



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE UNA CINTA
TRANSPORTADORA**

Alumno: Omar Mernissi Oulad Khdar

Tutor: Prof. D. MULA SANZ, IGNACIO
Depto.: INGENIERÍA GRÁFICA, DISEÑO Y
PROYECTOS

Mayo, 2020



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Linares
Trabajo de Fin de Grado

SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE UNA CINTA TRANSPORTADORA

ALUMNO: D. OMAR MERNISSI OULAD KHDAR
TUTOR: PROF. D. MULA SANZ, IGNACIO
DEPTO. : INGENIERÍA GRÁFICA, DISEÑO Y PROYECTOS

LINARES, NOVIEMBRE 2020

Índice general:

Capítulo 1: Introducción y objeto del proyecto

Capítulo 2: La cinta transportadora

Capítulo 3: Diseño de la cinta transportadora

Capítulo 4: Cálculo de la cinta transportadora

Capítulo 5: Optimización del funcionamiento de una cinta transportadora.

Capítulo 6: Presupuesto

Capítulo 7: Catálogo de planos

Índice

Capítulo 1: Introducción y objeto del proyecto

1. Introducción	2
2. Historia	2
3. El desarrollo a lo largo del tiempo	3
4. Objeto del proyecto	4

Capítulo 2: La cinta transportadora

1. Introducción	6
2. Los tipos de una cinta transportadora	6
2.1 Cinta transportadora de banda	6
2.2 Transportador magnético	7
2.3 Transportador de correa dentada	8
2.4 Transportador de rodillos	9
2.4.1 Transportador de rodillos por gravedad	10
2.4.2 Transportador de rodillos por banda	10
2.4.3 Transportador de rodillos por cadena	10
2.5 Transportador de cadena	11
2.6 Transportador de paso peregrino	12
2.7 Transportador de acumulación para cargas aisladas	12
2.8 Transportador de tornillo sin fin	13
2.9 Transportador de aire	13
2.10 Transportadores vibrantes	14
3. Los componentes de una cinta transportadora	15
3.1 La cinta o banda	15
3.1.1 Definición y funciones	16
3.1.2 Clasificación de las bandas	16
3.1.3 Recubrimiento	18
3.2 El sistema de soporte de la banda	19
3.2.1 Definición	19
3.2.2 Tipos de rodillos	19
3.3 Tambores	20
3.3.1 Definición	20
3.3.2 Componentes principales	20

3.3.3 Tipos de tambores	21
3.4 Grupo motriz.....	22
3.4.1 Motor eléctrico	23
3.4.2 Acoplamientos.....	23
3.4.3 Frenos	24
3.4.4 Dispositivos de anti-retorno	24
3.5 Dispositivos tensores	24
3.5.1 Funciones principales.....	24
3.5.2 Tipos de tensores.....	25
3.6 La estructura del bastidor	26
3.6.1 Definición y Funciones.....	26
3.6.2 Clasificación de los bastidores.....	26
3.7 Tolvas de carga y descarga	27
3.8 Equipos de limpieza	27
3.8.1 Introducción.....	27
3.8.2 Incidencia económica de una mala limpieza.....	27
3.8.3 Tipos de rascadores	28

Capítulo 3: Diseño de la cinta transportadora

1. Introducción a solidworks.....	31
2. Elección de elementos para la cinta transportadora.....	31
2.1 Características del material a transportar	31
2.2 Selección de la cinta.....	32
2.2.1 Propiedades	32
2.2.2 El diseño de la cinta	33
2.3 Selección de la estructura	33
2.4 Selección de los tambores.....	34
2.4.1 El ancho de la cara del tambor	34
2.4.2 El diámetro del tambor.....	35
2.4.3 La distancia entre apoyos.....	35
2.4.4 El diseño de los tambores	36
2.5 Selección de la base de deslizamiento	36
2.6 Selección del motor eléctrico.....	37
2.7 El diseño final de la cinta transportadora	38

Capítulo 4: Cálculo de la cinta transportadora

1. Área transversal del material transportado.....	40
2. Capacidad de transporte de cadena	43
3. Potencia de accionamiento de la cinta.....	44
4. Resistencia mínima a tracción de la cinta	46
5. Cálculo de las tensiones de trabajo de la banda	48
6. Cálculo de velocidad de giro del tambor motriz	50
7. Cálculo de cargas sobre el tambor motriz	50
8. Selección final de la resistencia nominal de la banda	51
9. Conclusión	51

Capítulo 5: Optimización del funcionamiento de una cinta transportadora

1. Introducción	53
2. Criterios de optimización.....	53
3. Plan de mantenimiento	53
3.1 Mantenimiento correctivo.....	54
3.2 Mantenimiento preventivo.....	54
3.3 Mantenimiento predictivo	54
4. Conclusión general	54
Bibliografía.....	56

Capítulo 6: Presupuesto

1. Presupuesto material.....	60
2. Presupuesto mano de obra.....	60
3. Presupuesto tornillería	61
4. Resumen presupuesto.....	61

Capítulo 7: Catálogo de planos

Índice de figuras

Figura 1: Diagrama principal de una cinta transportadora	6
Figura 2: Cinta transportadora de banda	7
Figura 3: Transportador magnético	8
Figura 4: Transportador de correa dentada	9
Figura 5: Transportador de rodillos.....	10
Figura 6: Transportador de cadenas.....	11
Figura 7: Transportador de paso de peregrino.....	12
Figura 8: Transportador de tornillo.....	13
Figura 9: Transportador de aire	14
Figura 10: Transportador de vibrante	15
Figura 11: Componentes principales de una cinta transportadora	15
Figura 12: Bandas con tejido sintético y bandas con cable de acero	17
Figura 13: Bandas con tejido sintético y bandas con cable de acero reforzadas	17
Figura 14: Bandas con tejido solido.....	18
Figura 15: Tejido de la banda	18
Figura 16: Rodillos de impacto	19
Figura 17: Rodillos de reenvió	19
Figura 18: Rodillos de soporte.....	19
Figura 19: Los tambores.....	20
Figura 20: Tambores de cola/reenvió	21
Figura 21: Tambor motriz	22
Figura 22: Tipos de tambores de una cinta transportadora.....	22
Figura 23: Grupo motriz, reductor clásico	23
Figura 24: Dispositivo tenso	25
Figura 25: Sistema de contrapesos	25
Figura 26: Bastidor formado por dos largueros.....	26
Figura 27: Bastidores tubulares.....	27
Figura 28: Rascador primario de cabeza.....	28
Figura 29: Rascador secundario.....	29
Figura 30: Sistema de limpieza automatizado	29
Figura 31: Angulo de reposo	32
Figura 32: Angulo de sobrecarga	32
Figura 33: Características del producto	33

Figura 34: Propiedades de la correa.....	33
Figura 35: La cinta.....	33
Figura 36: La estructura	34
Figura 37: Características de la cinta	35
Figura 38: Distancia entre apoyos del tambor	36
Figura 39: Diseño de los tambores y rodillos	36
Figura 40: La base de deslizamiento	37
Figura 41: Motor eléctrico	38
Figura 42: El diseño de la cinta transportadora	38
Figura 43: Distribución del material en una banda de 3 rodillos de carga	41
Figura 44: Distribución del material en una banda de 2 rodillos de carga	41
Figura 45: Distribución del material sobre un rodo de carga.....	42
Figura 46: Valores de ángulo de reposo y sobrecarga en función del material	42
Figura 47: Valores del factor de inclinación	43
Figura 48: Factores de ancho de banda C_b	44
Figura 49: Factores de longitud de banda C_l	44
Figura 50: Factor de servicio K_f	45
Figura 51: Valores de las potencias normalizadas del motor	46
Figura 52: Coeficiente de fricción según la superficie del tambor	47
Figura 53: Factor de perdida de resistencia a tracción según el tipo de banda.....	47
Figura 54: Resistencias nominales de las bandas	47
Figura 55: Coeficiente de fricción	49
Figura 56: Resistencia nominal normalizada	51
Figura 57: Presupuesto material.....	60
Figura 58: Presupuesto mano de obra	60
Figura 59: Presupuesto tornillería.....	61

Capítulo 1

Introducción y objeto del proyecto

1. Introducción :

A lo largo del siglo XVIII, el mundo experimentó un renacimiento científico global, como consecuencia de la diversificación de la investigación y de los experimentos, para incluir varias ramas de la ciencia. Dio lugar a importantes invenciones y descubrimientos, que es la causa directa de la revolución industrial del siglo XIX, una revolución que ha tenido un impacto en la vida económica, social y política de las naciones.

A partir de la revolución industrial y el progreso tecnológico, el hombre supo industrializarse y desarrollar los medios de transporte, así como facilitar su uso.

Las cintas transportadoras se han utilizado durante décadas para transportar la mayor parte de la mercancía y han demostrado su valor en el mundo industrial, ya que las cintas transportadoras se pueden adaptar a casi cualquier condición local. La demanda por el uso de la tecnología de las cintas transportadoras ha aumentado más que nunca, lo que ha llevado a la aceleración en su desarrollo para implementar las nuevas normativas, especialmente en lo que respecta a su impacto en la transferencia de productos.

Hay una serie de reglas y habilidades prácticas que pueden ser útiles durante el diseño, cuyo propósito es proporcionar más datos de especificación para el diseño ideal de una cinta transportadora.

Actualmente, se utilizan las computadoras para calcular y dimensionar cintas transportadoras que son fiables en condiciones operativas específicas.

2. HISTORIA:

Tras el descubrimiento por Michelin de los procesos de fabricación que permiten una adhesión total de una mezcla de caucho sobre el acero, la cinta transportadora demostró ser un medio ideal de mecanización por su modo de evacuación continua del producto y su posibilidad de asegurar altos caudales. La primera aparición de las cintas transportadoras se remonta a 1795 donde se conoce que las utilizaron para el transporte de materiales como el carbón y relacionadas con la industria minera. También podemos citar el transportador de arena del ingeniero ruso ALEXANDRE LAPOTINE (en 1860) puesto en servicio en la explotación de los yacimientos auríferos aluviales en Siberia. Respeto a las primeras cintas transportadoras de acero y más similares a las que utilizamos hoy en día se fabricaron en el año 1901 por Sanvik. Sin embargo, las primeras cintas transportadoras para mover grandes

distancias fueron en las instalaciones de la compañía de Henry Clay Frick en Pittsburgh, Estados Unidos. Unas instalaciones creadas bajo tierra que recorrían un total de 8 kilómetros. El material empleado en estas cintas, eran como la goma natural y el algodón de pato. [1]

A su vez, en el año 1913, Henry Ford, introdujo en la compañía Ford Motor Company las cintas transportadoras en las cadenas de montaje para la producción de vehículos. [2]

A partir de ese momento, su campo de aplicación no había dejado de expandirse hasta que GOODYEAR les dio un nuevo impulso con la producción del primer cinturón de cuerdas metálicas. Ya en 1950, el equipamiento de las minas de lignito de Alemania les ofrecía un campo de aplicación más amplio. [1]

El año 1970 marca el inicio de una nueva etapa con la construcción del mayor transportador en único tramo de 13,172Km instalado en Nueva Caledonia con una capacidad de transporte de 1000t/h. Así como las cintas transportadoras de la acería MITTAL STEEL en ANNABA, que cuenta con una red de 281 cintas transportadoras que cubren una distancia de más de sesenta kilómetros. [1]

Actualmente, las cintas transportadoras suelen ser utilizadas y aplicadas a todo tipo de procesos, productos mineros, agrícolas, industriales... Suelen ser instaladas de varias formas y diferente tamaño y distancia, según el tipo de material a transportar.

3. El desarrollo a lo largo del tiempo:

Los sistemas de manipulación de materiales están vinculados a un proceso de transporte continuo o discontinuo. El sistema discontinuo fue hasta principios del siglo XX el único medio para transportar materiales a grandes distancias.

Con la llegada de los sistemas de transporte continuo, el sistema discontinuo ha entrado en una fase hipertrófica, ya que las cintas transportadoras no se ven obstaculizadas por ningún problema de carga, aceleración, frenado o descarga.

Sin embargo, este medio moderno de transportar productos, a pesar de su confiabilidad y economía, tuvo dificultades para establecerse en el mercado del transporte, que en ese momento estaba fuertemente dominado por la comercialización de los fabricantes de camiones.

El área de predilección de una cinta transportadora es el transporte de todos los materiales en general, en particular, los materiales minerales y en todos los sectores industriales.

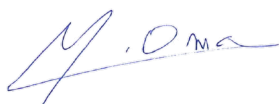
También encontramos cintas transportadoras para el transporte de cargas aisladas.

El considerable desarrollo tecnológico de las cintas transportadoras con el refuerzo textil y los nuevos medios mecánicos de accionamiento, posiciona a las cintas transportadoras como un rival directo de medios habituales de transporte (camión, ferrocarril...).

4. Objeto del proyecto:

El objetivo principal del presente proyecto es el estudio y el diseño de una cinta transportadora mediante el programa Solidworks. Ya que en el momento de la elección de este trabajo, se ha tenido en cuenta tanto por parte del alumno como del tutor los siguientes aspectos:

- Es un proyecto interesante desde el punto de vista ingenieril, porque abarca distintos campos de la ingeniería mecánica.
- El aprendizaje que se lleva a cabo al manejar el programa solidworks, junto al estudio realizado de casi todos los tipos y los componentes de una cinta transportadora.



Omar Mernissi Oulad Khdar
13/11/2020

Capítulo 2

La cinta transportadora

1. Introducción:

Es un sistema mecánico capaz de transmitir un movimiento mediante una correa industrial, una cadena metálica o plástica. Su sistema permite fabricar productos de manera rápida y en grandes cantidades, se mueven de manera uniforme en un circuito cerrado, permitiendo el control del flujo de la producción, la optimización de los espacios dentro de una planta, y siempre se pueden adaptar al espacio.

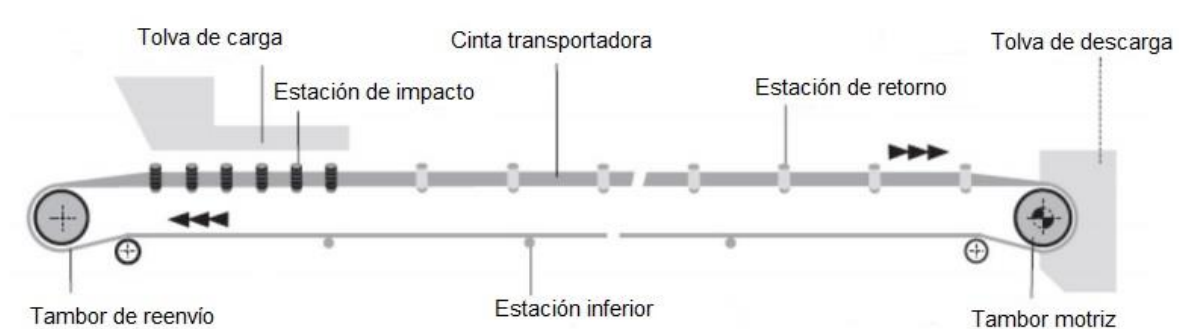


Figura 1: Diagrama principal de una cinta transportadora [5]

Es el sistema más común implementado en la industria, gracias a estas ventajas:

- los costes de servicio muy reducidos comparado con el rendimiento del trabajo de la misma.
- Posibilidad de transportar cargas en pendientes hasta 18° (45° a 60°) en condiciones especiales.
- La continuidad del flujo de carga, que es tranquilizadora para las excavadoras de alto flujo acondicionadas a una velocidad elevada, al mismo tiempo que extrae equipos de transporte y permite la automatización del proceso complejo.

2. Los tipos de una cinta transportadora :

2.1. Cinta transportadora de banda:

Este modelo es muy común, se caracteriza por el tipo de la cinta transportadora utilizada (material, textura, espesor...) y por la posición del grupo de motorización (central o al final). Tiene una larga vida útil y el desgaste es insignificante a lo largo de los años de

funcionamiento.

Las principales industrias donde se suele utilizar: Farmacéutica, constructora y agroalimentaria.

En todos los casos, una cinta transportadora consta de:

- Tambor de control y su motor reductor.
- Rodillo de extremo.
- Un marco de soporte con una suela deslizante que proporciona soporte para el cinturón.
- Una cinta transportadora de banda.



Figura 2: Cinta transportadora de banda

Las cintas transportadoras modulares, gracias a su cinta rígida de acetal, permiten la acumulación de cargas (con fricción entre la cinta y los objetos transportados). La banda es de hecho una cadena de plástico que se engrana con ruedas dentadas de plástico. En términos de mantenimiento, la ventaja es que, a diferencia de un transportador de cinta convencional, no hay que realizar centrado ni tensión de cinta. [3]

2.2. Transportador magnético:

Es un dispositivo provisto de una banda con parte magnética que, colocada debajo de la

banda, permite arrastrar los productos metálicos hacia abajo, dándoles así mayor estabilidad.

Los transportadores de tambor magnético permiten la separación de partículas o desechos metálicos. Se utiliza a menudo en fundiciones para extraer desechos metálicos de un transportador de arena después de la operación de fundición. [3]

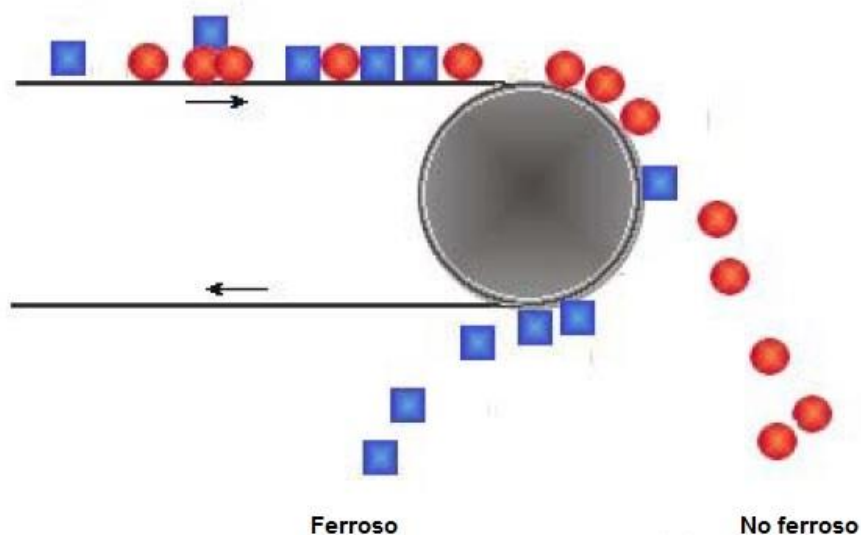


Figura 3: Transportador magnético

Ventajas de un transportador magnético:

- Aumentar tiempos productivos.
- Reducir calentamientos en la bancada.
- Ahorro de la mano de obra necesaria para extraer la viruta.
- Superficie de desplazamiento de acero inoxidable resistente al roce.
- Sin averías y mantenimiento mínimo.

