (Prueba con celdas de carga)

Este tipo de prueba es muy común y solicitada por los ingenieros de Chasis, ya que con ella podemos corroborar cuanta fuerza de unión genera cierto tornillo.

En esta prueba se necesita que los tornillos a evaluar tengan la misma dureza, tipo de material pero que sea más largo que el original, ya que se le pondrá una rondana la cual medirá la fuerza a la cual está siendo sometida la unión. Para llevar a cabo esta prueba es necesario reducir una parte donde entra el tornillo a evaluar ya que se deberá introducir una celda de carga.

Comparada con las anteriores, esta prueba se emplea en partes como chasis, tren motriz, ruedas, etc. ya que la fuerza que se registra en este tipo de uniones ronda dentro de los miles de Newtons y esto no se logra con las otras dos pruebas anteriormente mencionadas.

### **3.2 Actividades realizadas por el ingeniero**

El ingeniero de Fasteners da soporte al área de ingeniería del producto, en áreas específicas como son Chassis, Body in White, Interior, Electric-Electronic, Driveline , Powertrain , por mencionar algunas.

El ingeniero realiza las pruebas anteriormente mencionadas al área solicitante, fundamenta su trabajo con conocimientos de ingeniería tales como Ingeniería de materiales, Química, Mecánica de materiales, Diseño de elementos de máquina, Estática, Estadística-Probabilidad, Instrumentación entre otras.

El ingeniero requiere buen manejo de estos conocimientos ya que realiza reportes en los cuales vierte información obtenida de las pruebas, lo cual sirve al ingeniero solicitante para poder liberar diseños, especificaciones, piezas, tornillos, pares de torsión (torques), etc., según se requiera.

#### **Responsabilidades del ingeniero de Fasteners**

- Desarrollar pruebas mecánicas de Fasteners y uniones conforme a los procedimientos / estándares
- Diseño de nuevos Fasteners para nuevas aplicaciones.
- Mantener el inventario de herramientas (mecánicas /eléctricas) actualizado, monitoreo del correcto funcionamiento en herramientas eléctricas, neumáticas, así como los controladores.
- Corroborar que todo el equipo y herramienta se encuentren calibrados.
- Coordinar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo y/o maquinaria de laboratorio, así como tener unas instalaciones en excelente estado para el desempeño de sus actividades.
- Emitir reportes de las pruebas mecánicas de Fasteners que integren el procedimiento estadístico, generación de gráficas e interpretación de los resultados.
- Conservar certificación ISO 9001-2008
- Capacitación de las diversas pruebas que se desarrollan en el laboratorio, así como asesorías.
- Asistencia técnica en áreas de Diseño y plantas de ensamble, durante pilotos, lanzamientos o cuando se reporte algún problema.
- Obtención de información cuando sea necesario en caso de requerimientos de prueba por parte de plantas de ensamble.
- Desarrollar y revisar estrategias de par de torsión (*torque*)

## Capítulo 4 Proyecto de Brazo de Reacción

El brazo de reacción es un dispositivo del cual se apoyan los ingenieros de *Fasteners* para sujetar herramientas eléctricas, con las cuales aplican un par de torsión (*torque*) a las diferentes uniones a evaluar. Este dispositivo es primordial en el laboratorio, ya que su uso es diario y constante.

El área de pruebas donde se localiza el brazo de reacción consta de 3 partes: la mesa que soporta el brazo de reacción, el brazo de reacción y la mesa donde se sujetan las partes a evaluar, dichas partes se sujetan a la mesa con tornillos de banco.

La mejora del brazo de reacción surge de la necesidad de optimizar tiempos respecto a las pruebas y con ello mejorar el flujo de carga de trabajo.

Lo que se buscó con este proyecto fue darle más movilidad al brazo de reacción, ya que anteriormente tenía giro de  $180^\circ$  sobre su propio eje y movimiento en el eje Z (si empleamos el sistema cartesiano como apoyo) 1.

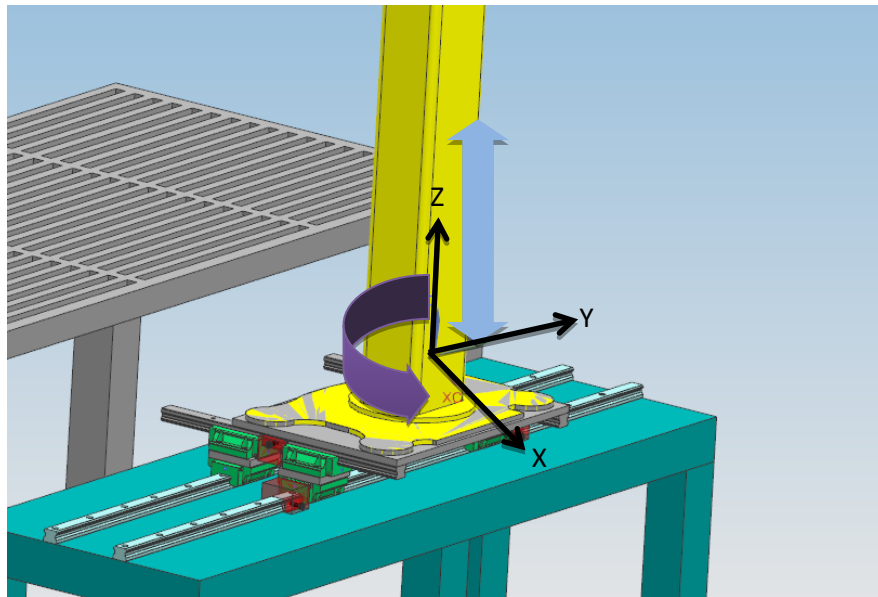


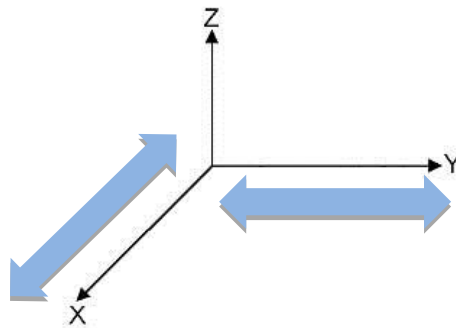
Figura 1. Funcionamiento inicial (Giro 360, elevación sobre el eje Z)

El principal motivo por el que se implementó esta mejora se debió a que una vez sujetas las partes o ensambles a evaluar algunas veces la herramienta no coincidía con la cabeza del

tornillo, lo cual impedía aplicar pares de torsión. Anteriormente se reubicaban las partes o ensamblajes para que así el ingeniero pudiera hacer una aplicación de pares de torsión correctos.

Como consecuencia de ésta reubicación el ingeniero perdía tiempo y la prueba se alargaba al doble de tiempo

La mejora, como se menciona anteriormente, era darle movilidad al brazo con el objetivo de poder ubicar más fácil y rápido el tornillo a evaluar, ésta constaba de darle movimiento en los ejes "X" y "Y".