2.3. Transportador de correa dentada:

El entallado de la correa permite el desplazamiento de los materiales con gran precisión, sin temor a posibles deslizamientos como ocurre con una correa lisa. Son ideales para el transporte cíclico de materiales de transporte rígido o de pallets portapiezas. [3]



Figura 4: Transportador de correa dentada

Algunas ventajas de un transportador de correa dentada:

- Marcha sincronizada de las cadenas de accionamiento gracias a la unión ideal entre la polea dentada y la correa dentada.
- Buena resistencia al desgaste gracias al nivel bajo de fricción.
- Arrastre óptimo de las piezas, gracias a diferentes recubrimientos de la correa dentada.
- Alcanzar altas velocidades manteniendo un funcionamiento silencioso y limpio.

2.4. Transportador de rodillos:

Se utilizan para el transporte de productos suficientemente largos para evitar que no caigan entre dos rodillos, también deben ser rígidos y de fondo plano. [3]



Figura 5: Transportador de rodillos

Por su forma de construcción y su accionamiento, podemos clasificarlos en los siguientes tipos.

2.4.1. Transportador de rodillos por gravedad:

El dispositivo se apoya en la fuerza de gravedad del producto para deslizarse entre los rodillos. Dependiendo de la naturaleza de la carga a transportar, es decir, dependiendo de la rigidez de su cara de contacto y su masa, la pendiente requerida estará entre 1,5 y 5%.

2.4.2. Transportador de rodillos por banda:

En este tipo de transportadores, la banda motoriza los rodillos accionados.

2.4.3. Transportador de rodillos por cadena:

Este tipo de transportadores es ideal para productos de tipo pesado, en este caso los rodillos son accionados por medio de una cadena que transmite el movimiento de rodillo a rodillo.

Hay transportadores de rodillos cónicos para describir curvas de 45, 90 y 180 °. La conicidad de los rodillos es de hecho necesaria para aplicar una velocidad lineal diferente al paquete dependiendo de su posición con respecto al radio de la curva. Otro método más económico,

y generalmente aplicado a los transportadores de rodillos libres, consiste en producir varias pistas de rodillos cilíndricos, paralelos entre sí, y que permitan la diversificación de velocidades.

2.5. Transportador de cadena:

Los transportadores de cadena permiten el movimiento de cargas que no podrían estar sobre transportadores de rodillos (caso de paletas o contenedores cuyos “esquís” son perpendiculares a la dirección de movimiento).

Dependiendo de la rigidez de la carga a transportar, se aumenta el número de cadenas para reducir la distancia entre ejes de las cadenas. Hay transportadores con dos, tres, cuatro o incluso cinco cadenas y más.

Estos transportadores se caracterizan por el número de cadenas, los materiales de la cadena (acero, acero inoxidable, plástico) así como la resistencia de su bastidor de soporte que depende de la carga a soportar. [3]

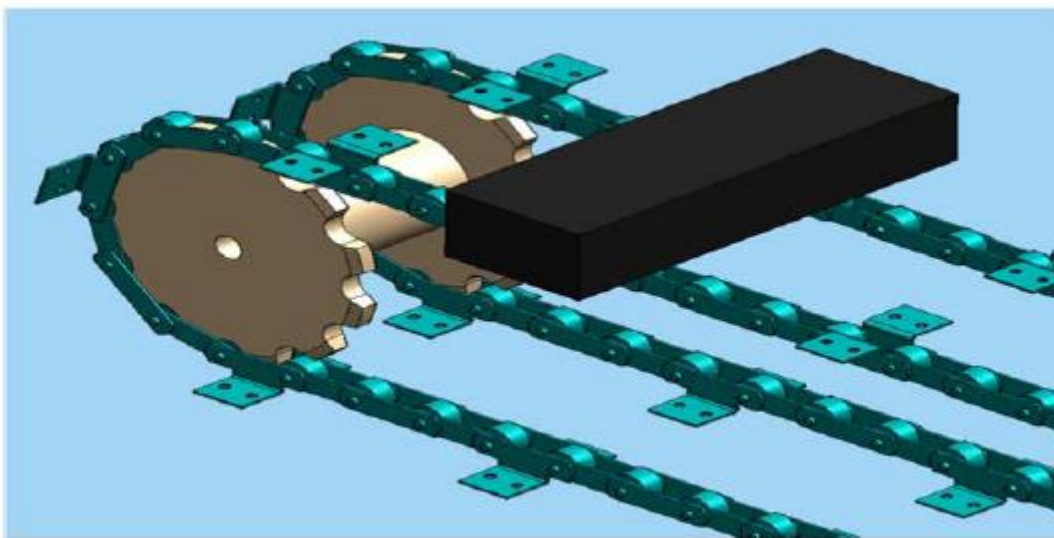


Figura 6: Transportador de cadena

Según el tipo de cadena empleado, podemos clasificar los transportadores en:

- Transportador de cadenas según DIN8187.
- Transportadores de cadenas de arrastre.
- Transportadores de cadenas de acumulación.
- Transportadores bicadenas de rodillos de acumulación.

- Transportadores de tablillas.

2.6. Transportador de paso peregrino:

Es un sistema donde el producto avanza paso a paso. El mecanismo describe un rectángulo: subir y levantar el producto / avanzar con el producto / bajar y colocar el producto / retorno vacío. [3]

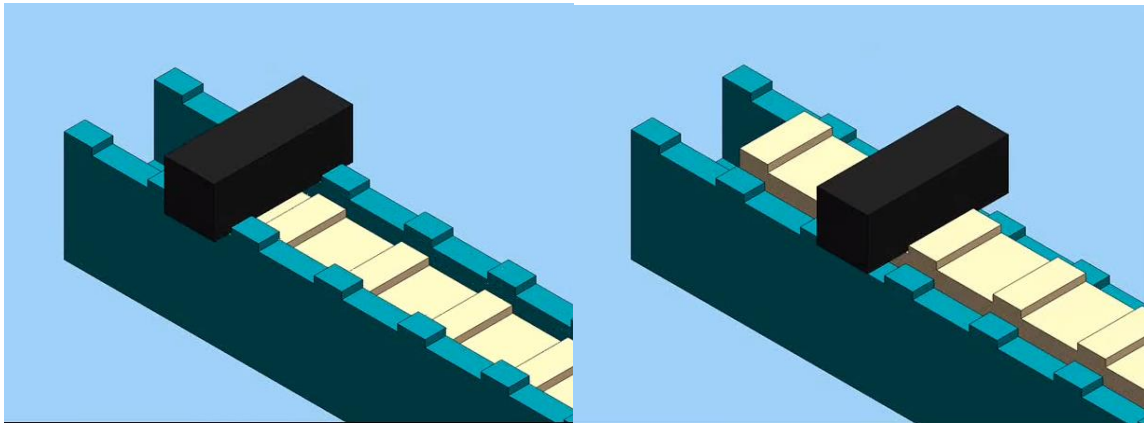


Figura 7: Transportador de paso de peregrino

2.7. Transportador de acumulación para cargas aisladas:

Por acumulación se entiende a la acción de almacenar paquetes en un transportador, generalmente con rodillos. Se distingue entre acumulación con contacto y acumulación sin contacto.

La acumulación con contacto es la solución de almacenamiento más económica. Varias tecnologías de transporte comparten estas aplicaciones: acumulador con rodillos controlados por correas redondas, por correa tangencial, con rodillos desacoplables por fricción, etc. La primera tecnología mencionada ofrece la ventaja de poder producir piezas rectas y curvas con un solo motor, lo que resulta especialmente económico.

La acumulación sin contacto se utiliza cuando las cargas a transportar no deben tocarse entre sí (fragilidad, acumulación en curvas...). Entonces se trata de dividir el transportador en diferentes zonas, cada una de las cuales contiene un solo paquete. Estas zonas son todas independientes y liberan un paquete cuando la siguiente zona está libre. En general, cada zona tiene su propio sistema de motorización y detección. Es la solución de almacenamiento más eficiente, pero sigue siendo bastante cara considerando la cantidad de

motorizaciones y dispositivos de detección. [3]

2.8. Transportador de tornillo sin fin:

El transportador de tornillo o transportador de gusano está diseñado para la transferencia de productos sólidos, pastosos o fangosos. La tecnología utilizada para esta transferencia se basa en el uso de un tornillo sin núcleo (o bobina). Esto permite un transporte eficiente de muchos productos, con caudales de hasta 200 m³/h. La bobina utilizada es un elemento importante en el diseño del transportador, permitirá cumplir un cierto número de funciones asociadas al transporte simple. El tornillo se puede fabricar de 2 formas:

- Fabricación por sectores soldados (bastante frágil).
- Fabricación por laminación en frío de un perfil (resistencia a la abrasión y alta tensión mecánica). [3]

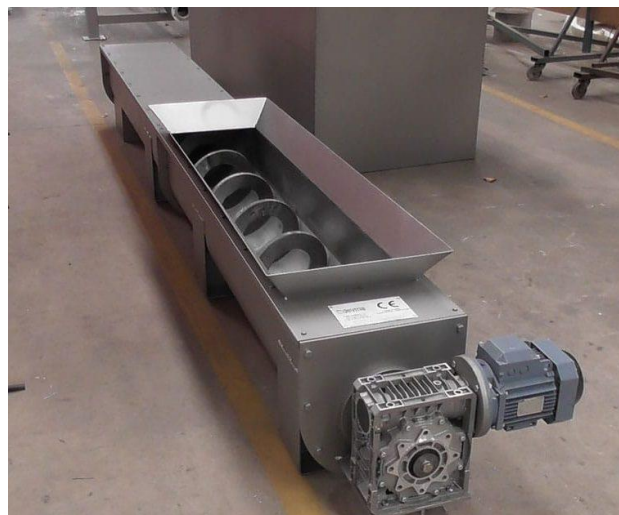


Figura 8: Transportador de tornillo

2.9. Transportadores de aire:

Transportadores que utilizan flujo de aire dirigido para mover cargas ligeras. Una cámara está presurizada por un ventilador centrífugo. Una de las paredes de esta cámara recibe respiraderos a través de los cuales la presión estática del aire (desplazamiento lento) se convierte en presión dinámica (velocidad más alta). Se utiliza entre otros para el transporte de latas de bebidas metálicas o botellas de plástico. [3]

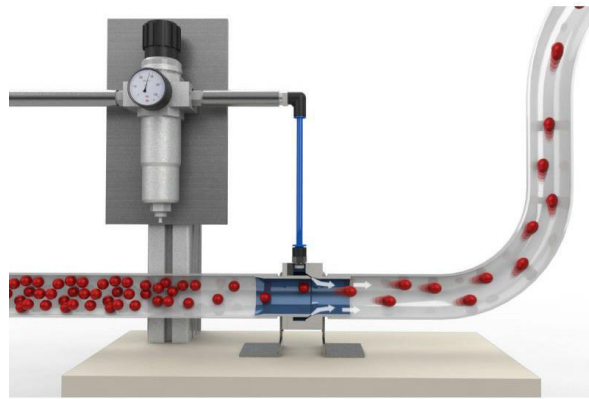


Figura 9: Transportador de aire

2.10. Transportadores vibrantes:

Los transportadores vibrantes son, como cribas, dispositivos de transporte que permiten transportar material mediante vibraciones direccionales. El diseño y la construcción exactos de los transportadores vibrantes y los tubos vibrantes se adaptan a cada aplicación.

El transporte por vibración es suave y respetuoso con el material, ocasionando en éste una degradación mínima. Los transportadores vibrantes pueden suministrarse estancos para evitar las fugas de material y proteger así el medio ambiente. [3]

Los campos de aplicación típicos son los siguientes:

- Transporte
- Dosificación
- Extracción en silos

Algunas ventajas de los transportadores vibrantes:

- Forma de construcción compacta.
- Poco desgaste.
- Alta seguridad operativa.
- Diseño ligero en función de la aplicación.

Los transportadores vibrantes pueden equiparse con diferentes tipos de accionamientos

según el tipo de uso.



Figura 10: Transportador vibrante

3. Los componentes mecánicos de una cinta transportadora:

Para comprender completamente el sistema de transmisión de una cinta transportadora y la necesidad de capacitación, debemos estar informados sobre los componentes básicos de este sistema de transporte industrial. Una cinta transportadora tiene seis componentes básicos; la banda, el sistema de soporte de la banda, los tambores o poleas, la transmisión, la estructura y el gabinete. Se pueden agregar otras partes a estos componentes para mejorar el rendimiento y disminuir el mantenimiento.

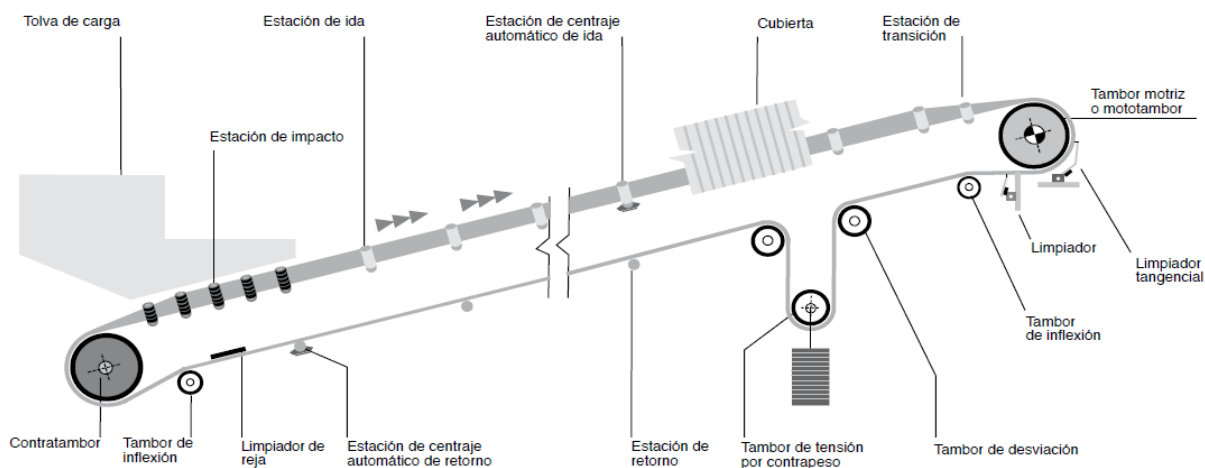


Figura 11: Componentes principales de una cinta transportadora [6]

3.1. La cinta o banda:

3.1.1. Definición y funciones:

Al aparecer el principio básico del funcionamiento de una cinta transportadora es simple; el movimiento de una banda debido al giro de las poleas que a su vez son accionados por un motor. Sin embargo, el sistema de una cinta transportadora utilizada en la industria es bastante más complejo, llevando a cabo un importante desarrollo tecnológico y técnicas renovadas.

La función fundamental de una cinta transportadora es el traslado eficiente de todo tipo de materiales o mercancías dentro de una planta de producción. Se utilizan especialmente para materiales que debido a sus características no pueden ser transportadas usando transportadores de rodillo, ya sea por tamaño, por su composición, o por su fragilidad, o requieren una mayor estabilidad. [4]

3.1.2. Clasificación de las bandas:

Podemos clasificar las bandas según:

- El tipo de la composición:
 - Cintas textiles o de goma.
 - Tejidos sintéticos.
 - Cintas metálicas.
- La estructura de cinta:
 - De varias capas.
 - De tejido sólido.
- La superficie:
 - Lisas, para el transporte horizontal.
 - Rugosas, para el transporte horizontal e inclinado de productos manufacturados, equipajes, paquetes... etc.
 - Nervadas, para el transporte inclinado, ya que según el material puede llegar hasta una inclinación de 45°.

La tela engomada es uno de los materiales principales utilizados en la cinta transportadora, y también pueden tener composición variable, especialmente derivados del caucho. En algunas cintas transportadoras encontramos bandas modulares plásticas realizadas en poliéster, PVC, acetal. Etc.

En la estructura de la banda suele variar el número de las capas y la calidad según su uso en cada tipo de industria (resistencia a fuego, a tensión, productos químicos, aceite y grasa... etc.). También mencionamos que sobre una cinta transportadora se puede trasladar desde materiales erosivos y cortantes (arena, grava... etc.) como productos muy delicados (frutas, cristal... etc.).

La superficie de la banda puede presentar distinta rugosidad, igual como su grosor y anchura, algunas incluso presentan relieves para evitar que los productos resbalen, por lo cual permitir traslados con distintos ángulos. [4]



Figura 12: Bandas con tejido sintético y bandas con cable de acero

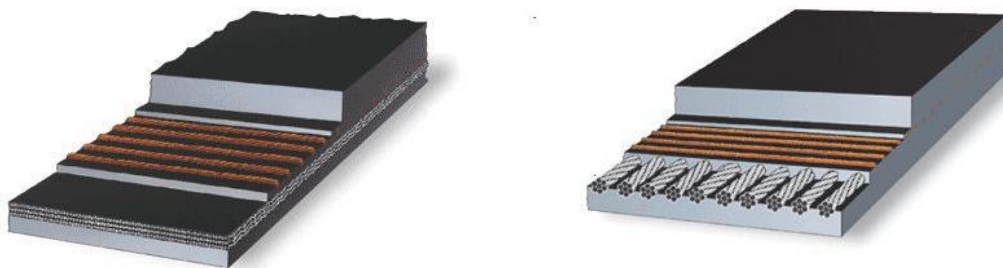


Figura 13: Bandas con tejido sintético y bandas con cable de acero reforzadas

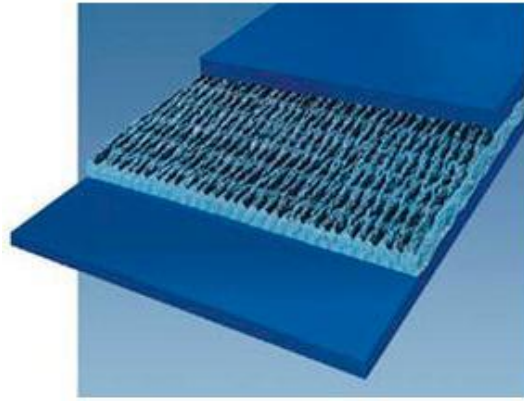


Figura 14: Bandas con tejido solido

3.1.3. Recubrimiento:

La función principal de los recubrimientos es soportar los impactos y erosiones, protegiendo así la carcasa, el recubrimiento superior es el que soporta el material, y el inferior es el que está en contacto con los rodillos.