**Figura 2. Movimientos requeridos por el laboratorio.**

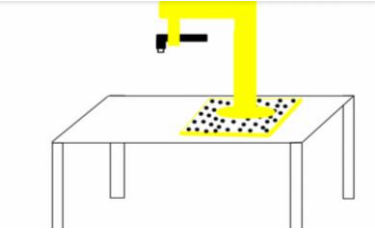
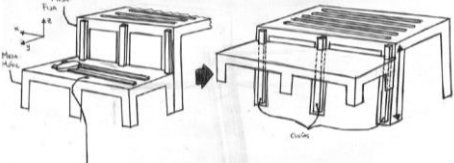
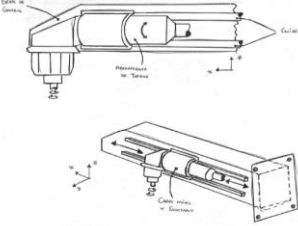
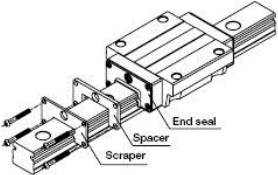
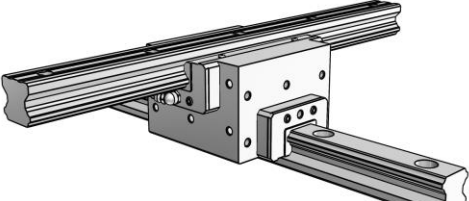
Con la implementación de este proyecto el área de trabajo aumentó ya que ahora se tendrían 4 movimientos Ejes "X", "Y", "Z" y el giro de 180° sobre su propio eje "Z", brindando más opciones de colocación de piezas al ingeniero.

El área de Fasteners contactó a varios proveedores, pero se tenía un presupuesto limitado, es por ello que se decidió hacerlo in Site, con ayuda de los talleres de máquinas-herramientas para la parte de manufactura y de diseño por parte mía.

## Capítulo 4.1 Propuestas de diseño

Una vez conocida la problemática, se hizo una lluvia de ideas de las cuales se desprendieron los siguientes conceptos:

Tabla 1. Lluvia ideas de diseño.

Propuesta	Aspectos negativos
<p data-bbox="607 531 948 558">Una superficie con ruedas locas</p> 	<p data-bbox="1256 627 1378 684">insuficiente estabilidad</p>
<p data-bbox="488 852 971 879">Mover la mesa de soporte en lugar del brazo</p> 	<p data-bbox="1219 919 1414 947">Escasa ergonomía</p>
<p data-bbox="315 1058 1143 1085">Brindarle movimiento a la parte del brazo que sujeta la herramienta eléctrica</p> 	<p data-bbox="1273 1188 1362 1215">Costoso</p>
<p data-bbox="537 1335 922 1362">Patín de bolas de una sola dirección</p> 	<p data-bbox="1235 1436 1398 1524">Opción A Dificultad para adquirir</p>
<p data-bbox="548 1635 911 1663">Patín de bolas de dos direcciones</p> 	<p data-bbox="1208 1671 1422 1793">Opción B Dificultad para adquirir y excede el presupuesto.</p>

Con la opción A y B como objetivos recurrí a buscar datos y especificaciones del brazo de reacción tales como el centro de gravedad, peso bruto del sistema, análisis de elementos finitos, etc.

De los planos obtuve dimensiones para poder realizar el CAD de dimensiones reales así mismo se consiguió el peso bruto del sistema, lo cual nos sirvió para poder comparar que opción de patín sería la más adecuada y con ello tener un factor de seguridad mayor a 2 y lograr un mecanismo más confiable.

Teniendo los planos y catálogos de los rodamientos lineales procedí a realizar el modelo virtual 3D para poder así definir que opción, de las antes mencionadas, sería la más eficiente para nuestro sistema.

## Capítulo 4.2 CAD del dispositivo

Realicé el modelo de la opción **A** y **B**. En el primer modelo se emplearon 8 rodamientos lineales en una configuración de empalme ocupando una placa de media pulgada para poder unir ambos rodamientos, en la opción B se emplearon 4 rodamientos.

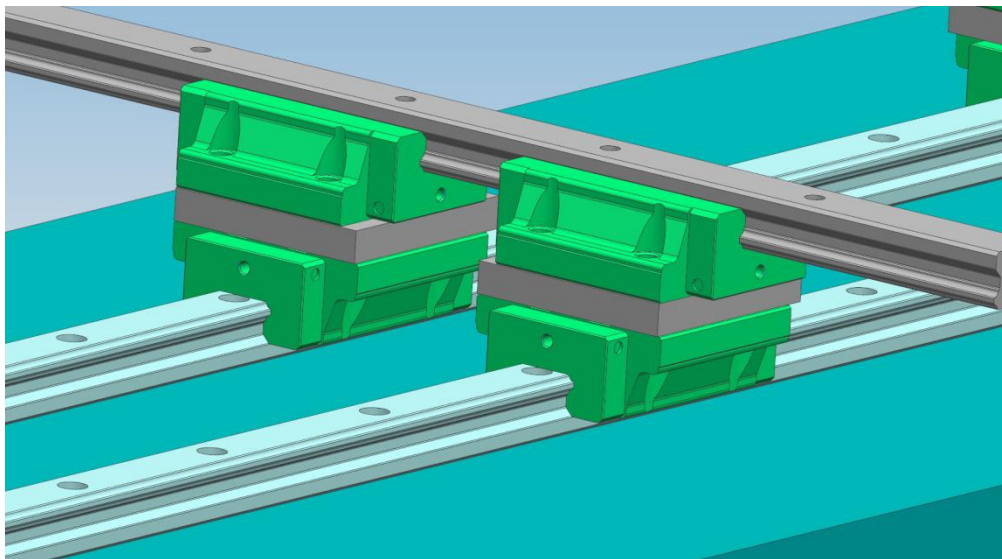
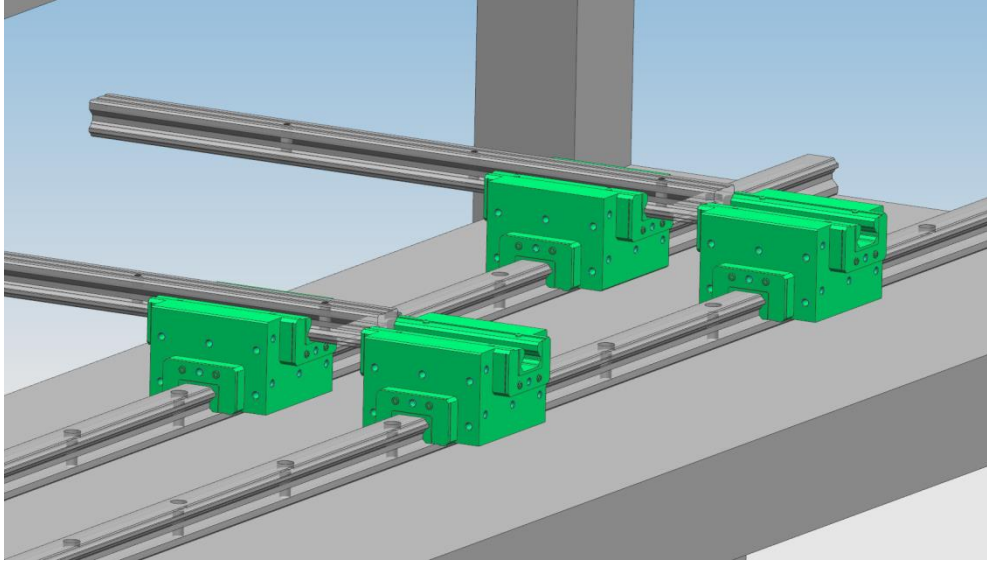


Figura 3. Opción A (8 rodamientos lineales).



**Figura 4. Opción B (4 rodamientos cruzados).**

Al mostrar las opciones a los supervisores y asesores de proyecto me comentaron que ambas opciones eran viables, pero que faltaba considerar el freno el cual limitara el movimiento en los ejes "X" y "Y", fue en ese momento donde opté por eliminar la opción **B** y rediseñar la opción **A** (*patín lineal en una sola dirección*), pese a que era menor cantidad de rodamientos en la opción **B** el costo de cada uno era mayor que comprar un par de rodamiento sencillo y era más complejo colocar el freno neumático.

Ya que se tenía la idea central del diseño, me enfoqué en determinar en qué lugar colocar los frenos, con el objetivo de tener la mayor superficie de contacto (freno-área de frenado) y que no limitara el movimiento "X-Y".

Opté por ocupar dos frenos, uno para detener el movimiento de "X" y otro para "Y", uno de ellos



## Capítulo 4.2 Ensamble Final del CAD

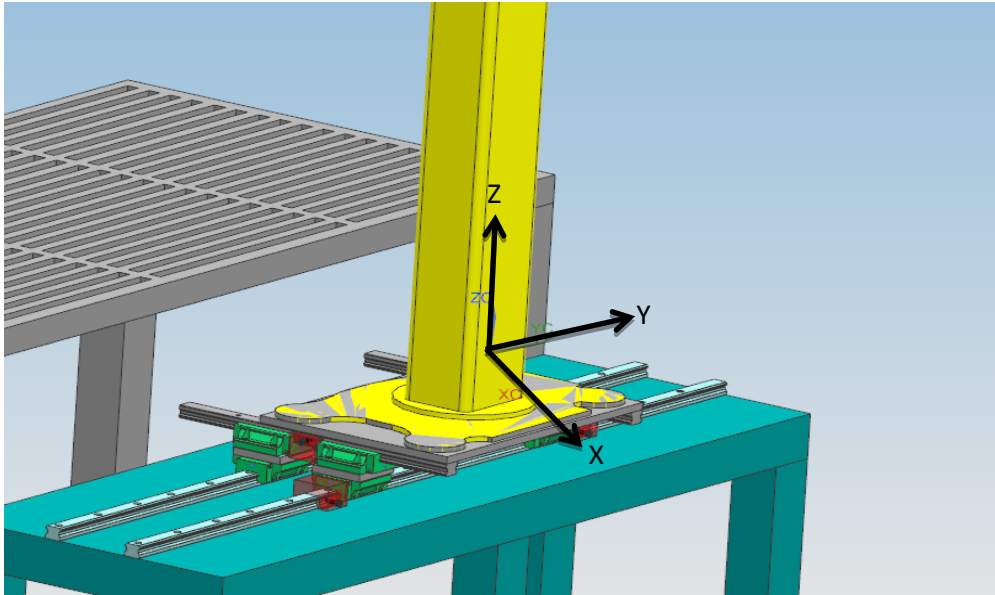


Figura 5. Imagen donde se definen los movimientos del brazo en ejes cartesianos.