Generalmente, la carcasa está formada por capas de tejido engomado constituido por hilos de poliéster en sentido longitudinal, y por hilos de nylon en dirección transversal. Y los recubrimientos están formados por elastómeros (caucho natural), PVC u otros materiales. [4]

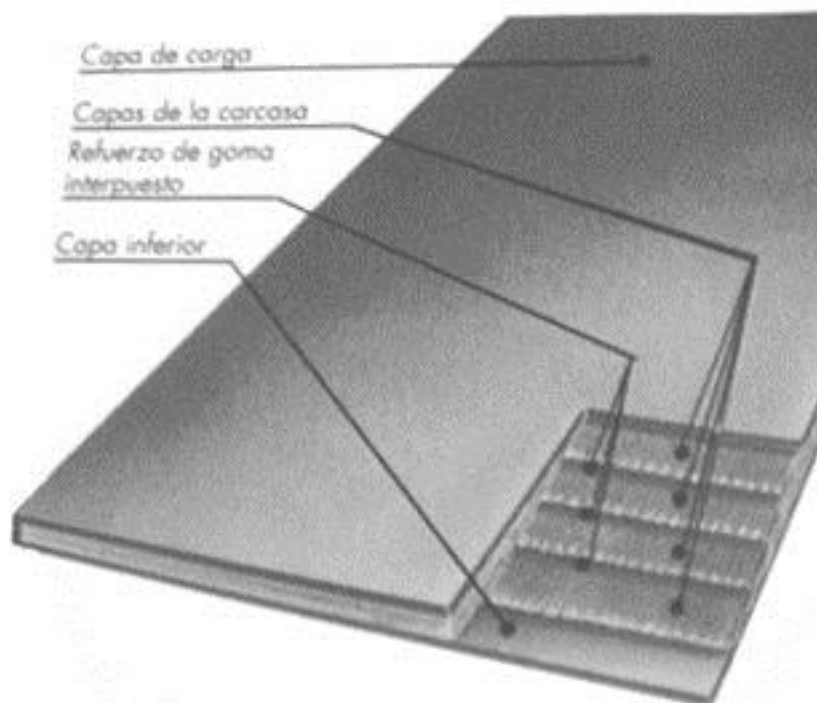


Figura 15: Tejido de la banda

3.2. El sistema de soporte de la banda:

3.2.1. Definición:

Los rodillos del sistema de soporte de una cinta transportadora son fundamentales, ya que gracias a ellos el sistema se activa, debido al giro de los mismos. Los rodillos buscan disminuir el coeficiente de fricción con la banda para mejorar el desplazamiento de los productos. Además, tienen la función de soportar la carga en el ramal inferior y superior, contribuir al centrado de la banda y ayudar a la limpieza de ésta.

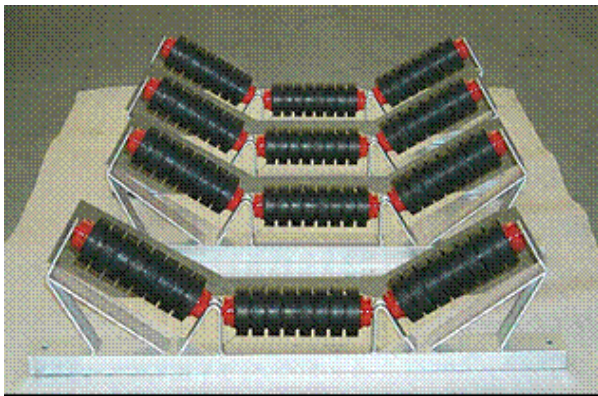


Figura 16: Rodillos de impacto



Figura 17: Rodillos de reenvío

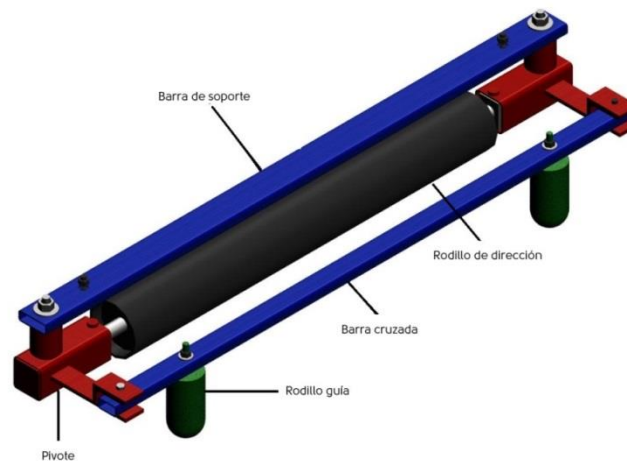


Figura 18: Rodillos de soporte

3.2.2. Tipos de rodillos:

Los más utilizados:

- Rodillos de Alineación, sirven para alinear la banda dentro de la propia instalación.
- Rodillos de Impacto; recubiertos de discos de goma para absorber los golpes provocados por la caída de bloques en las tolvas de recepción.
- Rodillos de Retorno; los cuales están formados con discos de goma.
- Rodillo cilíndrico; con la superficie exterior lisa, tal como la obtenida mediante el empleo de tubos de acero; es el más empleado.
- Rodillo cilíndrico con aros de goma; son adecuados para soportar los fuertes impactos del material en las zonas de carga, mientras que si se montan en los rodillos de retorno, deben ser adecuados para facilitar la limpieza de la banda. [4]

3.3. Tambores:

3.3.1. Definición:

Los tambores son como rodillos constituidos por un eje de acero envolviendo al acero suave y los discos, pueden provocar el avance de la cinta debido a la fricción de estos sobre la banda (transmisión de banda) o a través de un sistema de piñones y bandas dentadas (transmisión de cadena). En un esquema general de la transmisión de una cinta transportadora de banda el motor acciona el tambor motriz (transmite fuerza tangencial a la banda) que a su vez provoca el movimiento de toda la cinta, por otro lado, el tambor de reenvío provocará el retorno de la banda hacia la parte superior. En los sistemas más utilizados, los tambores de inflexión se sitúan en la parte inferior de la banda, en la salida del motor motriz y en la entrada del tambor de reenvío, así podemos modificar el ángulo de salida y entrada si es necesario. [4]



Figura 19: Los tambores

3.3.2. Componentes principales:

- Envoltente cilíndrica y discos laterales, formando un solo cuerpo.

- Eje.
- Elementos de Unión.
- Recubrimientos.

3.3.3. Los tipos de tambores:

Por un lado, podemos clasificar los tambores en dos grupos, según las funciones a realizar:

- Tambores motrices, transmiten la fuerza tangencial a la banda.
- Tambores no motrices, los cuales se ocupan de cambiar la trayectoria de la banda.

Por otro lado, según la magnitud de la tensión:

- Tambores Tipo A: Tambores motrices de alta tensión de la banda, con ángulo abrazado mayor de 30° (tambores motrices).
- Tambores Tipo B: Tambores en zona de baja tensión con ángulo abrazado mayor de 30° (tambores de cola).
- Tambores Tipo C: Tambores con ángulo abrazado menor de 30° (tambores de desvío). [4]

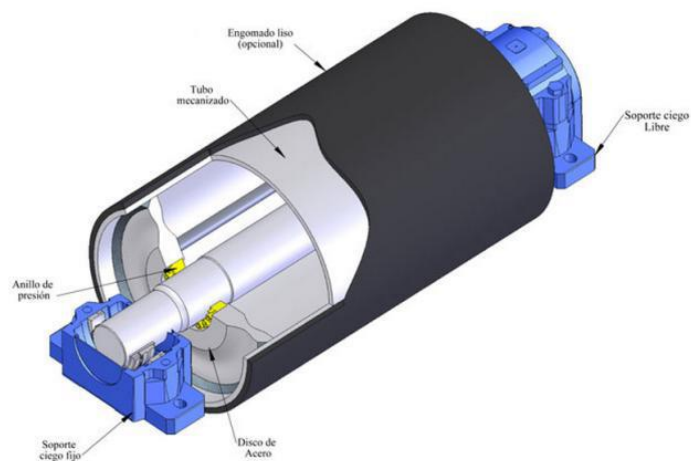


Figura 20: Tambores de cola/reenvío [7]

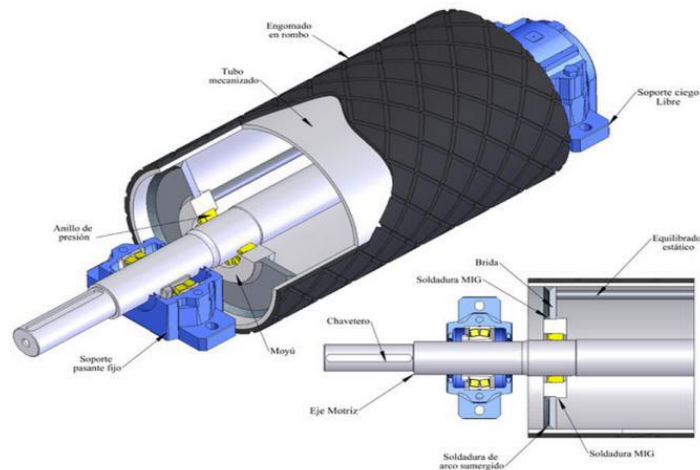


Figura 21: Tambor motriz [7]

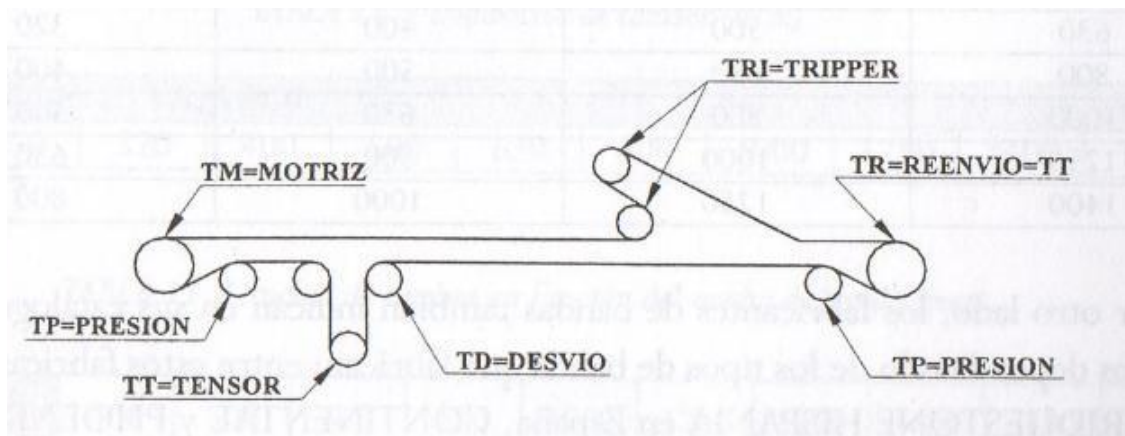


Figura 22: Tipos de tambores de una cinta transportadora [8]

3.4. Grupo motriz:

Existen 2 tipos de motorización, motorización central y motorización en cabezal o frontal, y se puede distinguir según la localización del tambor motriz. La capacidad de automatización del funcionamiento de una cinta transportadora es un aspecto muy importante en algunos sistemas de producción, y la potencia y las características del motor dependerán del tipo de la cinta y su uso.

Los componentes del grupo motriz, por orden de entrada a salida del movimiento son:

- Motor eléctrico.
- Acoplamiento de alta velocidad.
- Acoplamiento de baja velocidad.
- Dispositivo anti-retorno.

- Freno.



Figura 23: Grupo motriz, reductor clásico [9]

3.4.1. Motor eléctrico:

- **La potencia:**

La potencia del motor debe ser al menos igual a la potencia requerida en el eje de salida del reductor, dividida entre el rendimiento del mismo.

- **Tipos de motores:**

Generalmente, los tipos empleados en una cinta transportadora son:

- ✓ De corriente alterna:

De jaula de ardilla. (El más empleado)

De rotor bobinado.

- ✓ De corriente continua. (poco uso)

- **Velocidades:**

Generalmente, la velocidad nominal de los motores empleados en las cintas transportadoras es de 1500 r.p.m. (motores de 4 polos), funcionando en vacío. [4]

- **Temperatura:**

La temperatura normal del funcionamiento de una cinta transportadora es de 40°, para alturas del mar hasta 1000m.

3.4.2. Acoplamientos:

Se sitúan entre el motor eléctrico y el reductor, con función de amortiguar las vibraciones y sobrecargas, y para obtener un arranque progresivo.

- **Acoplamiento de alta velocidad.**

Transmiten el par desde el motor eléctrico al reductor de velocidad, para las cintas transportadoras se emplea estos 2 tipos:

- ✓ Los elásticos.
- ✓ Los fluidos o hidráulicos.

- **Acoplamiento de baja velocidad.**

Transmiten el par desde el eje de salida del reductor de velocidad al tambor motriz del sistema. Existen también 2 tipos:

- ✓ El elástico.
- ✓ El de dientes arqueados.

3.4.3. Frenos:

Los frenos de disco son los más empleados en las cintas transportadoras, generalmente, se montan en el eje del tambor.

3.4.4. Dispositivos de anti-retorno:

La función principal de estos dispositivos es retener la carga en las cintas con cierta pendiente, actúan como un elemento de seguridad.

3.5. Dispositivos tensores:

3.5.1. Funciones principales:

Para un funcionamiento correcto de una cinta transportadora, es necesario garantizar una cierta tensión mínima durante el funcionamiento. Generalmente, en cintas de corta longitud, esta tensión se consigue a través del ajuste en el posicionamiento de los tambores de reenvío y motriz, pero no se puede siempre asegurar esta tensión en todo momento durante el funcionamiento de la cinta. Por lo cual, en los casos que se usan cintas transportadoras de cierta longitud, o la mercancía a transportar sea de cierto tamaño, se recomienda usar dichos dispositivos tensores. [4]

Además, los dispositivos de tensado cumplen las siguientes funciones:

- Durante el arranque, mantener la tensión adecuada en el ramal de retorno.

- Conseguir el contacto adecuado entre la cinta y el tambor motriz.
- Compensar los cambios de longitud de la cinta durante el funcionamiento.

Se suele también emplear un sistema de contrapesos, en el caso de cintas demasiado largas y pesadas. Este sistema funciona como un sistema tensor por gravedad, su función principal es mantener una tensión necesaria en la banda, y evitar un excesivo resbalamiento entre superficies.

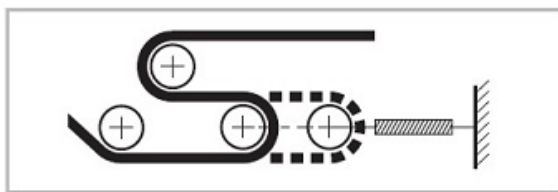


Figura 24: Dispositivo tensor.

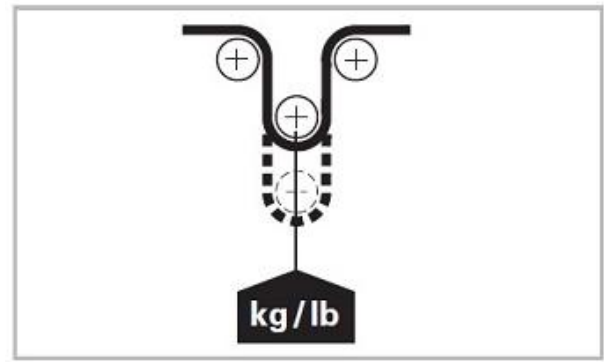


Figura 25: Sistema de contrapesos.

3.5.2. Tipos de tensores:

Se clasifican en:

Por su forma constructiva:

- De lazo sencillo.
- De lazo múltiple.

Por la forma de aplicar la fuerza tensora:

- Automática.
- Fija.

Por el equipo mecánico que aplica la fuerza:

- Gravedad.
- Husillo.
- Cabrestante manual fijo.
- Cabrestante eléctrico fijo.
- Cabrestante eléctrico automático.

Por la situación del equipo de tensado:

- En cabeza.
- En cola.

3.6. La estructura del bastidor:

3.6.1. Definición y funciones:

El bastidor es una estructura metálica, generalmente de acero, que sostiene a la banda transportadora y a todos los demás elementos que constituye el sistema entre el punto de alimentación y el de descarga del material. Además es el componente más sencillo de las cintas y su función principal es soportar las cargas del material, banda, rodillos y las posibles cubiertas de protección contra el viento. [4]

La estructura del bastidor debe ser resistente para proporcionar una fiabilidad al sistema, y permitir el óptimo funcionamiento de la cinta transportadora en distintas condiciones ambientales.

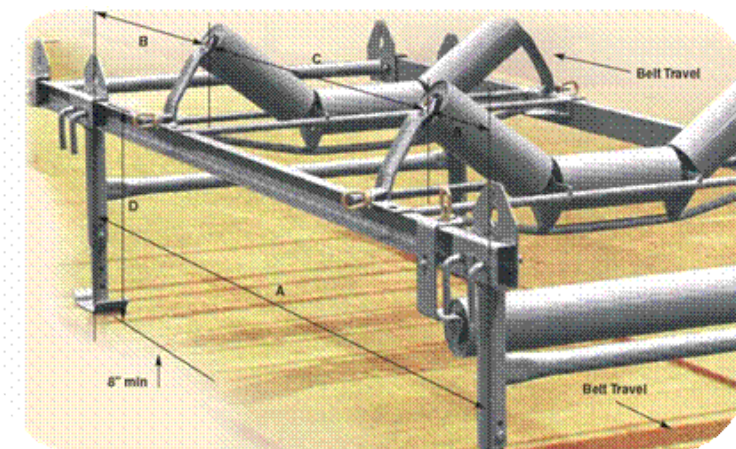


Figura 26: Bastidor formado por dos largueros [4]

3.6.2. Clasificación de los bastidores:

Podemos clasificar los bastidores en dos tipos:

- Bastidor formado por 2 largueros metálicos:
Perfiles de acero laminado en U, apoyadas en patas que suelen ser del mismo perfil que los largueros. Es la estructura más adecuada para el montaje de soportes de

rodillos.

- **Bastidor tubular:**

La estructura está formada por tubos cuadrados o redondos, apoyadas en patas que suelen ser construidas por tubos o por perfiles laminados.



Figura 27: Bastidores tubulares [4]

3.7. Tolvas de carga y descarga:

La carga y descarga de las cintas son dos operaciones a las cuales no se les concede la debida importancia, pese a que de ellas depende que el material a transportar inicie adecuadamente su recorrido a través de la instalación. [4]

3.8. Equipos de limpieza:

3.8.1. Introducción:

Los equipos de limpieza son una parte integral de las cintas transportadoras, su función principal es la limpieza, mediante rascadores, de la misma cinta del material que se regresa pegado a la misma. Sin embargo, se debe mencionar que hasta la actualidad sigue siendo un problema de gran importancia económico durante el funcionamiento de las mismas.

3.8.2. Incidencia económica de una mala limpieza:

- Pérdida de capacidad transportadora.
- Costo de la mano de obra empleada en la limpieza del material fugitivo, mantenimiento de los equipos de limpieza.

3.8.3. Tipos de rascadores:

Los rascadores que actúan sobre el tambor motriz:

- Rascador pendular de contrapeso, con tiras de goma. Se emplea en sistemas sencillos sin grandes exigencias de limpieza.
- Rascador principal con láminas de raspado independientes y tensión por brazo de torsión. Generalmente, es más eficaz que el anterior, dependiendo del tipo del material, en el caso de materiales pegajosos no se obtiene la limpieza correcta sin instalar un rascador previo.
- Rascador previo. Se emplea cuando el material es pegajoso y de limpieza difícil.

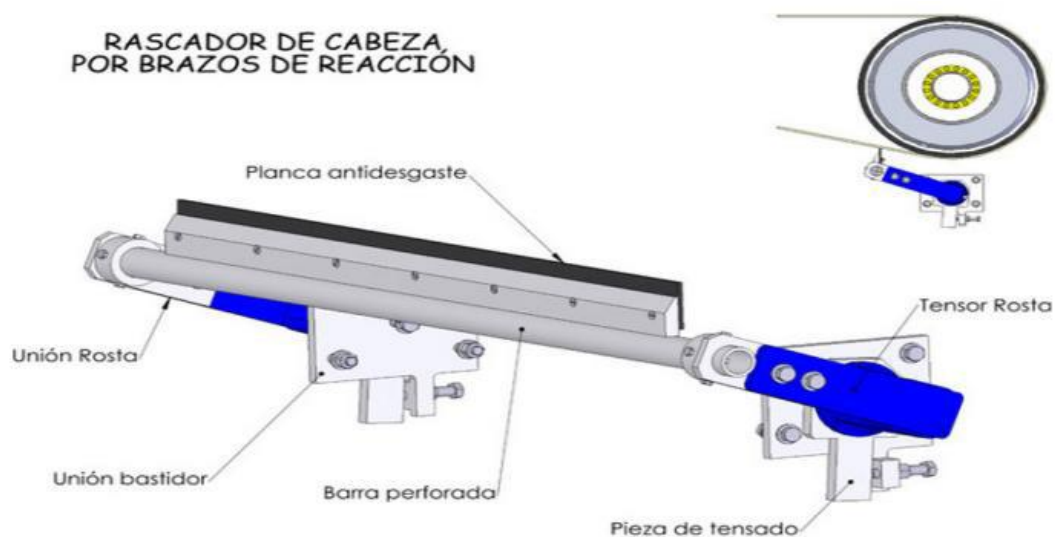


Figura 28: Rascador primario de cabeza [10]

Los rascadores que actúan sobre los demás tambores:

- Rascador en V con tiras de goma. Evita la penetración de material fugitivo entre las láminas y el tambor de reenvío.
- Rascadores fijos en diagonal. Impide la entrada del material pegado a la banda en los tambores de desvío.
- Sistemas de limpieza modernos. Realizan un trabajo eficaz, debido al avance tecnológico que permite el uso de equipos muy modernos.



Figura 29: Rascador secundario [10]

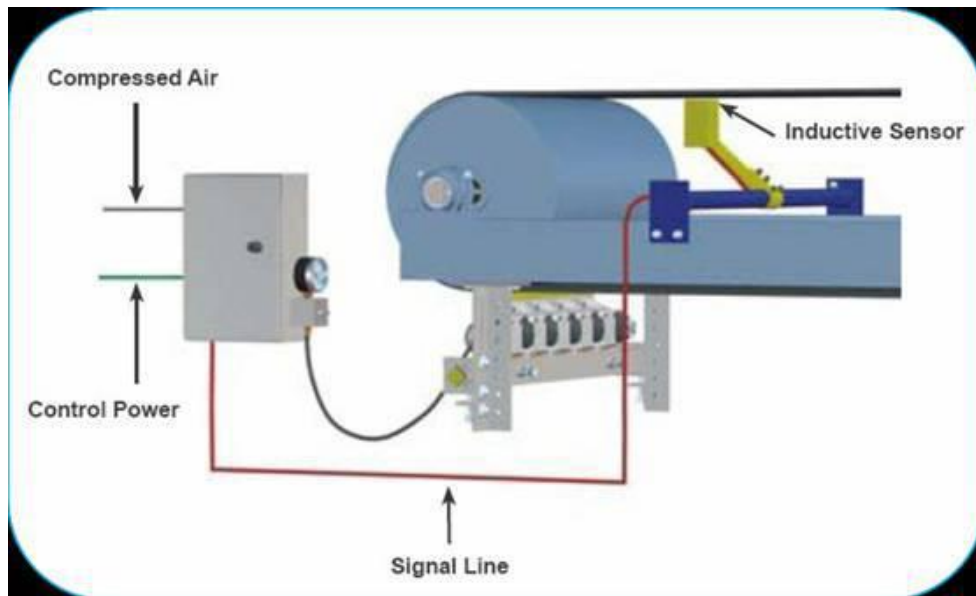


Figura 30: Sistema de limpieza automatizado [4]

M. Omar

Omar Mernissi Oulad Khdar

13/11/2020

Capítulo 3

Diseño de la cinta transportadora

En este capítulo se presentarán todos los elementos diseñados mediante el programa Solidworks 2020.

1. Introducción a Solidworks:

El software “CAD SOLIDWORKS” es una aplicación de automatización de diseño mecánico que permite a los diseñadores modelar piezas y conjuntos detallados, experimentar con operaciones tanto en 2D como en 3D, y reflejar ideas con rapidez en croquis. [11]

2. Elección de elementos para la cinta transportadora:

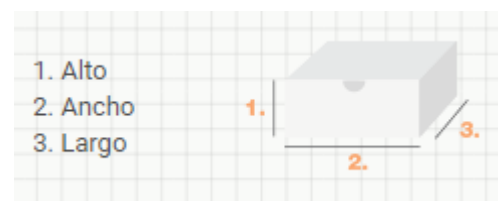
Para diseñar una cinta transportadora, tenemos que tener en cuenta las características del material a transportar (tamaño, peso específico, ángulo de reposo... etc.)

La cinta transportadora diseñada será destinada a transportar cajas de golosinas dentro de una nave industrial de una empresa de logística, transportándolas del punto A (el punto de la descarga de los camiones) al punto B (almacén).

2.1. Características del material a transportar:

- Carga máxima: 15 Kg.
- Velocidad: 0,47 m/s.
- Dimensiones: 18.4 x 27.3 x 27.3 cm
- Peso específico: $\gamma = \frac{\omega}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g$
(ec 3.1)

$$\gamma = 1,12 \text{ t/m}^3$$



Siendo :

γ (Gamma), el peso específico.

ρ (Rho), la densidad de la sustancia.

ω : El peso de la sustancia.

V: El volumen de la sustancia.

m: la masa de la sustancia.

g: la aceleración de la gravedad.

- ángulo de reposo (α): es el ángulo máximo posible formado por la horizontal y la

pendiente que se forma al verter el material de cierta altura. Por lo cual la fluidez del material dependerá de este ángulo, y será mayor para los materiales que tengan ángulos más pequeños. [4]

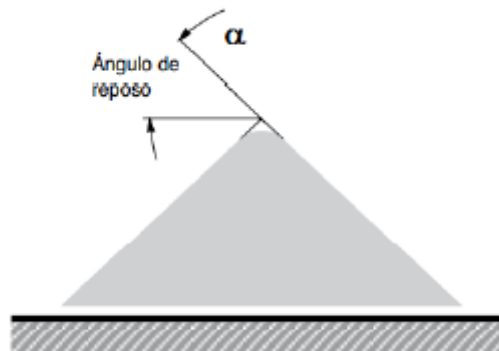


Figura 31: ángulo de reposo

- Angulo de sobrecarga (β): también llamado ángulo de reposo dinámico, tiene una relación directa con el ángulo de reposo. Es el ángulo formado entre la superficie del material respecto al plano horizontal de la cinta. [4]

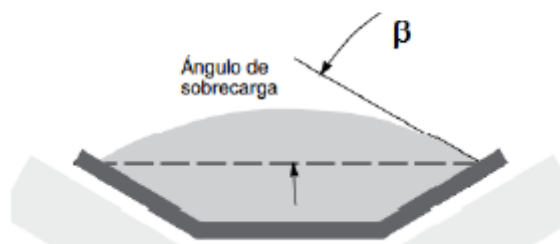


Figura 32: ángulo de sobrecarga

2.2. Selección de la cinta:

2.2.1. Propiedades:

Es el elemento más importante de la instalación, ya que puede representar más que la mitad del coste de la cinta transportadora.

Propiedades de la banda seleccionada NHM-8EKBV [12]:

Características del producto	
Propiedades antiestáticas	Sí
Empalme sin adhesivo	Sí
Inflamabilidad	Sin propiedades específicas de prevención de llama
Calidad alimentaria (conformidad FDA)	No
Calidad alimentaria (cumple recomendaciones USDA)	No aplicable
Calidad alimentaria (conformidad EU)	No

Figura 33: características del producto

Propiedades de la correa

Construcción del producto/Diseño	
Lado de transporte (material)	Cloruro de polivinilo (PVC)
Lado de transporte (superficie)	Acabado súper-mate
Lado de transporte (propiedad)	No adhesivo
Lado de transporte (color)	Negro
Capa de tracción (material)	Poliéster (PET)
Número de tejidos	2
Cara de marcha/Lado de polea (material)	Poliéster (PET)
Cara de marcha/Lado de polea (superficie)	Tejido
Cara de marcha/Lado de polea (propiedad)	No adhesivo
Cara de marcha/Lado de polea (color)	Blanco

Figura 34: Propiedades de la correa

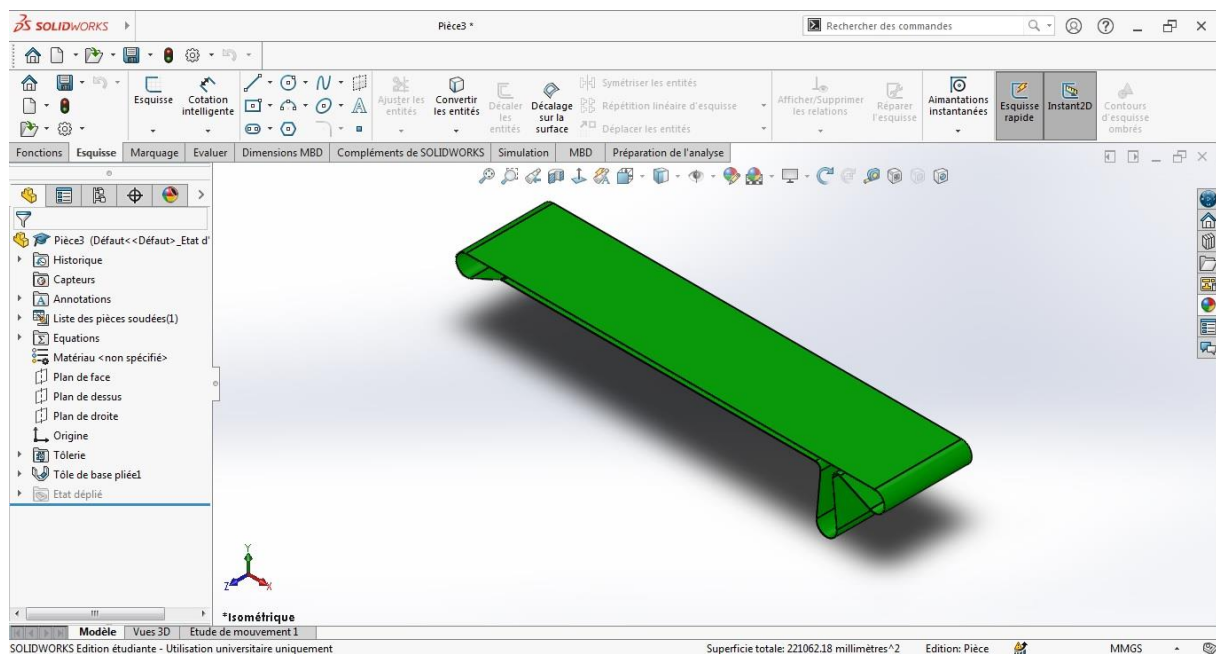
2.2.2. El diseño de la cinta:

Figura 35: la cinta

2.3. Selección de la estructura:

La estructura es el esqueleto de la cinta transportadora, su función principal es absorber las

fuerzas que actúan en el conjunto debido a la acción del tambor motriz y el impacto del material cuando está cargado en la banda.

La base de la estructura diseñada está formada por 2 láminas horizontales que se juntan mediante 4 ejes, usando acero inoxidable como material de la estructura para poder trabajar en condiciones ambientales y evitar la corrosión. Para facilitar la carga de la banda usamos 4 chapas de metal con pies de nivelación para igualar la altura en el punto de carga.

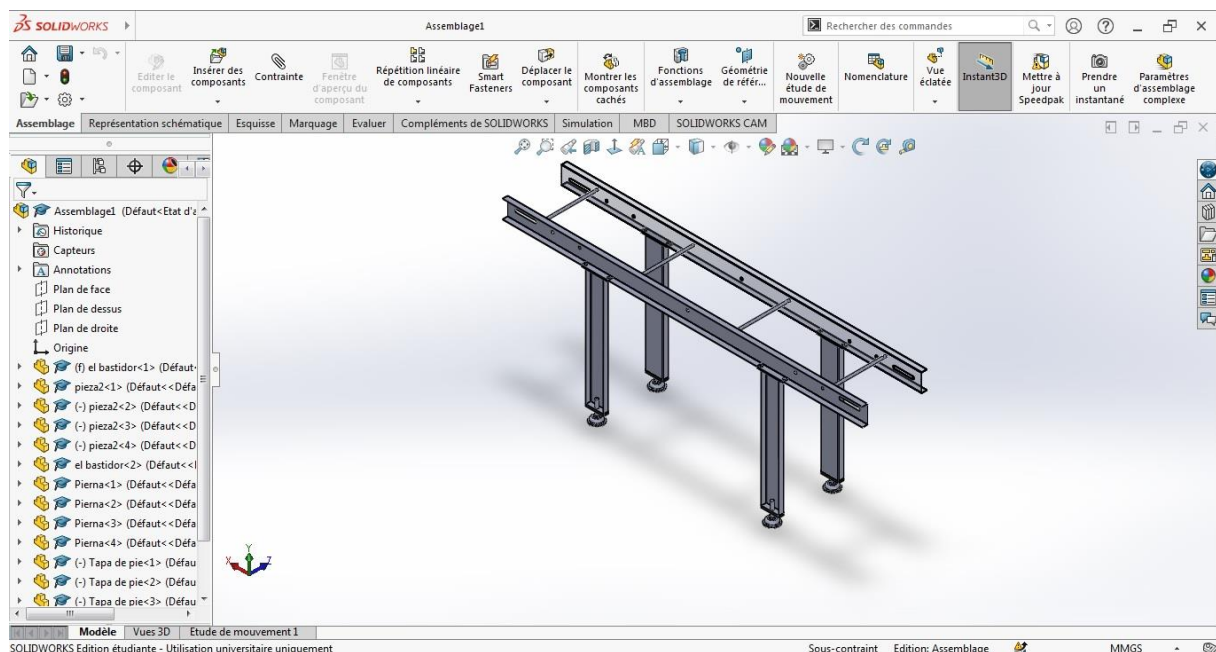


Figura 36: La estructura

2.4. Selección de los tambores:

Los factores que se debe tener en cuenta en la hora de la selección de los tambores:

2.4.1. El ancho de la cara del tambor:

Para determinar el ancho de la cara de los tambores, aplicamos estas ecuaciones:

$$F = B + 0,05 \quad \text{si } B < 1$$

$$F = B + 0,075 \quad \text{si } B > 1$$

Siendo:

F: Ancho de cara de tambor. [m]

B: Ancho de banda. [m]

2.4.2. El diámetro del tambor:

El diámetro del tambor adecuado dependerá principalmente del tipo y el espesor de la banda. Aplicando la ecuación siguiente podemos obtener el diámetro mínimo del tambor. [13]

$$D_{\min} = \frac{360F}{P\pi\phi B} \quad (\text{ec 3.2})$$

Siendo:

F: Fuerza de accionamiento (kg).

P: Capacidad de transmisión tambor/banda (Kg/m^2).

Φ : Ángulo de arrollamiento ($^\circ$).

B: Ancho de banda (m).

La aplicación de esta ecuación supone un estudio individual de cada caso para obtener un resultado correcto, por lo cual los fabricantes indican en la siguiente imagen los diámetros recomendados para cierto tipo de cintas transportadoras.

CARACTERÍSTICAS DE LA CINTA	
· Longitud entre centros de tambores (L)	· 300 a 3.000mm
· Ancho de banda (A)	· 60 a 800mm
· Diámetro de tambor motriz	· 72, 85, 113 y 150mm
· Diámetro de tambor tensor	· 22 / 60mm
· Motorización	· Extrema (en posición vertical u horizontal)
· Velocidad	· 10 a 240 metros/minuto
· Bastidor	· Hierro / Inox / Aluminio
· Guías laterales	· Fijas o regulables
· Capacidad de carga máxima	· 30 Kg
· Pies	· Regulables $\pm 50\text{mm}$.

Figura 37: Características de la cinta [17]

2.4.3. La distancia entre apoyos:

Se puede determinar el valor de la distancia entre los apoyos según la geometría de la estructura de la cinta transportadora. Pero generalmente, se puede emplear los valores recomendados de la siguiente tabla. [14]

Ancho de banda (mm)	Distancia entre apoyos (mm)		
	Tambor motriz	Tambor de cola	Tambor adicional
400	760	760	630
450	810	810	680
600	1020	1020	840
750	1170	1170	990
900	1370	1370	1140
1050	1520	1520	1300
1200	1680	1680	1450
1350	1830	1830	1600
1500	1980	1980	1750
1650	2130	2130	1900
1800	2400	2400	2050
2100	2700	2700	2350
2400	3000	3000	2650
2500	3100	3100	2750

Figura 38: Distancia entre apoyos del tambor

2.4.4. El diseño de los tambores:

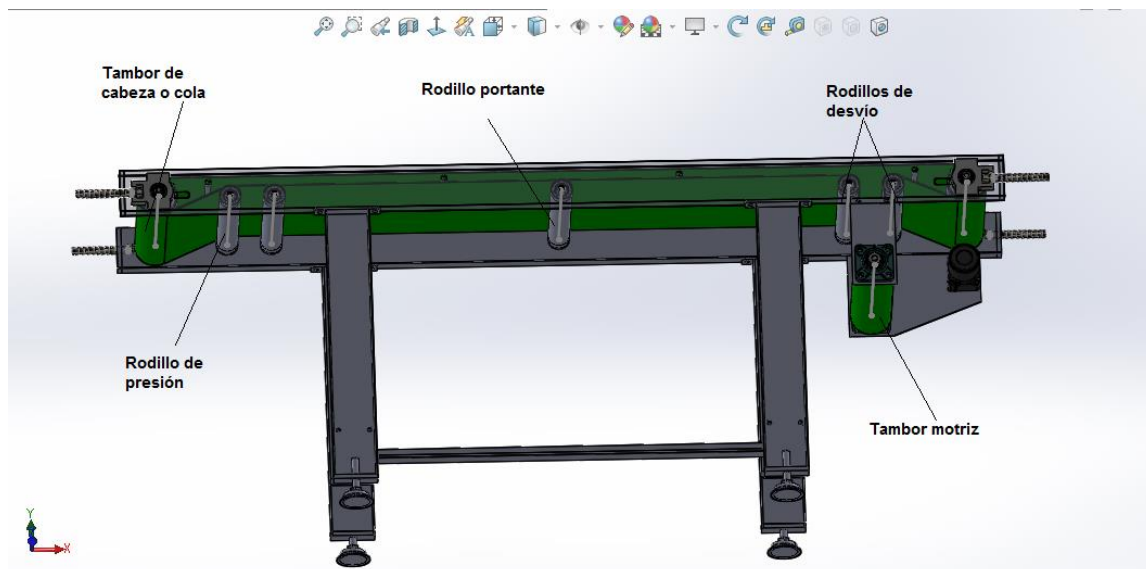


Figura 39: Diseño de los tambores y rodillos

2.5. Selección de la base de deslizamiento:

Al emplear una base de deslizamiento como soporte de la cinta transportadora, los productos transportados se apoyan sobre la cinta con mayor estabilidad, y además, con una

posibilidad de mejorar el coeficiente de fricción y la vida útil de la banda. [15]

Los materiales adecuados para la base de deslizamiento:

- Lamina de acero decapada.
- Planchas de madera dura laminadas.
- Plásticos rígidos.