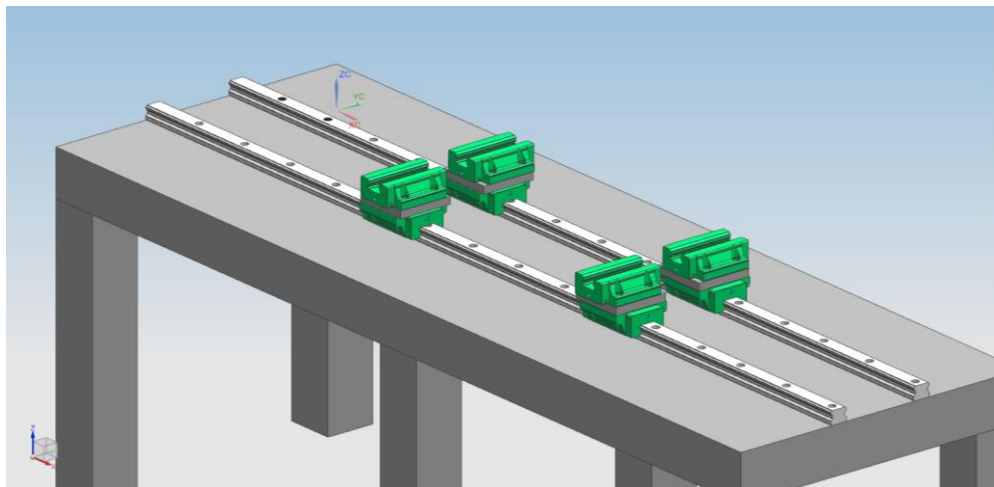


Figura 6. Ensamble de los 8 rodamientos lineales sobre la mesa de soporte

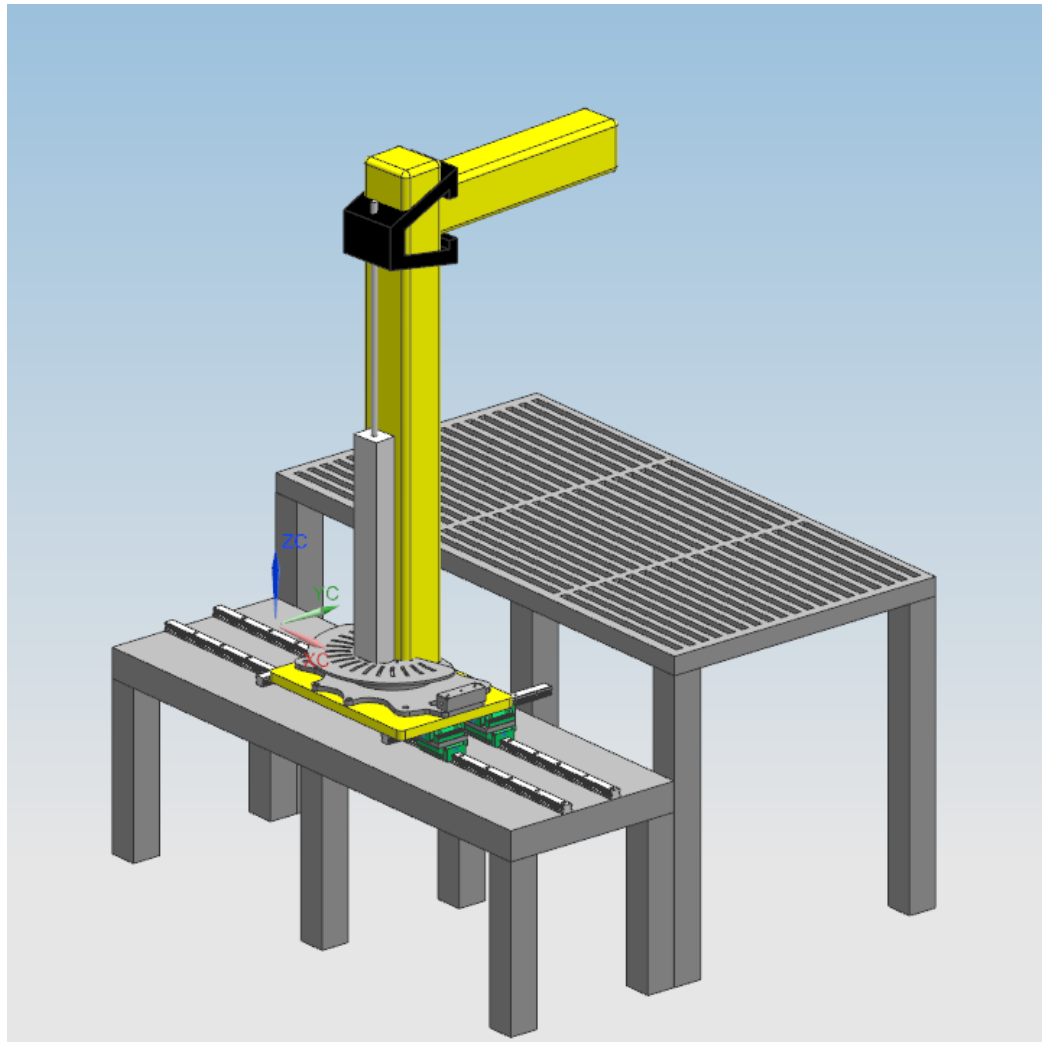


Figura 7. Ensamble final con el sistema cartesiano.

### Capítulo 4.3 Sistema de Frenado

Investigué que opciones de freno se le podían acoplar al mecanismo propuesto y opté por la misma marca que tiene el freno que evita el giro 360° sobre el eje Z, la marca es Coremo, marca italiana de frenos neumáticos, conseguí un catálogo en donde pude elegir con base a las medidas y presiones que opción era la más viable tanto geoméricamente y que funcionara con las líneas de presión neumáticas que empleaba el brazo de reacción.

Dicho catalogo ofrece información dimensional lo cual sirvió para poder realizar un CAD de dicha pieza y con ello colocarlo de manera teórica y poder seleccionar la mejor localización del mecanismo. También ofrecía información sobre la presión en la cual trabaja el freno.

## FRENI

# SMART30

Forza tangenziale F: 170 N a 6 bar  
Coppia dinamica  
=  $F \cdot (\text{raggio del disco in m} - 0,015) = \text{Nm}$   
Usura max: 6 mm  
Spessore del ferodo nuovo: 8 mm

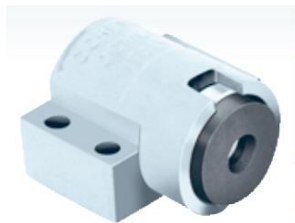
*Braking force F: 170 N at 6 bar*  
*Dynamic torque*  
=  $F \cdot (\text{disc radius in m} - 0,015) = \text{Nm}$   
*Max wear: 6 mm*  
*Thickness of new lining: 8 mm*

**Attenzione:**  
La coppia iniziale può essere dal 30% al 50% in meno rispetto al valore nominale, fino all'assetamento del ferodo sul disco. Nella selezione del freno bisogna tener conto di un appropriato fattore di servizio. In caso di freni di stazionamento il fattore di servizio non deve essere inferiore a 2.

**Warning:**  
The initial torque on new units can be 30% to 50% less than the catalogue value until the friction lining and friction disc are lapped or worn in. It is essential when selecting to take in consideration an appropriate service factor. In case of holding devices this should be not less than 2.

## Unità di frenatura

a)

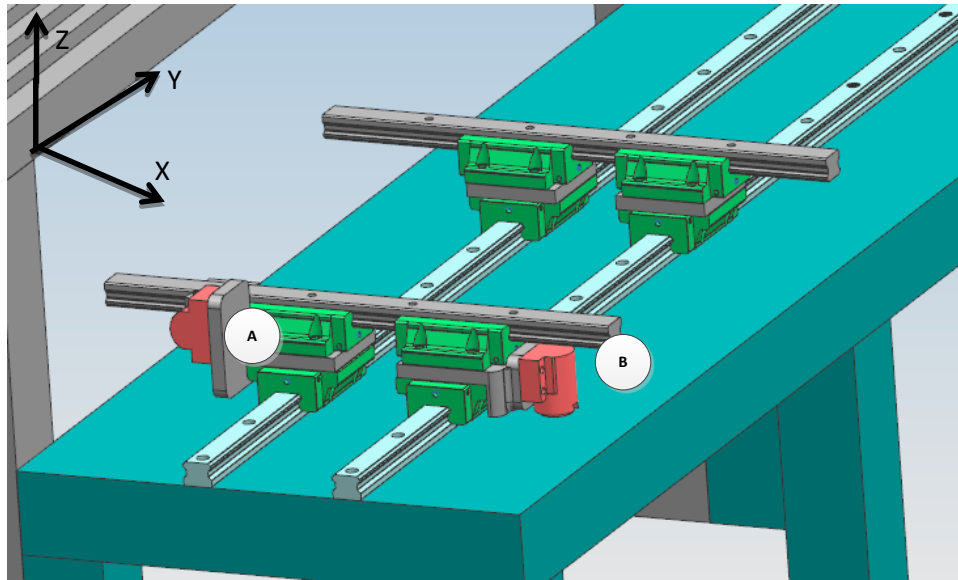


### DATI TECNICI TECHNICAL DATA

TIPO SIZE	Codice prodotto Product number	Ø disco Ø disc	Coppia Nm Torque Nm		Capacità termica (*) Thermal capacity (*)		Spinta Assiale a 6 bar Axial load at 6 bar	Volume aria Air volume	Peso Weight
			6 bar	0,2 bar	Massima Max kW	Continua Continuous kW			
SMART 30	A2961	250	18,5	0,6	3,7	0,37	424	0,01	0,25
		300	23	0,8	3,7	0,37	424	0,01	0,25
		356	27,5	0,9	3,7	0,37	424	0,01	0,25
		406	32	1	3,7	0,37	424	0,01	0,25
		457	36	1,2	3,7	0,37	424	0,01	0,25
		514	41	1,3	3,7	0,37	424	0,01	0,25
		610	49	1,6	3,7	0,37	424	0,01	0,25
		711	58	1,9	3,7	0,37	424	0,01	0,25

b)

Figura 8. Página que contiene información acerca del freno Smart 30. a) Medidas y especificaciones y b) Datos técnicos Imagen tomada de (htt3).



**Figura 9. Imagen donde se muestra la configuración de los frenos neumáticos para la Opción A.**

Se muestra una configuración de frenos en la cual se tienen dos, **A** y **B** uno de ellos limita el movimiento en "X" y el otro en "Y".

**A** El de "X" se colocó bajo la plataforma que soporta al brazo de reacción y éste detiene el movimiento lineal en el eje "X" sobre la plataforma de soporte.

**B** El de "Y" se colocó estratégicamente para no limitar el movimiento de la plataforma, este se decidió que detuviera el movimiento en el eje "Y" sobre la mesa que sirve de soporte al brazo de reacción.

## Esquema de frenos

Con ayuda del Software *FluidSim* hice la simulación de las conexiones de los frenos neumáticos para este proyecto.