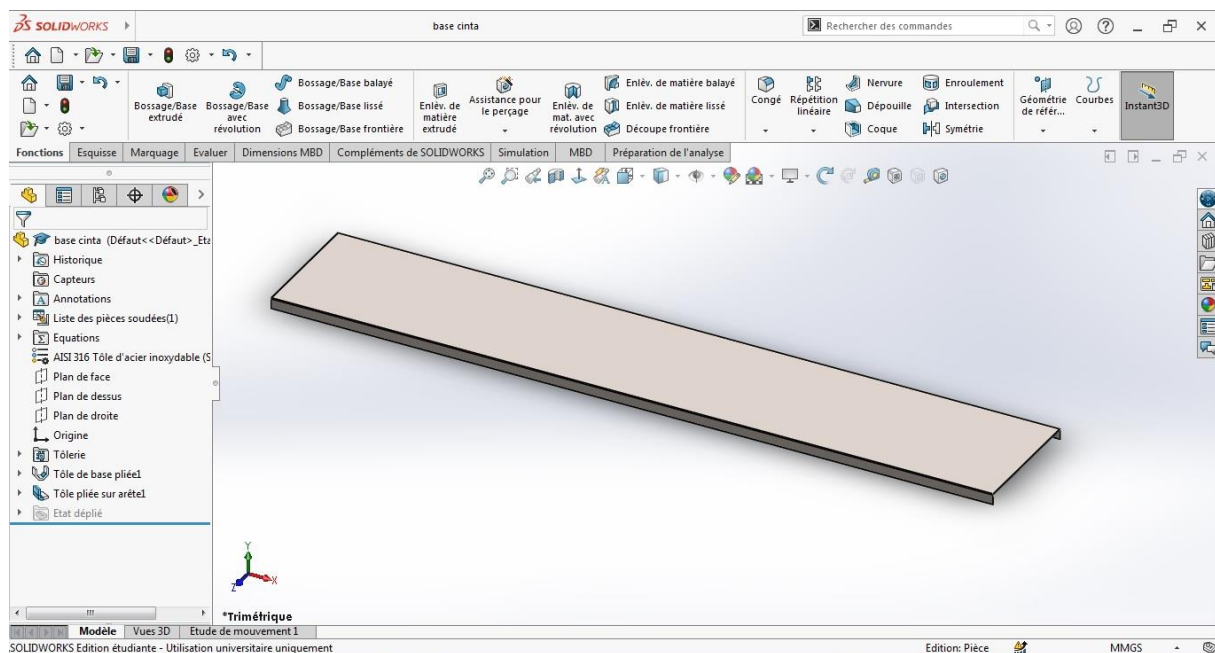


Figura 40: La base de deslizamiento

2.6. Selección del motor eléctrico:

El motor empleado en nuestro diseño: motor de inducción S7I15GX con reductor S7KA15B (i=15). [16]

Datos del motor:

- Numero de poleas: 4
- Voltaje: 220V / 240V
- Frecuencia: 50HZ
- Potencia: 1,5 KW
- Velocidad: 1200 rpm

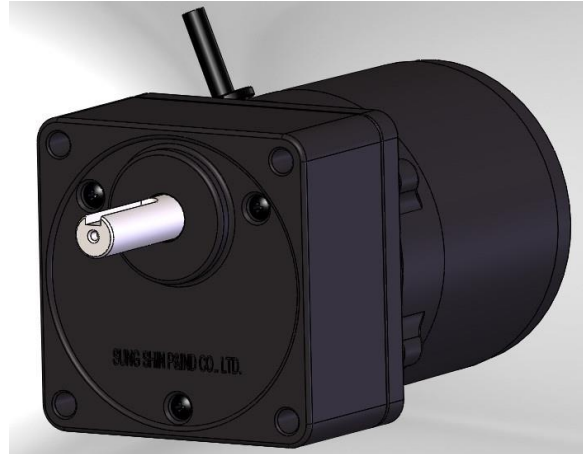


Figura 41: motor eléctrico

2.7. El diseño final de la cinta transportadora:

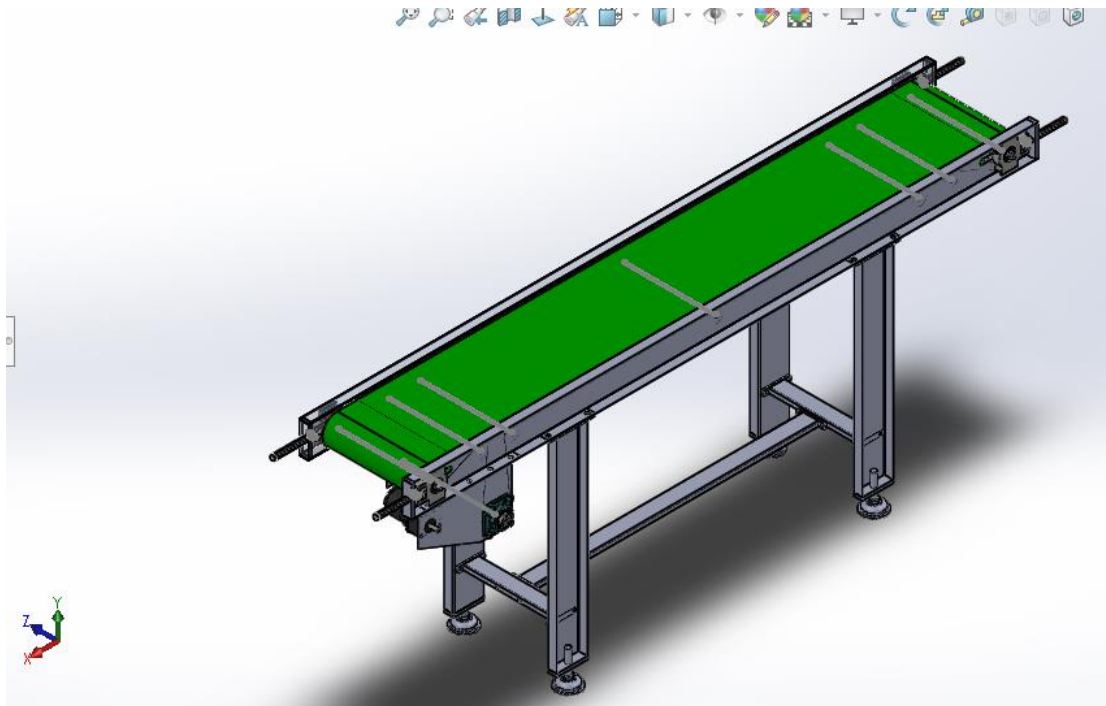
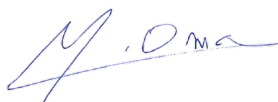


Figura 42: el diseño de la cinta transportador



Omar Mernissi Oulad Khdar

13/11/2020

Capítulo 4

Cálculo de la cinta transportadora

En este apartado se realizarán los distintos cálculos necesarios para el diseño de la cinta transportadora, para seleccionar posteriormente los elementos correspondientes para la cinta, consultando los catálogos de los fabricantes.

Datos iniciales de diseño:

- Material a transportar: cajas de golosinas.
- Longitud de la banda: $L = 3830 \text{ mm}$
- Ancho de la banda: $B = 400 \text{ mm}$
- Altura alcanzada: $H = 810 \text{ mm}$
- Diámetro tambor: $D = 113 \text{ mm}$
- Velocidad de la cinta:

Velocidad = Perímetro tambor * cantidad de vueltas/60min

$$V = \pi D * ((\text{Carga máxima} * \text{Reducción}))/60 \quad (\text{ec. 4.1})$$

$$V = \pi * 0,113 \text{ m} * \frac{1200 \text{ rpm} / 15}{60 \text{ s/min}}$$

$$V = 0.47 \text{ m/s}$$

1. Área transversal del material transportado:

La sección transversal del material dependerá principalmente del ancho de la banda, el ángulo de artesa y del ángulo de sobrecarga. Así como del tipo del material y de la longitud de los rodillos. Para calcular el valor del área transversal, aplicamos las ecuaciones del catálogo del fabricante.

El valor de la sección transversal varía según la configuración de los rodillos.

- Rodillos en artesa:

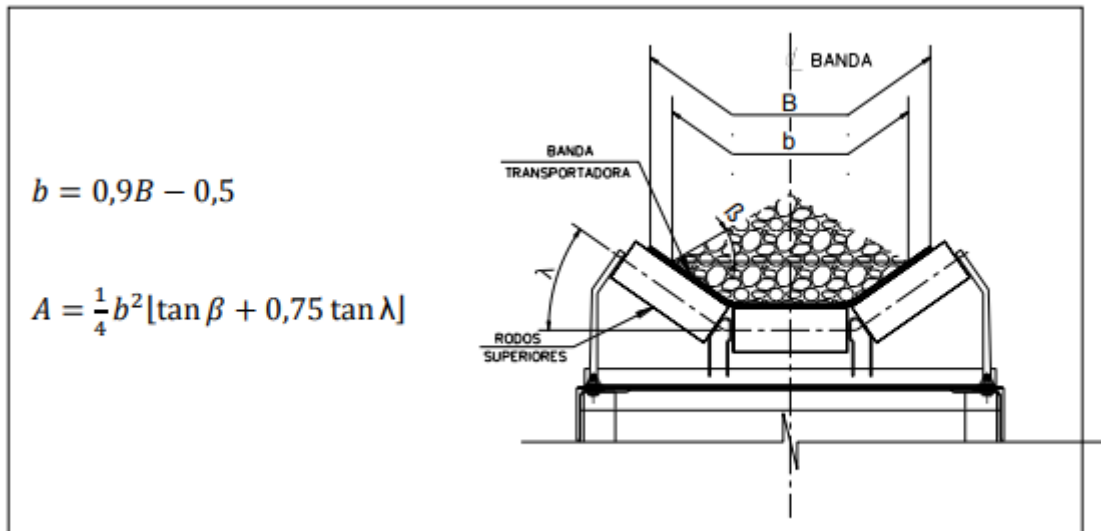


Figura 43: distribución del material en una banda de 3 rodillos de carga [18]

- Rodillo en V:

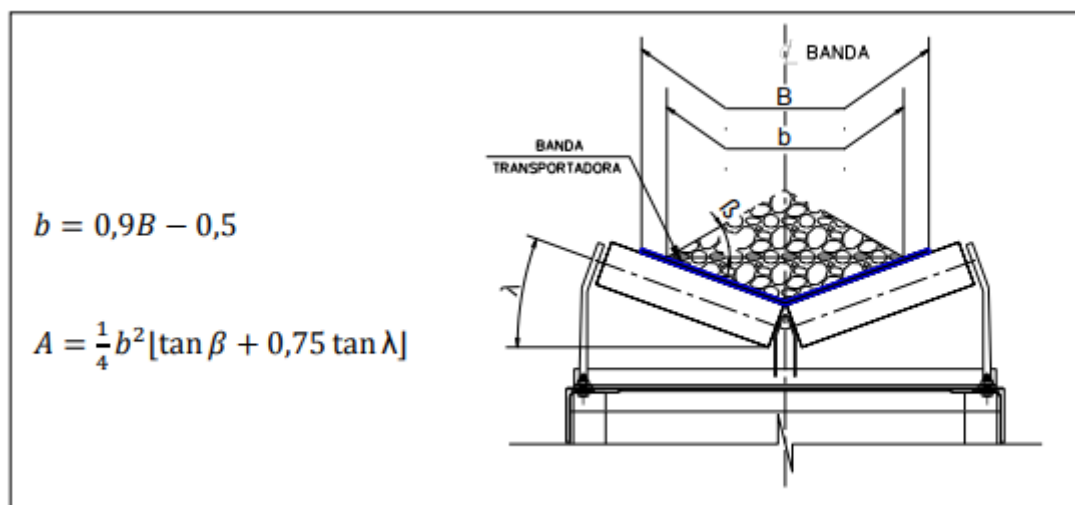


Figura 44: distribución del material en una banda de 2 rodillos de carga [18]

- Rodillo plano

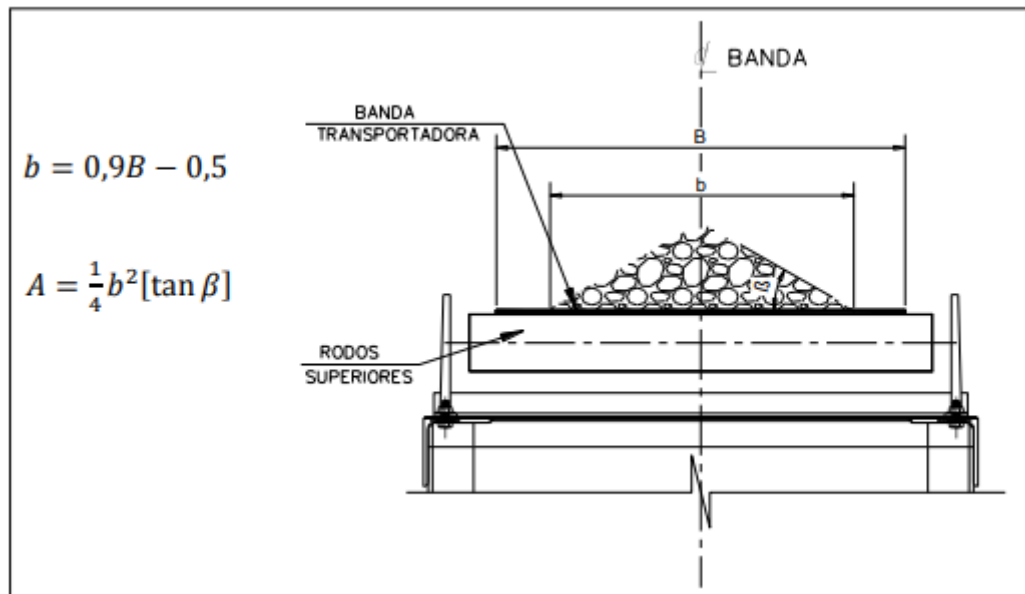


Figura 45: distribución del material sobre un rodo de carga [18]

Donde:

A = Sección transversal del material (m^2)

β = Ángulo de sobrecarga ($^\circ$)

λ = Ángulo de artesa ($^\circ$)

b = longitud del material que ocupa la cinta (m)

B = Ancho de banda (m)

En el caso de nuestro diseño vamos a usar la ecuación de rodillo plano para obtener el área transversal del material transportado.

$$A = 0,0186 \text{ m}^2$$

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO O MATERIAL

Dimensiones uniformes, partículas pequeñas redondeadas muy secas o muy húmedas, tales como cemento, arena de sílice seca, mezcla de hormigón, etc	Partículas redondeadas, secas y lisas de peso medio tales como: granos de cereales, trigo, maíz, etc	Productos irregulares granulados o troceados de peso medio, tales como: arcilla, harina de granos de algodón, etc	Productos típicos normales, tales como, carbón, bituminosas, la mayor parte de los minerales etc	Productos irregulares fibrosos tendientes a enredarse, tales como virutas de madera, arenas de fundición, etc
ÁNGULO DE REPOSO 0 - 19°	ÁNGULO DE REPOSO 20 - 29°	ÁNGULO DE REPOSO 30 - 34°	ÁNGULO DE REPOSO 35 - 39°	ÁNGULO DE REPOSO 40°
5°	10°	20°	25°	30°
ÁNGULO DE SOBRECARGA β 5°	ÁNGULO DE SOBRECARGA β 10°	ÁNGULO DE SOBRECARGA β 20°	ÁNGULO DE SOBRECARGA β 25°	ÁNGULO DE SOBRECARGA β 30°

Figura 46: valores de ángulo de reposo y sobrecarga en función del material [20]**2. Capacidad de transporte de cinta:**

La capacidad de transporte viene definida por el área transversal que ocupa el material en la cinta durante el funcionamiento. Es el valor máximo de capacidad requerida por el proceso, se expresa en toneladas por hora (t/h).

Esta capacidad dependerá de factores como es el ancho de la banda, la velocidad, el ángulo de inclinación y la densidad del material. [19]

Aplicamos la ecuación:

$$Q_m = 3600 * v * A * \gamma * k \quad (\text{ec 4.2})$$

Donde:

Q_m : Capacidad de transporte de la banda. [t/h]

v : Velocidad de la banda. [m/s]

A : Sección transversal del material sobre la banda. [m²]

γ : Peso específico del material. [t/m³]

k : Coeficiente de reducción de capacidad por inclinación. [-]

Prácticamente tenemos todos los datos para acceder al cálculo, la única incógnita que tenemos es el coeficiente de reducción de capacidad por inclinación.

La norma DIN22101 indica los factores del coeficiente en la siguiente tabla:

Inclinación [°]	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Factor de Reducción K	①	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,85	0,81

Figura 47: valores del factor de inclinación

Aplicamos la ecuación:

$$Q_m = 3600 * 0.47 \text{ m/s} * 0,0186 \text{ m}^2 * 1,12 \text{ t/m}^3 * 1$$

$Q_m = 35,25 \text{ t/h}$

Podemos obtener la capacidad de transporte volumétrica de la cinta dividiendo el resultado sobre el peso específico del material, o bien usar la misma fórmula sin multiplicarlo por ese

factor. Se expresa en metros cúbicos por hora (m^3/h).

$$Q_v = 31,47 \text{ m}^3/\text{h}$$

3. Potencia de accionamiento de la cinta:

La potencia total de accionamiento de la cinta transportadora se entiende por la suma de las 3 potencias parciales de la banda:

- Potencia necesaria para mover la cinta en vacío y cargada con desplazamiento horizontal:

Esta potencia se emplea para vencer el peso propio de la banda, los rozamientos de los distintos tambores y rodillos, y el peso del material transportado.

$$P_1 = \frac{C_b \cdot v + Q_m}{C_l \cdot K_f} \quad (\text{ec 4.3})$$

Donde:

$C_b = 59$ (ver figura 44. Factor de ancho de la banda, C_b)

$v = 0,47 \text{ m/s}$ es la velocidad de avance de la banda

$Q_m = 35,25 \text{ t/h}$ es la capacidad de transporte en masa de la banda

$C_l = 327,65$ (ver figura 45. Factor de longitud de la banda, C_l)

$K_f = 1$ (ver figura 46. Factor de servicio, K_f)

	Ancho de banda (mm)							
Peso específico γ (T/M ³)	300	400	500	650	800	1000	1200	1400
$\gamma \leq 1$	31	54	67	81	108	133	194	227
$1 < \gamma \leq 2$	36	59	76	92	126	187	277	320
$\gamma > 2$	-	65	86	103	144	241	360	414

Figura 48: Factores de ancho de banda C_b [21]

Factor de longitud de la banda, C_l											
Longitud de banda (m)	32	40	50	63	80	90	100	150	200	250	300
C_l	222	192	167	145	119	109	103	77	63	53	47

Figura 49: Factores de longitud de banda C_l [21]

$$\frac{3,83}{C_l} = \frac{32}{222} = \frac{40}{192} \rightarrow C_l \approx 327,64$$

Condiciones de trabajo	Kf
Favorables, buena alimentación, bajas velocidades	1,17
Normal, condiciones estándar	1
Desfavorables, baja temperatura y alta velocidad	0,74 - 0,87
Temperaturas extremadamente bajas	0,57

Figura 50: Factor de servicio K_f [21]

$$P_1 = 0,192 \text{ kw}$$

- Potencia necesaria para elevar la carga a cierta altura:

La segunda potencia parcial, es la potencia derivada de la inclinación que tenga la cinta, es la necesaria para elevar la carga hasta una cierta altura, o para frenar la banda en el caso descendente.

$$P_2 = \frac{H * Q_m}{367} \quad (\text{ec 4.4})$$

Donde:

$H = 0,81\text{m}$. Altura de la banda transportadora.

$Q_m = 35,25 \text{ t/h}$. Capacidad de transporte de la banda.

$$P_2 = 0,078 \text{ kw}$$

- Potencia necesaria para vencer rozamiento de elementos auxiliares:

En el caso de que la cinta incorpore elementos auxiliares como trippers, dispositivos de guía y limpieza... etc.

$$P_3 = P_a + P_b + P_c \dots \quad (\text{ec 4.5})$$

Donde:

P_a = Potencia debida a los trippers (Kw)

P_b = Potencia debida a los dispositivos de limpieza (Kw)

P_c = Potencia debida a guías de carga y faldones (Kw)

En el caso de nuestro diseño no tenemos incorporado este tipo de dispositivos ya que es un diseño simple que se empleará para el transporte de paquetería.

La potencia total transmitida por el tambor motriz será la suma de las potencias anteriores.

$$P_T = 0,27 \text{ kw}$$

El valor obtenido no es definitivo, pero es válido para orientarnos al resultado final, calculamos la potencia requerida por el motor (P_M) para el accionamiento del tambor motriz:

$$P_M = \frac{P_T}{\eta} \quad (\text{ec 4.6})$$

Donde,

$$\eta = \eta_m \eta_r \quad (\text{ec 4.7})$$

Siendo,

$\eta_m = 0,9$ es el rendimiento del motor eléctrico.

$\eta_r = 0,9$ es el rendimiento de la caja reductora.

$$P_M = 0,33 \text{ kw}$$

Valores de las potencias normalizadas de motores eléctricos (kW)									
1,5	2,2	3	4	5,5	7,5	11	15	18,5	22

Figura 51: valores de las potencias normalizadas del motor [22]

Seleccionamos el valor del motor de la tabla anterior inmediatamente superior al obtenido en los cálculos.

4. Resistencia mínima a tracción de la cinta:

Partiendo del valor de la potencia calculado en el apartado anterior, podemos obtener el valor del esfuerzo de tracción al que está sometida la banda transportadora. Para ello, se debe calcular la resistencia de tracción mínima que puede soportar la cinta de acuerdo con el valor de potencia obtenido anteriormente (no definitiva).

$$K = \frac{C_R * P_T}{C_v * v} \quad (\text{ec 4.8})$$

Donde:

k = Resistencia mínima a tracción de la banda (N/mm)

P_T = Potencia total (parcial) (Kw)

V = Velocidad de la banda. (m / s)

C_R = Factor de fricción según la superficie del tambor

C_v = Factor de pérdida de resistencia a tracción según el tipo de banda (número de telas)

FACTOR DE FRICCIÓN C_R								
Superficie del tambor motriz	Coeficiente de fricción μ	Ancho de banda (mm)						
		300	400	500	650	800	1000	1200
Sin recubrimiento y mojado	0,15	98	74	59	45	37	30	25
Recubierto con goma, mojado y sucio	0,3	62	46	37	28	23	18	15
Sin recubrimiento y seco	0,35	57	43	34	26	21	17	14
Con recubrimiento de goma y seco	0,4	53	40	32	25	20	16	13

Figura 52: coeficiente de fricción según la superficie del tambor [21]

Tipo de banda DUNLOP	Tipo de empalme por número de telas		Factor C_v
DUNLOPFLEX	2 capas superpuestas	Al 100 %	1
	2 capas superpuestas	Al 50 %	0,5
TRIOFLEX	3 capas superpuestas	Al 100 %	1
	2 capas superpuestas	Al 50 %	0,67
SUPERFORT	Número de capas	1	0,7
		2	0,5
		3	0,67
		4	0,75
		5	0,8
		6	0,83
FERROFELX	Zig-Zag	-	0,9
STEELCORD	Número de escalones	1-2	1
		03-ene	0,95
		4	0,9

Figura 53: factor de pérdida de resistencia a tracción según el tipo de banda [21]

$$K = 49,4 \text{ N/mm}$$

Resistencias nominales (R_N) de las bandas									
126	160	200	250	315	400	500	630	800	1000

Figura 54: Resistencias nominales de las bandas

De la tabla anterior escogemos el valor inmediatamente superior que el obtenido.

Partiendo del valor escogido de la tabla, podemos calcular el coeficiente de seguridad por resistencia a tracción con la que trabajaría la cinta:

$$C_{\text{seg}} = \frac{126}{49,4} = 2,55$$

5. Cálculo de las tensiones de trabajo de la banda:

Debido a la tracción ejercida por la superficie del tambor motriz en su contacto con la cinta, la fuerza de arrastre del tambor genera una serie de tensiones en el conjunto.

- Estado estacionario

Calculamos la fuerza tangencial (F_t) transmitida por el tambor motriz sobre la banda en el estado estacionario.

$$F_t = \frac{P_T * 1000}{v} \quad (\text{ec 4.9})$$

Donde:

$$P_T = 0,27 \text{ kw}$$

$$v = 0,47 \text{ m/s}$$

$$F_t = 574,5 \text{ N}$$

Una vez obtenido el valor de la fuerza tangencial, aplicamos la ecuación de Euler-Eytelwein que establece la relación entre las tensiones de cada ramal de la cinta.

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\alpha} \quad (\text{ec 4.10})$$

Donde,

T1: es la tensión del lado más tenso de la banda (N)

T2: es la tensión del lado menos tenso de la banda (N)

$\alpha = \pi$ radianes, es el ángulo de contacto entre banda y tambor motriz.

$\mu = 0,35$ (ver la figura 50. Valores del coeficiente de fricción entre banda y superficie del tambor)

Valores del coeficiente de fricción, μ		
Superficie del Tambor	Sin Recubrimiento	Con Recubrimiento
Alta adherencia	0,35	0,45
Seca	0,35	0,40
Húmeda	0,20	0,35
Mojada	0,10	0,30

Figura 55: Coeficiente de fricción [21]

Por otro lado, la fuerza tangencial se entiende por la diferencia entre las tensiones en el lado flojo y el lado tenso de la banda.

$$F_t = T_1 - T_2 \quad (\text{ec 4.11})$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones, obtenemos los valores T_1 y T_2 .

$$T_1 = 861 \text{ N}$$

$$T_2 = 287 \text{ N}$$

- Estado no estacionario

Las tensiones calculadas anteriormente son válidas cuando la cinta transportadora ya ha alcanzado un régimen de velocidad constante. Durante el arranque se generan picos de tensiones que son considerablemente superiores que los valores de la cinta funcionando en régimen estacionario, y se debe calcularlos para evitar daños en la cinta.

Según los fabricantes se considera que la fuerza tangencial máxima en el arranque no deberá ser superior de 1,6 veces el valor de la fuerza tangencial durante el régimen estacionario.

$$F_{tA} = 1,6 F_t \quad (\text{ec 4.12})$$

$$F_{tA} = 919,2 \text{ N}$$

Por otro lado, se debe estimar un valor del coeficiente de fricción durante el arranque un poco mayor que el que se emplea durante el régimen estacionario, así evitamos el deslizamiento de la cinta sobre el tambor en los primeros instantes del arranque del motor.

$$\mu_A = \mu + 0,05 \quad (\text{ec 4.13})$$

$$\mu_A = 0,4$$

Aplicamos las formulas con los nuevos valores:

$$T1_A = \frac{F_{tA} * e^{\mu_A * \alpha}}{e^{\mu_A * \alpha} - 1} \quad \left. \vphantom{\frac{F_{tA} * e^{\mu_A * \alpha}}{e^{\mu_A * \alpha} - 1}} \right\} \quad \boxed{T1_A = 1285 \text{ N}} \quad (\text{ec 4.14})$$

$$T2_A = \frac{F_{tA}}{e^{\mu_A * \alpha} - 1} \quad \left. \vphantom{\frac{F_{tA}}{e^{\mu_A * \alpha} - 1}} \right\} \quad \boxed{T2_A = 366 \text{ N}} \quad (\text{ec 4.15})$$

6. Cálculo de velocidad de giro del tambor motriz:

Según la norma DIN-22101 aplicamos la siguiente fórmula para calcular la velocidad de giro del tambor motriz.

$$N_T = \frac{v * 60}{\pi * D_T} \quad (\text{ec 4.16})$$

Donde,

$v = 0,47 \text{ m/s}$, la velocidad de avance de la banda.

$D_T = 0,113 \text{ m}$, el diámetro del tambor motriz.

Sustituimos en la ecuación 4.16 para obtener la velocidad de giro del tambor motriz:

$$\boxed{n_T = 79,4 \text{ rpm}}$$

7. Cálculo de cargas sobre el tambor motriz:

A partir de las tensiones de la banda durante el arranque calculadas anteriormente, podemos calcular la fuerza de arranque que actúa sobre el tambor motriz por parte del motor para lograr acelerar la banda desde el punto cero hasta la velocidad de régimen estacionario.

- Carga del tambor motriz en el arranque (F_{tA}):

$$F_{tA} = T1_A + T2_A \quad (\text{ec 4.17})$$

$$\boxed{F_{tA} = 1651 \text{ N}}$$

- Par motor en el arranque (M_A) :

$$M_A = \frac{F_{tA} * D_T}{2} \quad (\text{ec 4.18})$$

$$M_A = 93,3 \text{ N.m}$$

8. Selección final de la resistencia nominal de la banda:

Para seleccionar la resistencia nominal de la banda normalizada por los fabricantes, debemos calcular la resistencia nominal mínima que debe ofrecer la banda, y coger el valor inmediatamente superior al calculado. Para ello, usamos la siguiente expresión:

$$R = \frac{T \cdot C_S}{B} \quad (\text{ec 4.19})$$

Donde,

R = la resistencia nominal mínima que debe ofrecer la banda (N/mm)

$T = 1285 \text{ N}$, la tensión de trabajo máximo calculada en la banda

$B = 400 \text{ mm}$, el ancho de banda

C_S = coeficiente de seguridad, según el tipo de banda:

$C_S = 8$ para bandas con cable de acero.

$C_S = 10$ para el resto de bandas.

Sustituyendo los valores en la ecuación (4.19):

$$R = 32,13 \text{ N/mm}$$

Resistencias nominales (R_N) de las bandas textiles (N/mm)									
126	160	200	250	315	400	500	630	800	1000

Figura 56: resistencia nominal normalizada según la norma DIN 22101

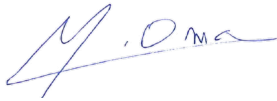
Calculamos el coeficiente final de seguridad en la banda por resistencia a tracción:

$$C_{\text{seg}} = \frac{126}{32,13} = 3,92$$

9. Conclusión:

Según los cálculos realizados podemos concluir que la cinta transportadora diseñada, junto a los elementos seleccionados para ello, son compatibles y válidos para un correcto funcionamiento que debe realizar la banda en las condiciones de trabajo mencionados

anteriormente. Ya que hemos obtenido valores de coeficientes de seguridad fiables.



Omar Mernissi Oulad Khdar

13/11/2020

Capítulo 5

Optimización del funcionamiento de una cinta transportadora

1. Introducción:

Optimizar la estanqueidad y la seguridad de cualquier cinta transportadora entre los puntos de carga y descarga. Esta solución nos permite cumplir con los estándares ambientales y de seguridad al tiempo que reducimos nuestros costos de operación, mantenimiento y limpieza.

Esta optimización ofrece las siguientes ventajas:

- Sellado (Canalización de emisiones de polvo).
- Seguridad del personal.
- Rápido retorno de la inversión.
- Eliminación de desbordes de material.
- Mantenimiento sencillo y mínimo.

2. Criterios de optimización:

La clasificación de los criterios de optimización se basa en un sistema de puntos que se otorga sobre la base de cinco criterios claves. Estos criterios se eligieron como elementos claves para la elección del rascador o el sistema de limpieza adecuado. Estos son los cinco criterios siguientes:

- Ancho de banda.
- Velocidad de banda.
- Tipo de unión.
- Abrasividad del material.
- Pegajosidad / contenido de humedad del material.

3. Plan de mantenimiento:

Es el conjunto de tareas programado para el mantenimiento de la cinta transportadora, siguiendo algún tipo de criterio. Principalmente se genera para mantener los equipos del conjunto, la determinación y el control de las posibles fallas del sistema a lo largo del tiempo.

Este plan de mantenimiento abarca 3 tipos de actividades:

- Las actividades realizadas diariamente por parte del equipo de operación.
- Las actividades realizadas a lo largo del año.

- Las actividades realizadas durante las paradas.

Según el tipo de la cinta transportadora, horas de su funcionamiento, la complejidad del equipo etc. Se emplea un tipo de mantenimiento u otro.

3.1. Mantenimiento correctivo:

Como indica su propio nombre, el mantenimiento correctivo es aquel que corrige los defectos observados en la instalación. Es una actividad que se realiza tras la ocurrencia de una falla en el sistema, y que tiene un objetivo que consiste en reparar, restaurar o reemplazar los componentes dañados.

3.2. Mantenimiento preventivo:

Es una técnica que se basa en un mantenimiento dirigido a la prevención de fallas, cuyo objetivo es mantener los equipos del sistema bajo condiciones específicas de operación. Y tener el control de las actividades para un funcionamiento más eficiente y fiable.

3.3. Mantenimiento predictivo:

El concepto de este tipo de mantenimiento se basa en que el sistema dará un aviso antes de que falle, por lo cual permite saber el estado de un elemento en un momento dado, y su comportamiento a lo largo del tiempo. Aprovechando esta información dada el monitoreo de la condición para tomar decisiones de reparación o cambio antes de que ocurra la falla. [23]

4. Conclusión general:

Las cintas transportadoras son máquinas en toda regla en una instalación y el hecho de que funcionen continuamente plantea muchas cuestiones de mantenimiento complicadas. Sin llegar a una avería completa que inmovilice toda la cadena productiva, el menor fallo de funcionamiento de este tipo de equipos tiene un impacto muy fuerte en el rendimiento de la unidad productiva y por tanto en la competitividad de toda la planta.

Por tanto, el mantenimiento riguroso de estos equipos es fundamental, no solo por razones obvias de seguridad, sino también para preservar la rentabilidad de las instalaciones.

Los técnicos verifican, limpian y ajustan los transportadores de acuerdo con los estándares regulatorios para optimizar su operación y la seguridad de los empleados que trabajan en las cercanías.

La cinta transportadora es una instalación compleja formada por varias partes mecánicas,

que juegan un papel fundamental en la producción.

Antes de cada elección o diseño de un transportador de cinta, primero es necesario hacer una investigación completa, que abarque todos los aspectos técnicos, para adquirir un conocimiento suficiente sobre las características técnicas de los transportadores de cinta, los componentes de los transportadores y sus nombres, sus campos de aplicación, así como los distintos tipos de transportadores.

Este conocimiento nos permite determinar el tipo de cinta transportadora con un buen cálculo de dimensionamiento, con el fin de asegurar la larga vida de estos componentes y evitar los riesgos e impactos en la seguridad de estos últimos.

El objetivo de este proyecto fue realizar un estudio mecánico de la cinta transportadora en general, con el fin de observar el análisis de los distintos métodos de operación de este mecanismo.

Desde un punto de vista técnico, este proyecto nos permitió resaltar nuestras habilidades en este campo y explorar los diversos elementos y sus características, características del producto transportado, flujo de material deseado, características de la instalación y las diversas dimensiones de cada elemento, para asegurar los criterios de optimización disponibles de este transportador.

En general podemos decir que la cinta transportadora es una instalación compleja y los factores que inciden en la calidad de su operación con menos averías y costos son múltiples, estos últimos requieren un seguimiento continuo y el mantenimiento más riguroso.

A nivel personal, se cumple el objetivo de adquirir formación y conocimiento sobre un elemento muy importante en la industria, ya que este sistema abarca un amplio campo de la ingeniería en general. Y en especialidad la ingeniería mecánica.

Por otro lado, el aprendizaje del manejo de un sistema potente como Solidworks a la hora de diseñar elementos mecánicos.

BIBLIOGRAFIA:

- [1]: F. Javier García Ramos, Desarrollo de dispositivos mecánicos para minimizar daños y medir la firmeza en líneas de manipulación de frutas, Madrid: 2000
- [2]: Ricardo Dario Primo, el comienzo de las Cintas transportadoras, Nanotec 2017 pág. 1
- [3]: Agustín López Roa. Cintas transportadoras, Ed: CIE inversiones editoriales Dossat-2000, S.L.
- [4]: Juan Carlos Santillán Mestanza, Criterio para el diseño de una cinta transportadora, monografías, 2008
- [5] Fuente: René Puig Martínez, researchGate fig. 64
- [6] Fuente: René Puig Martínez, researchGate fig. 79
- [7] Fuente: rotranssa.com, Tambores y poleas
- [8] Agustín López Roa. Cintas transportadoras, Ed: CIE inversiones editoriales Dossat-2000, S.L. Pág. 383
- [9] Fuente: Cyntia 2010, wordpress. Componentes de una cinta transportadora
- [10] Fuente: rotranssa.com, Rascadores-de-bandas
- [11] Introducción a solidworks, pág. 9
- [12] Fuente: Camprodón, Bandas transportadoras aplicaciones estándar.
- [13] Fabricante, Bandas transportadoras, catálogo técnico, pág. 69
- [14] Fabricante, Bandas transportadoras, catálogo técnico, pág. 25
- [15] Habasit, cintas transportadoras con estructura de tejido, guía de ingeniería. Pág. 9
- [16] GrabCad Community, library, induction motor
- [17] Fuente: Kepack, catálogo transportador cintas pág. 10
- [18] Hinojosa Ruiz, Heber Rodrigo, Software para diseño de bandas transportadoras.
- [19] Departamento de ingeniería mecánica, Bandas transportadoras, universidad carlos III, Madrid. Pág. 13
- [20] Ing. Julio Moisés, Manejo de materiales. 2017, pág. 16
- [21] Conveyor belt technique, desing and calculation. Dunlop.

[22] MEB (Maquinaria eléctrica Bilbao), catálogo general motores trifásicos. Pág. 9

[23] Adrián Rodríguez Núñez, mantenimiento para cintas transportadoras. Maquinaria e industria, 2016



Omar Mernissi Oulad Khdar

13/11/2020

Capítulo 6

Presupuesto

En este capítulo se presentaran los precios de los diferentes elementos que componen la cinta transportadora, de los equipos empleados y el presupuesto de la mano de obra.