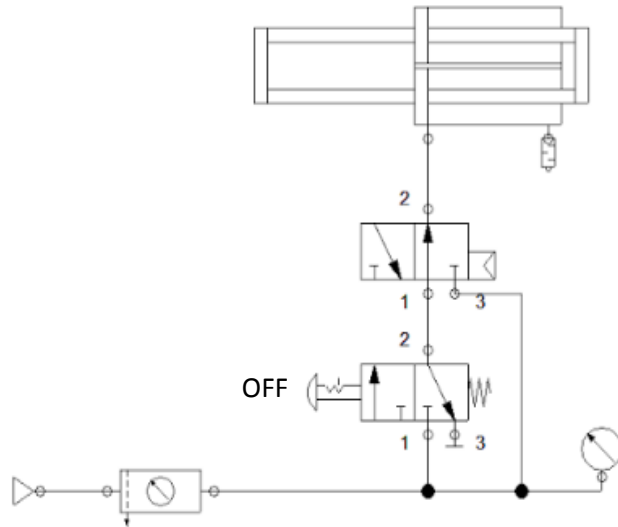


Figura 10. Esquema donde se muestra la conexión neumática de los frenos sin accionar el interruptor

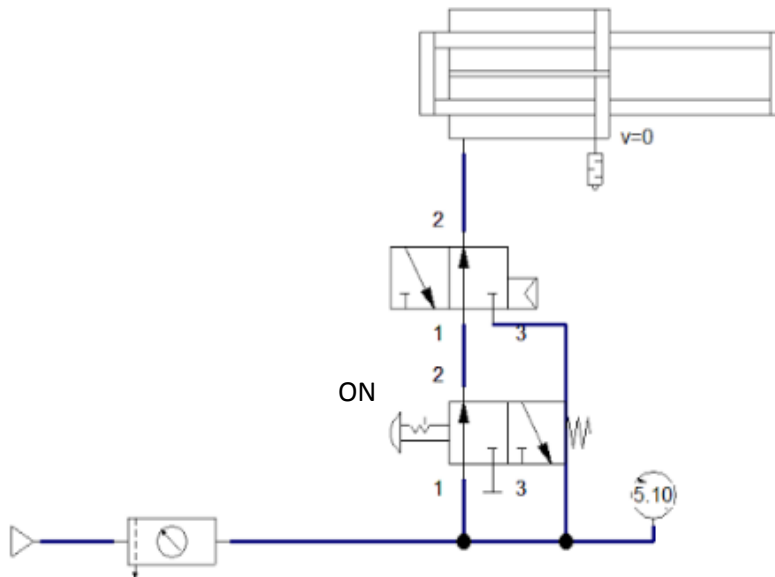
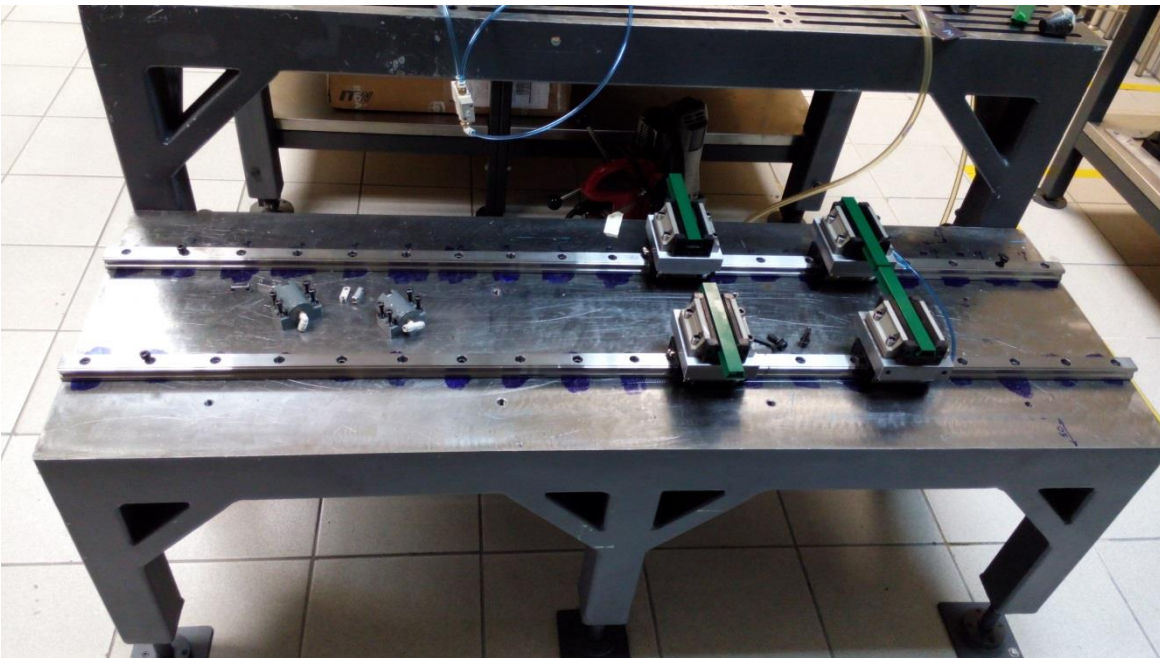


Figura 11. Esquema donde se muestra la conexión neumática de los frenos sin accionar el interruptor

## Capítulo 5 Entrega Final [modelo Funcional]

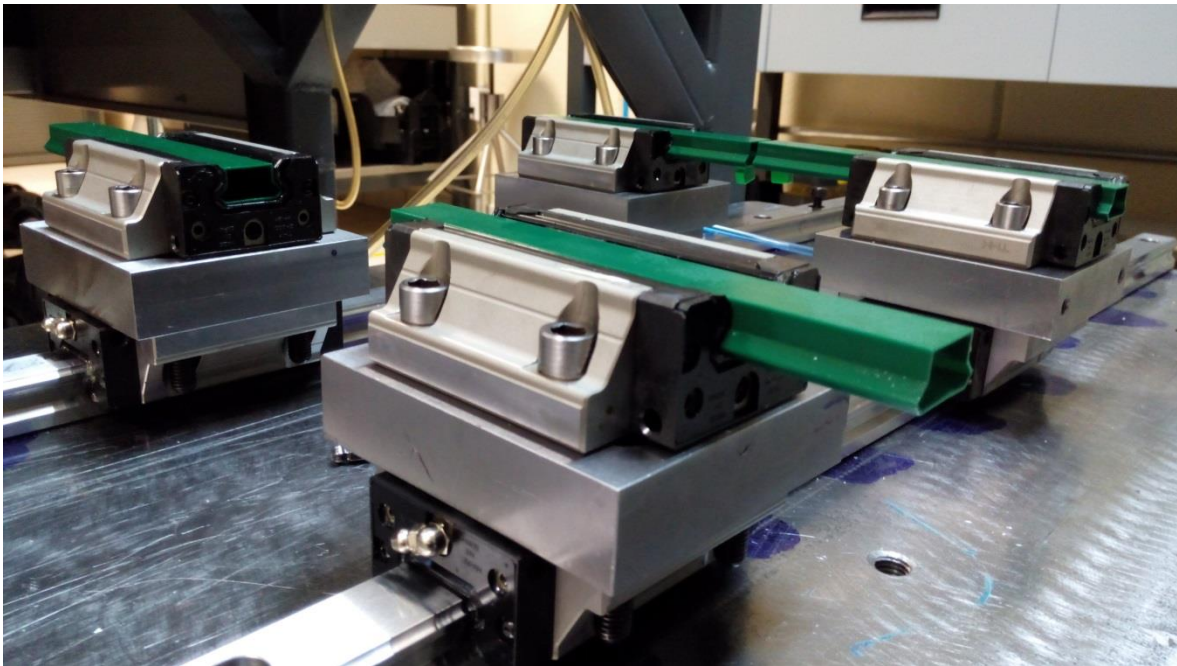


Figura 12. Placas de  $\frac{1}{2}$ " que sirven para unir ambos rodamientos lineales



a)





b)