1. Presupuesto material:

Elementos	Designación	Cantidad	Precio unitario	Precio total	Mediciones
Banda PVC lisa	NHM-8EKBV	4	8,58 €	34,32 €	400x3950 mm
Tambor motriz	Eje roscado M12x480	1	618,00 €	618,00 €	113mm x 400mm
Tambor de cabeza o cola	Eje roscado M12x480	2	463,50 €	927,00 €	113mm x 400mm
Rodillo desviador	Eje roscado M10x480	3	160,50 €	481,50 €	50mm x 400 mm
Rodillo portante	Eje roscado M10x480	2	28,92 €	57,84 €	50mm x 400 mm
Motorreductor	S7I15GX	1	1 260,00 €	1 260,00 €	1,5kw
Descanso de parche 4 pernos	HDF12	2	38,18 €	76,36 €	30mm
Rodamiento de reglaje	HDTKP12_6	4	73,92 €	295,68 €	30mm
Pie nivelador	Tuerca hexagonal ISO 4032	4	28,82 €	115,28 €	80 mm de M12
Rodamiento del tambor	KB6200ZZ	6	12,50 €	75,00 €	32x12x9 mm
Rodamiento de rodamiento	KB6201ZZ	10	16,44 €	164,40 €	30x10x9 mm
Chapa de acero 1	Base de deslizamiento	1	126,24 €	126,24 €	3700x410x25 mm
Chapa de acero 2	Elemento del bastidor	2	132,54 €	265,08 €	4000x98,5x25 mm
Chapa de acero 3	Pie del bastidor	4	28,18 €	112,72 €	650x100x25 mm
Chapa de acero 4	Suporte del bastidor	2	22,92 €	45,84 €	410x80x25 mm
Chapa de acero 5	Suporte del bastidor 2	1	98,82 €	98,82 €	2920x92x25 mm
			Total	4 754,08 €	

Figura 57: Presupuesto material

2. Presupuesto mano de obra:

	Precio horas	horas	Total
Oficial 1a instalador de redes de detección y seguridad	16,72 €	1,5	25,08
Oficial 1a Cerrajero	16,43 €	31	509,33
Oficial 1a Ferrallista	16,98 €	7,5	127,35
Oficial 1a montador de estructura metálica	16,98 €	331,7	5632,266
Ayudante de cerrajero	15,13 €	15	226,95
Ayudante de ferrallista	15,82 €	6,3	99,666
Ayudante montador de estructura	15,82 €	331,7	5247,494
Elementos auxiliares para la soldadura	3,10 €	252	781,2
		Total	12649,336

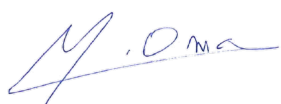
Figura 58: Presupuesto mano de obra

3. Presupuesto tornillería:

Tornillería	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Tornillo hexagonal inox DIN-933 M5x20	8	0,12 €	0,96 €
Tuerca hexagonal inox DIN-934 M5	8	0,08 €	0,64 €
Arandela plana inox DIN-125 M5	8	0,04 €	0,32 €
Tornillo hexagonal inox DIN-933 M8x20	4	0,15 €	0,60 €
Tuerca hexagonal inox DIN-934 M8	4	0,10 €	0,40 €
Arandela plana inox DIN-125 M8	4	0,04 €	0,16 €
Tornillo hexagonal inox DIN-933 M10x25	8	0,16 €	1,28 €
Tuerca hexagonal inox DIN-934 M10	8	0,10 €	0,80 €
Arandela plana inox DIN-125 M10	8	0,10 €	0,80 €
Tornillo hexagonal inox DIN-933 M12x20	8	0,16 €	1,28 €
Tuerca hexagonal inox DIN-934 M12	8	0,12 €	0,96 €
Arandela plana inox DIN-125 M12	8	0,12 €	0,96 €
Tornillo hexagonal inox DIN-933 M10x20	8	0,15 €	1,20 €
Tuerca hexagonal inox DIN-934 M10	8	0,10 €	0,80 €
Arandela plana inox DIN-125 M10	8	0,10 €	0,80 €
Tornillo hexagonal inox DIN-933 M6x20	4	0,08 €	0,32 €
Tuerca hexagonal inox DIN-934 M6	4	0,04 €	0,16 €
Arandela plana inox DIN-125 M6	4	0,02 €	0,08 €
Tornillo RS Pro perno hexagonal M10x50	6	18,76 €	112,56 €
Tuerca hexagonal inox DIN-934 M10	6	0,12 €	0,72 €
Arandela plana inox DIN-125 M10	6	0,10 €	0,60 €
Arandela Grower inox DIN-127 M12	6	0,04 €	0,24 €
		Total	126,64 €

Figura 59: Presupuesto tornillería**4. Resumen presupuesto:**

Presupuesto material.....	4754,08 €
Presupuesto mano de obra.....	12649,34 €
Presupuesto tornillería.....	126,64 €
Total.....	17530 €
IVA(21%).....	3681,30 €
Total presupuesto.....	21211,30 €

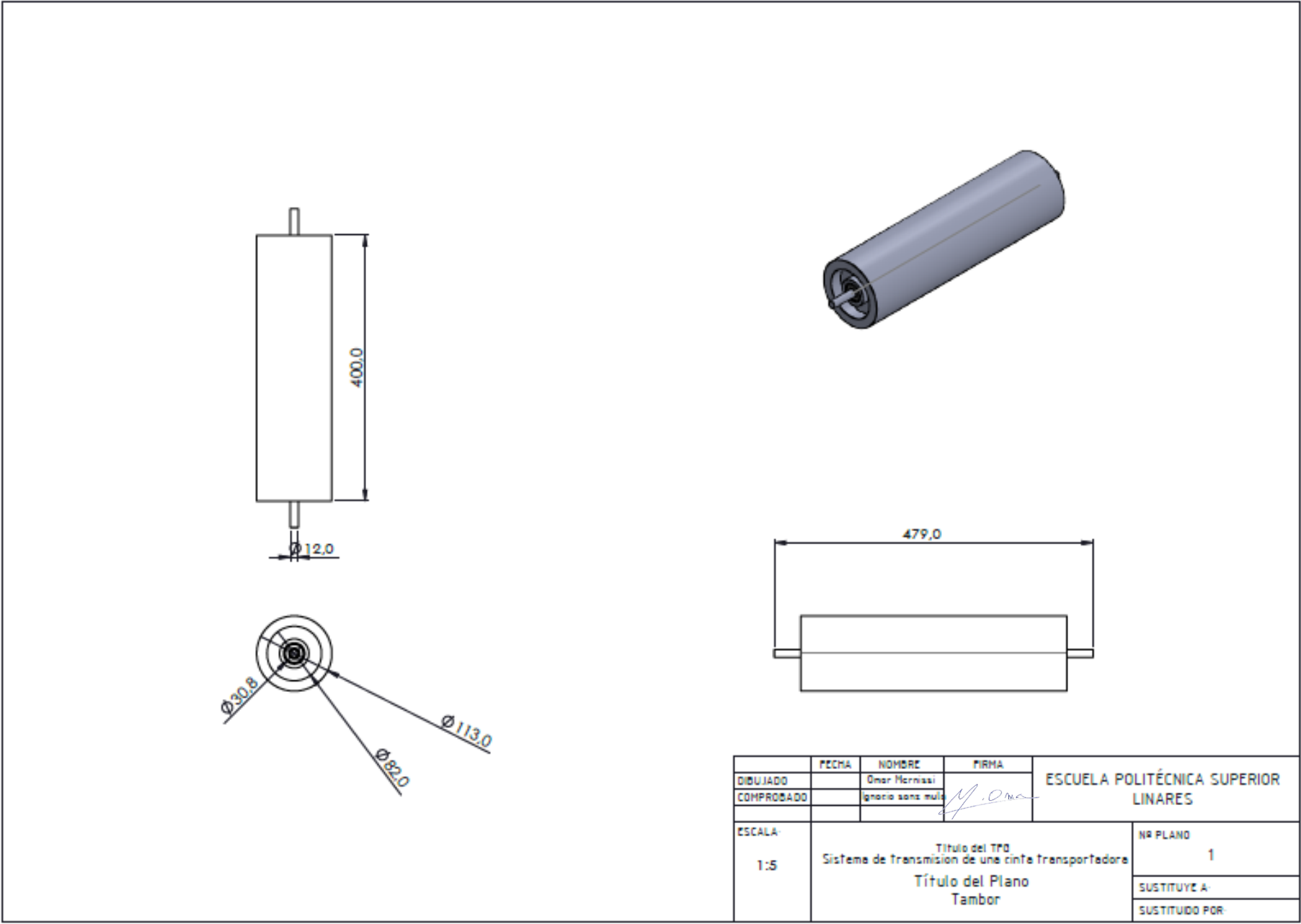
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. O. Ma' with a stylized flourish.