Figura 13. Colocación de rieles en mesa de soporte y montaje de los rodamientos lineales

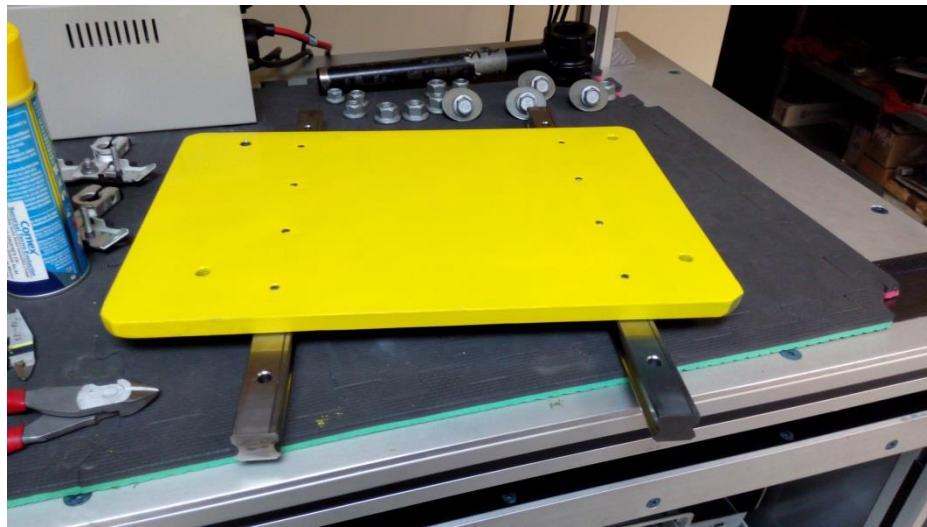
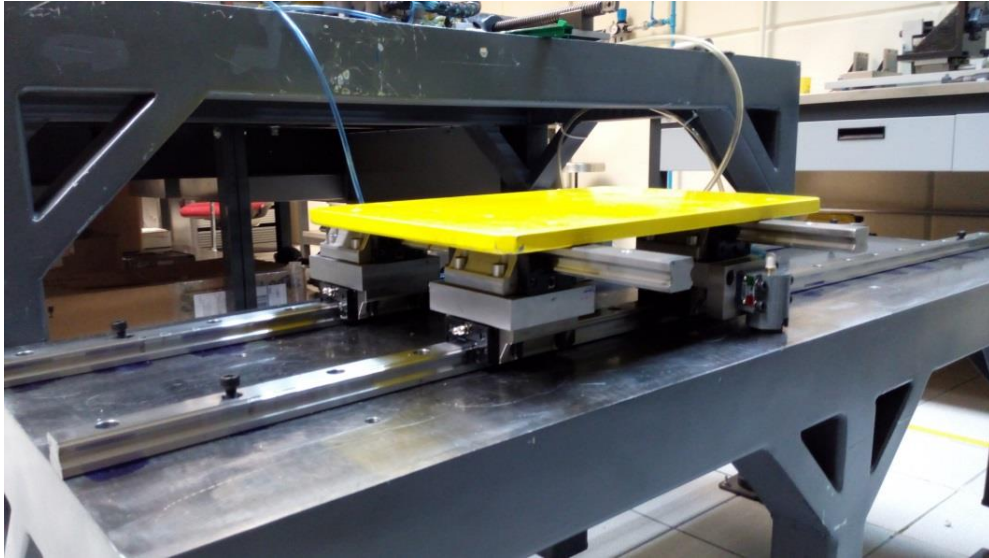
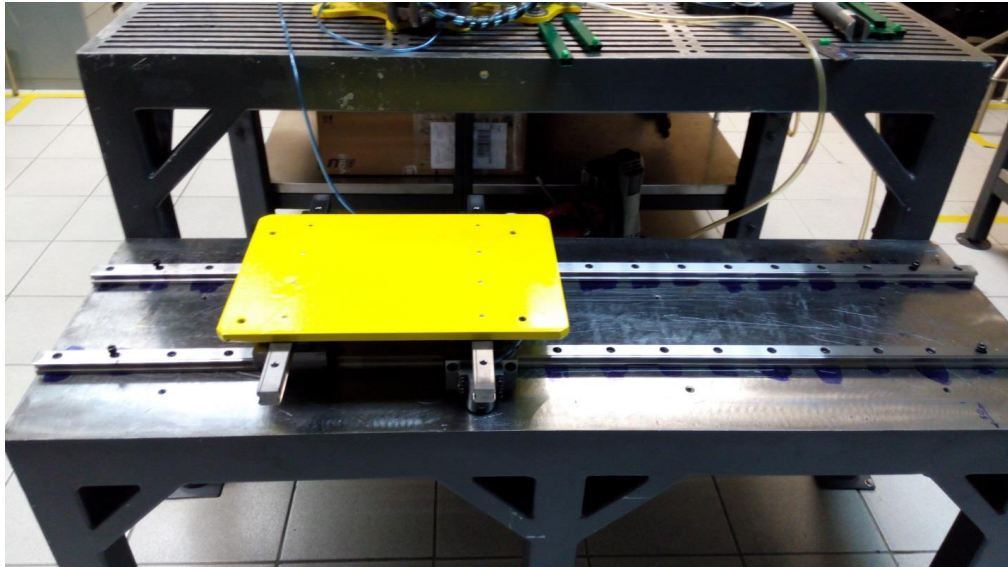


Figura 14. Colocación de rieles en mesa de soporte y montaje de los rodamientos lineales



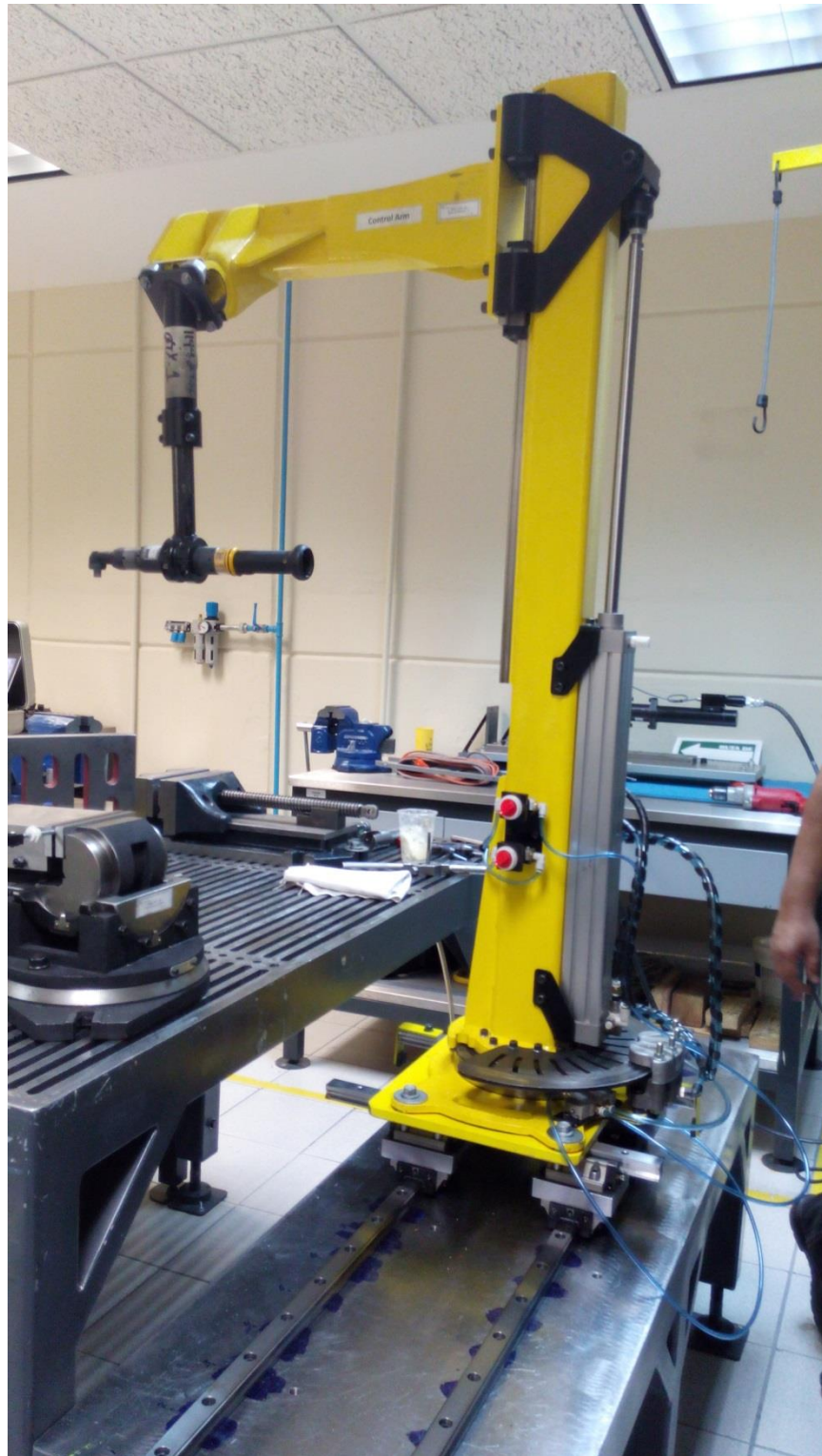
a)



b)

Figura 15. Ensamble de la base del brazo. a) Vista proyección lateral, b) vista proyección frontal.





a)



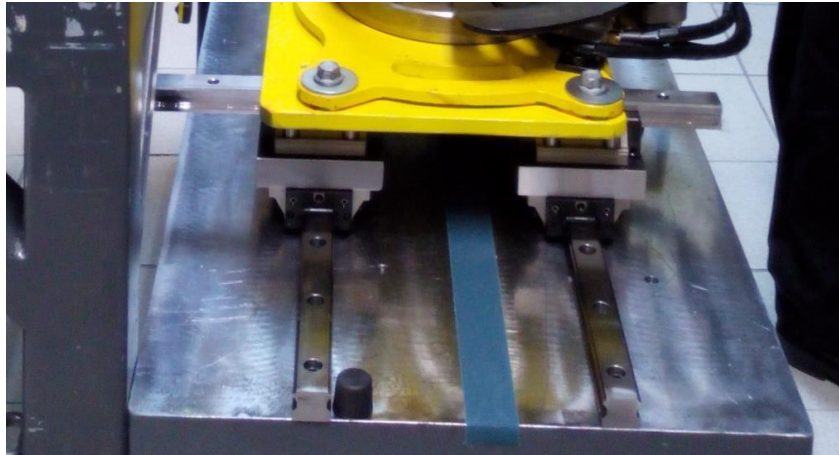
b)

Figura 16. Ensamble preliminar [brazo de reacción sobre sistema de movimiento X-Y] a) vista lateral izquierda ,  
b) vista lateral derecha

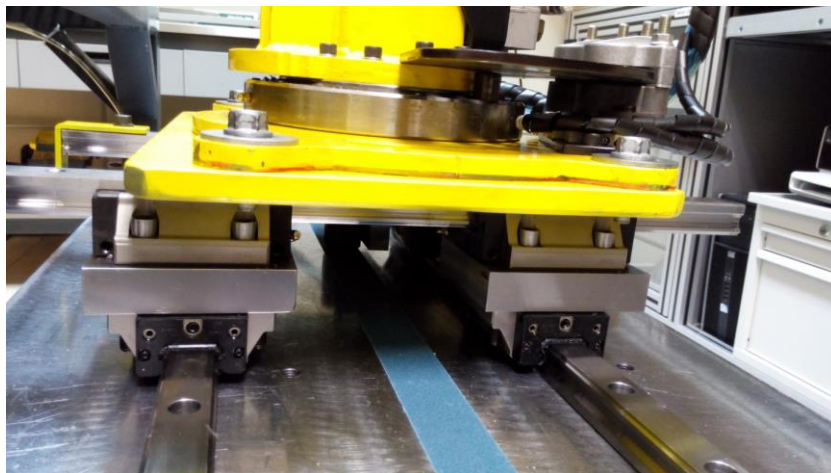


**Figura 17. Sujeción de mandos que accionan los frenos neumáticos**

Se decidió que un solo botón fuera el que accionara ambos movimientos ejes "X-Y"



**a)**

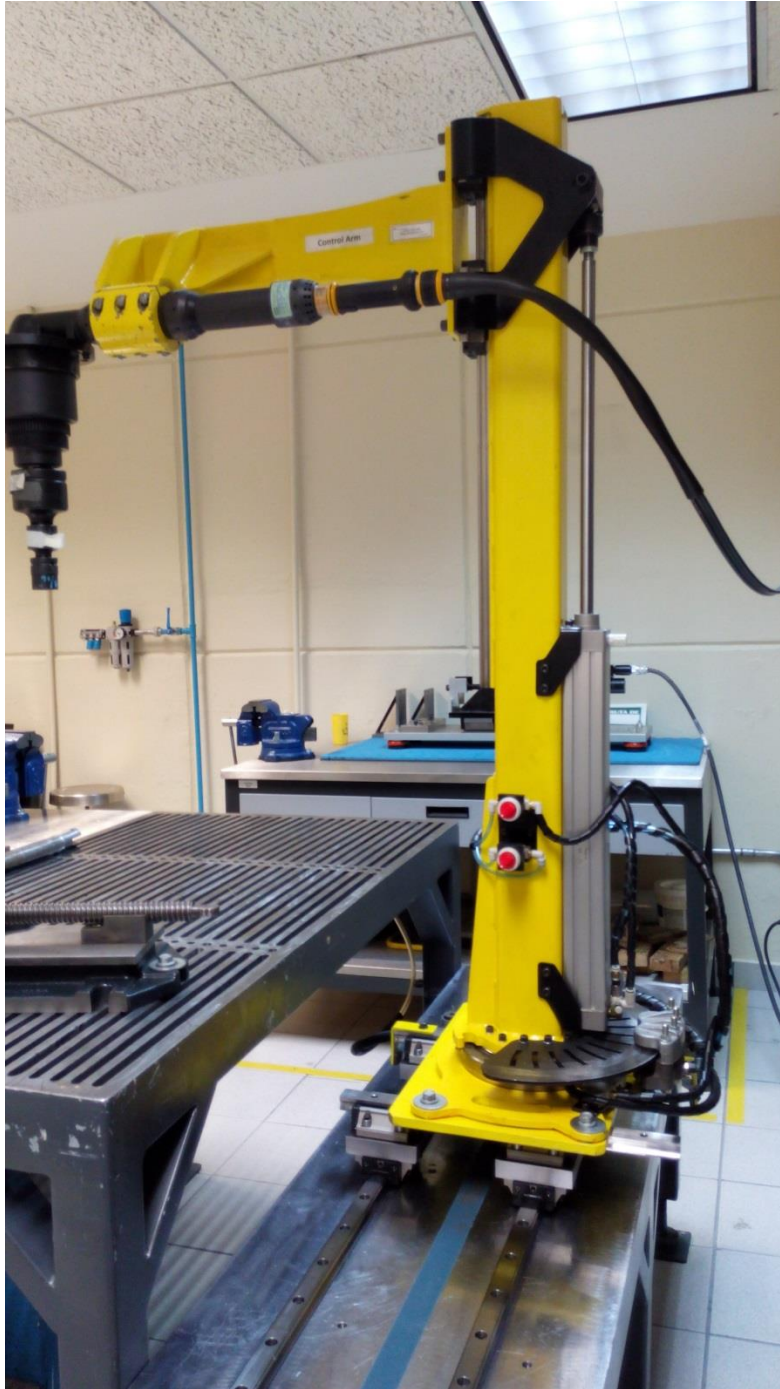


**b)**

**Figura 18. Pista de frenado, a) vista superior derecha, b) vista de planta**



Se colocó una cinta rugosa ya que el coeficiente de fricción entre el ferodo de la balata y la mesa de soporte era muy bajo y esto generaba que no se frenara, se acopló una cinta tipo lija y con esto se resolvió tal problema.

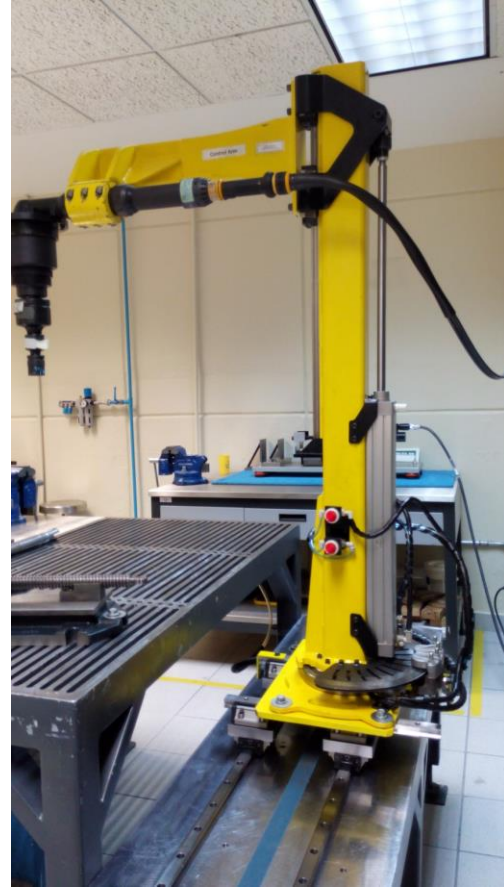


**Figura 19. Ensamble final**

Se muestra el ensamble final *funcional* (líneas de frenos colocadas)



a)



b)

Figura 20. Ensamble final a) antes, b) después

## Conclusiones

El laboratorio de Fasteners es un pilar muy importante en Fiat Chrysler, ya que gracias a los proyectos que se desarrollan en este laboratorio se impulsa la ingeniería del producto en cuanto a calidad, mejora de procesos disminución de complejidad en ensambles etc.

Se cumplió el objetivo del proyecto, ya que se aumentaron los grados de libertad del equipo brazo de reacción del Laboratorio de Fasteners, con un presupuesto 5 veces menor a lo indicado en costo y en tiempo solicitado.

Este proyecto representó para la compañía un ahorro de 14.4 mil USD comparado con proyectos elaborados por proveedores externos, lo cual benefició al Laboratorio en obtención de herramienta, compra de mobiliario y remodelación del área de trabajo. Actualmente el brazo de reacción se encuentra operando correctamente, el resultado de esta mejora fue la reducción de tiempo en la realización de pruebas y, como consecuencia, la obtención de resultados más rápidos y confiables, esta mejora fue medible mediante encuestas de satisfacción del ingeniero hacia el área de Fasteners.

Debido a este proyecto logré sobresalir y colocarme en una industria automotriz internacional y esto me ayudó a comprender la organización, como se desarrollan los procesos en este tipo de empresas y con ello tener un panorama más amplio y vasto de hacia dónde quiero dirigir mi crecimiento profesional.

Gracias a este proyecto mejoré mis habilidades en el diseño, trabajo bajo presión y así como trabajo en equipo, apliqué gran cantidad de materias que llevé a lo largo de la carrera, tales como CAD- CAM, estática, diseño de elementos de máquinas, cinemática y dinámica, etc. Cabe mencionar que el plan de estudios de Ingeniería Mecatrónica es muy amplio y te da las herramientas para poder desarrollarte en el ámbito profesional, lo único que modificaría en dicho plan sería incluir algún idioma, ya sea *inglés o alemán*, ya que he visto que es una herramienta indispensable para lograr un buen puesto y crecimiento laboral.

## **Mesografías**

Catálogo de Rodamientos en 3D, 2017.

1- <https://www.cadenas.de/electronic-productcatalog/3d-pdf-data-sheet>

Catálogo de frenos neumáticos, 2016.

2-[http://www.coremo.com/download/cataloghi/Freni\\_Pneumatici\\_smart\\_cab.pdf](http://www.coremo.com/download/cataloghi/Freni_Pneumatici_smart_cab.pdf)

## **Bibliografías**

-Karl T. Ulrich, *Diseño y desarrollo de productos* Quinta Edición. México, Mc Graw-Hill,2013

-Robert L. Mott, *Diseño de elementos de máquinas* Cuarta Edición. México, Pearson Educación,2006

-P.Croser, J.Thomson. F. Ebel, *Fundamentos de Neumática* .Denkerdorf , Festo Didactic GmbH, 2000

Díaz, Octavio. “Neumática”. Automatización industrial. Universidad Nacional Autónoma de México. Segundo semestre 2015

Zepeda, Antonio. “Rodamientos “. Diseño de Elementos de Máquinas. Universidad Nacional Autónoma de México. Segundo semestre 2013