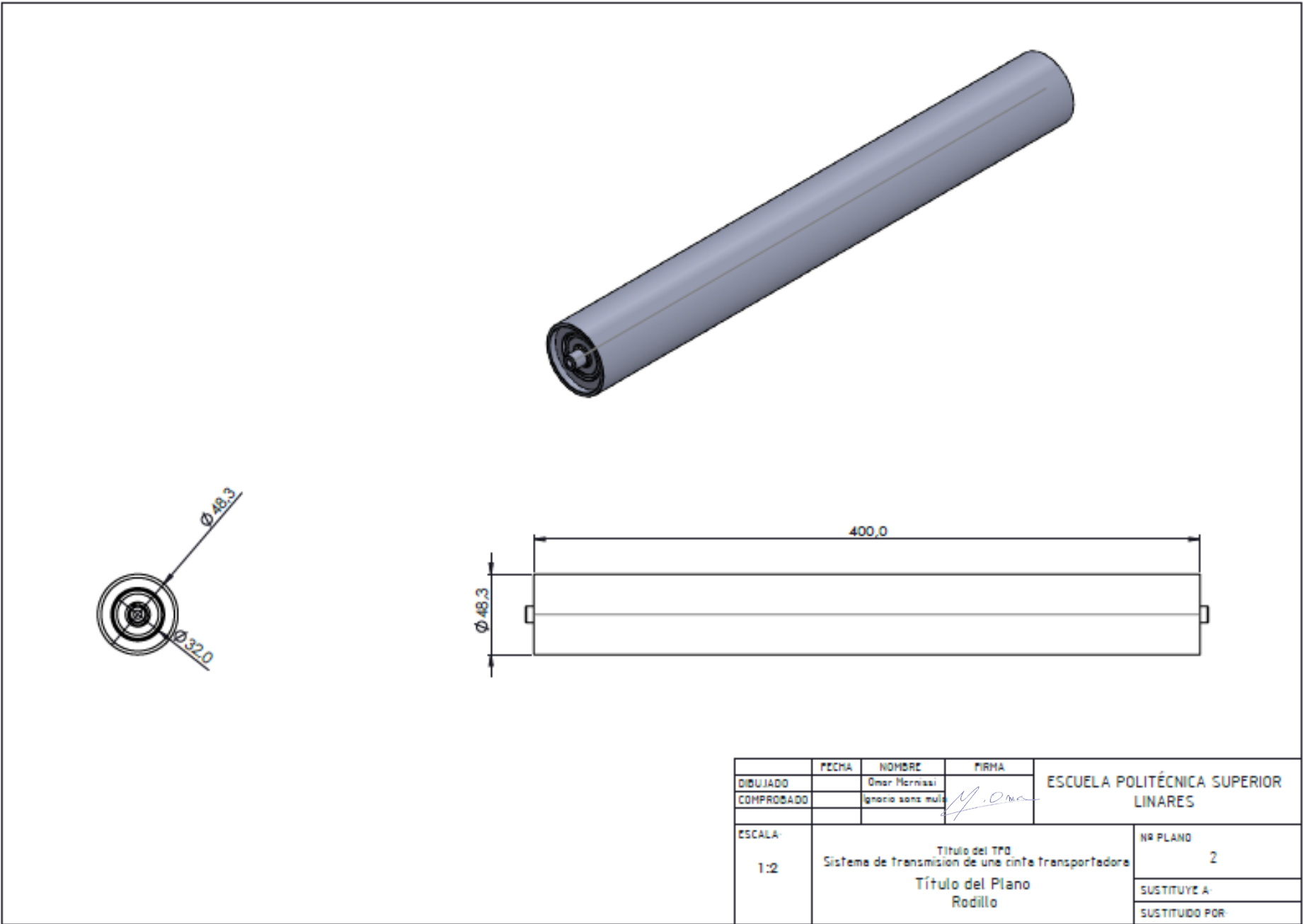
Omar Mernissi Oulad Khdar

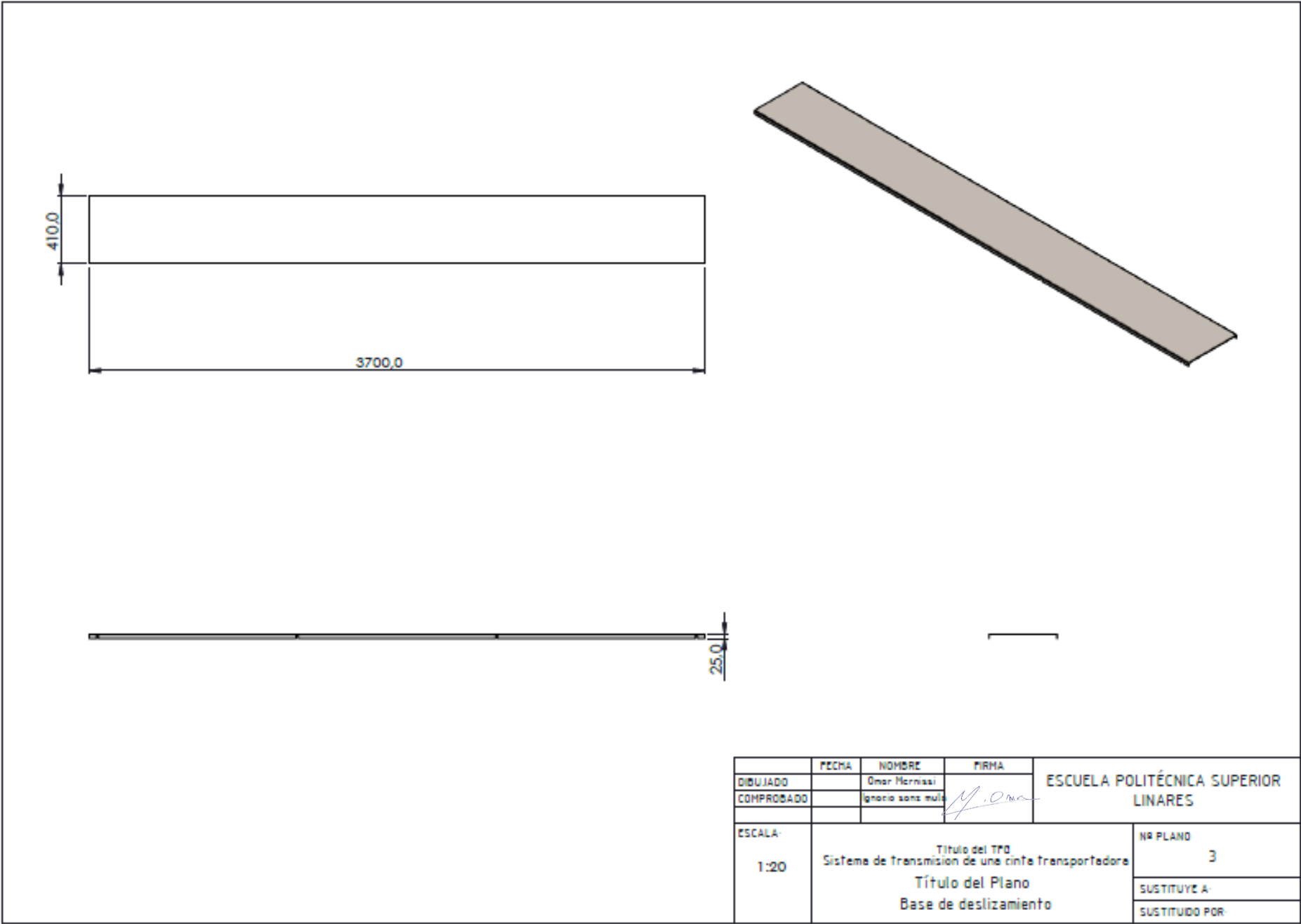
13/11/2020

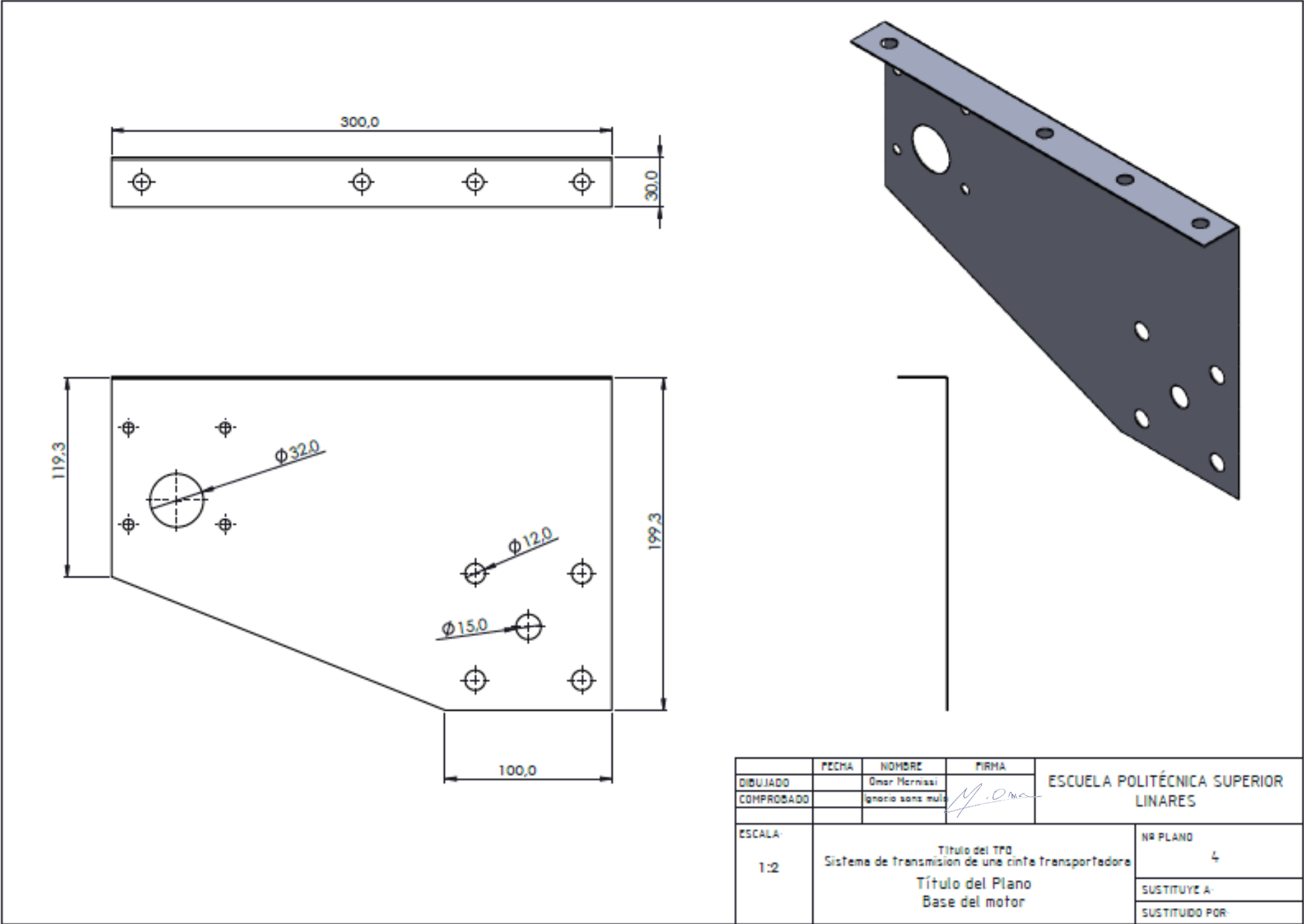
Capítulo 7

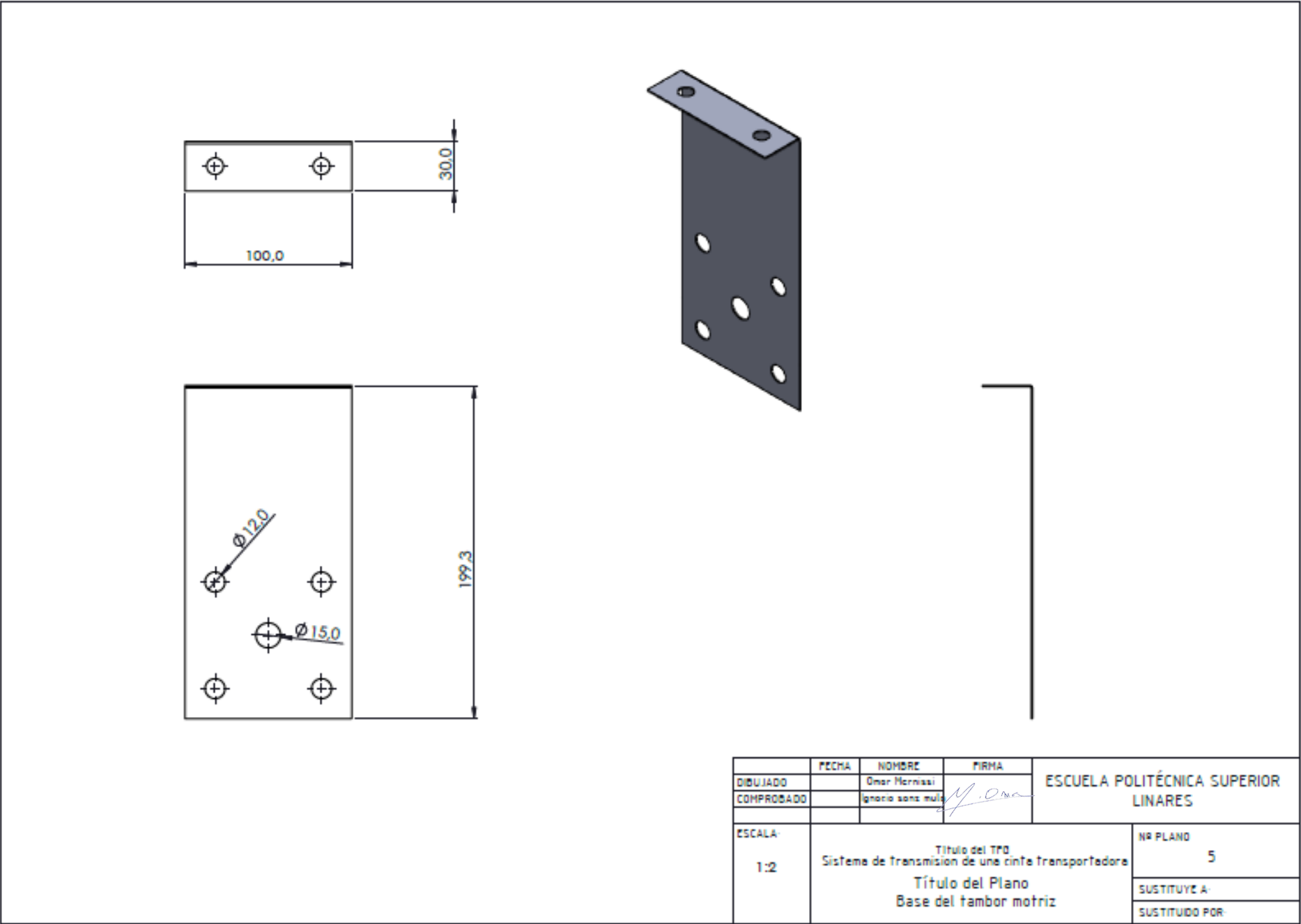
Catálogo de planos

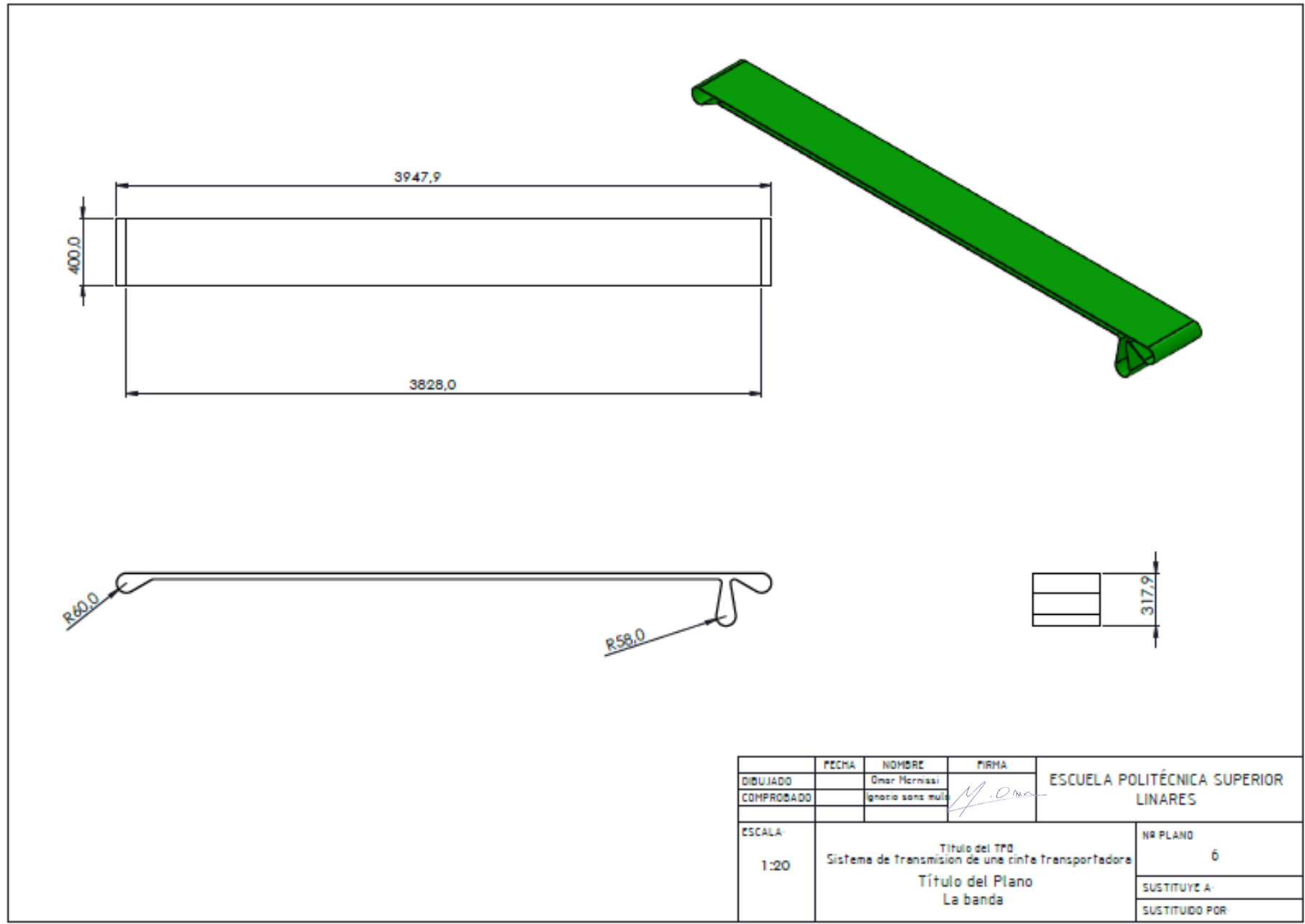


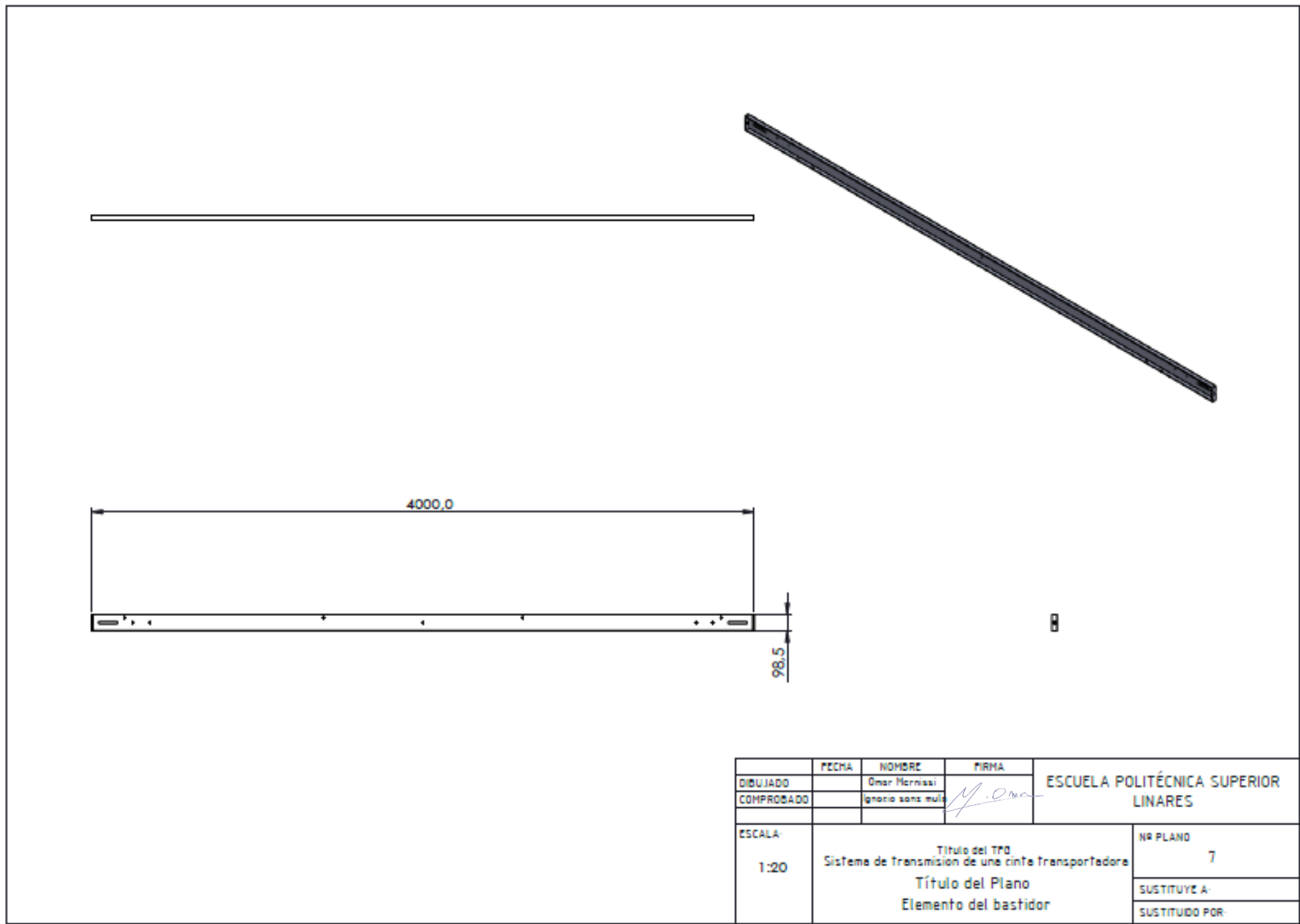


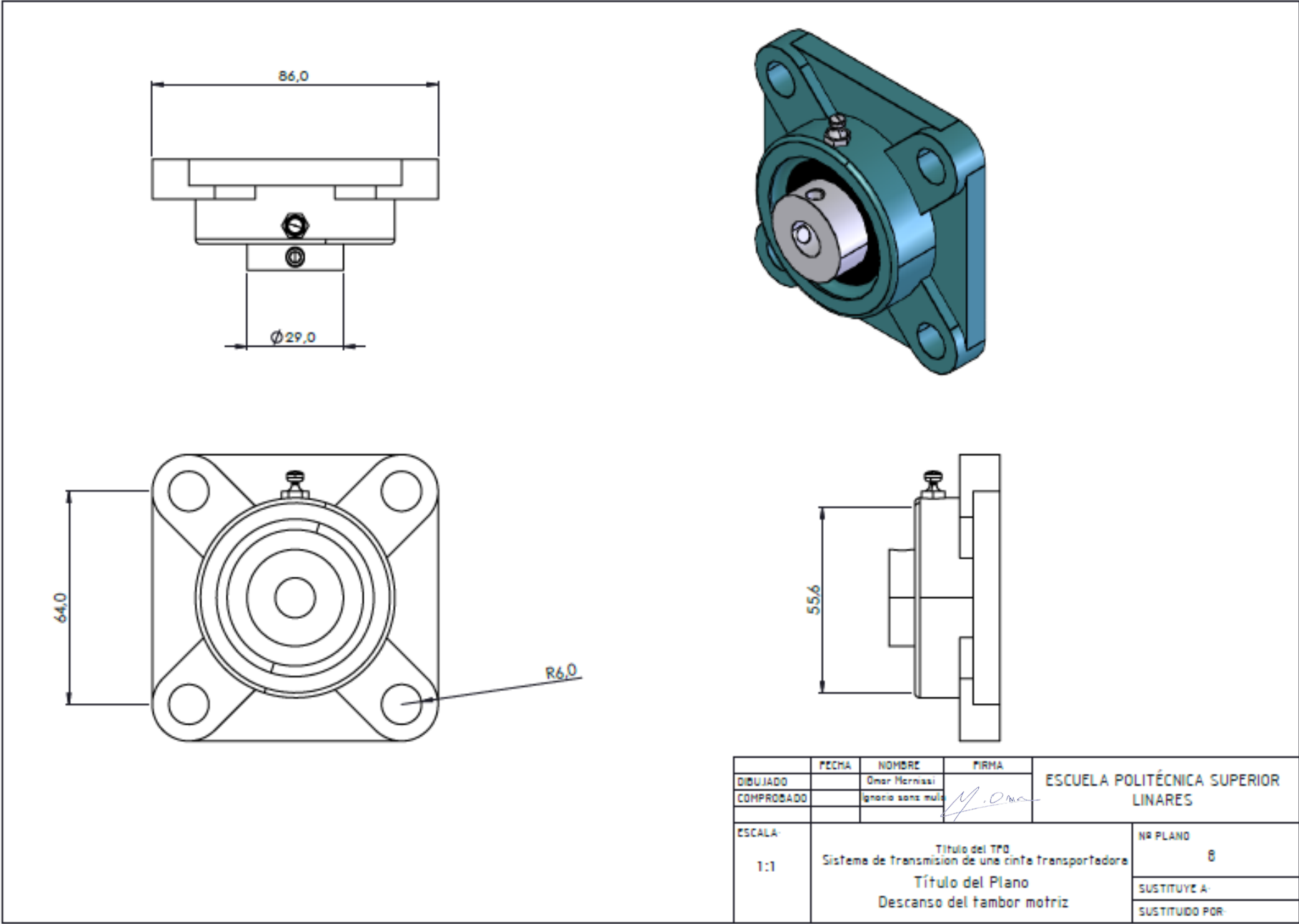


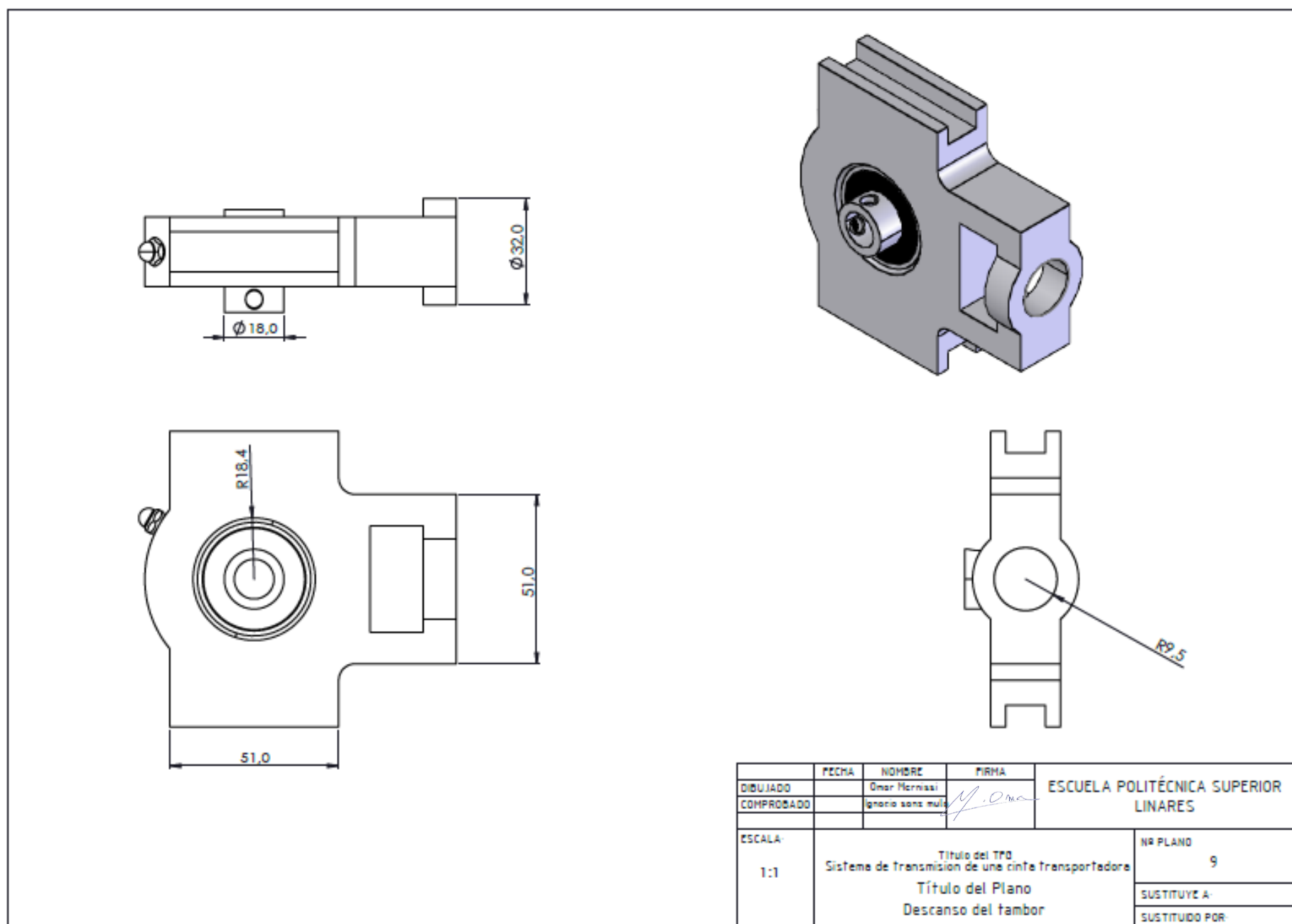


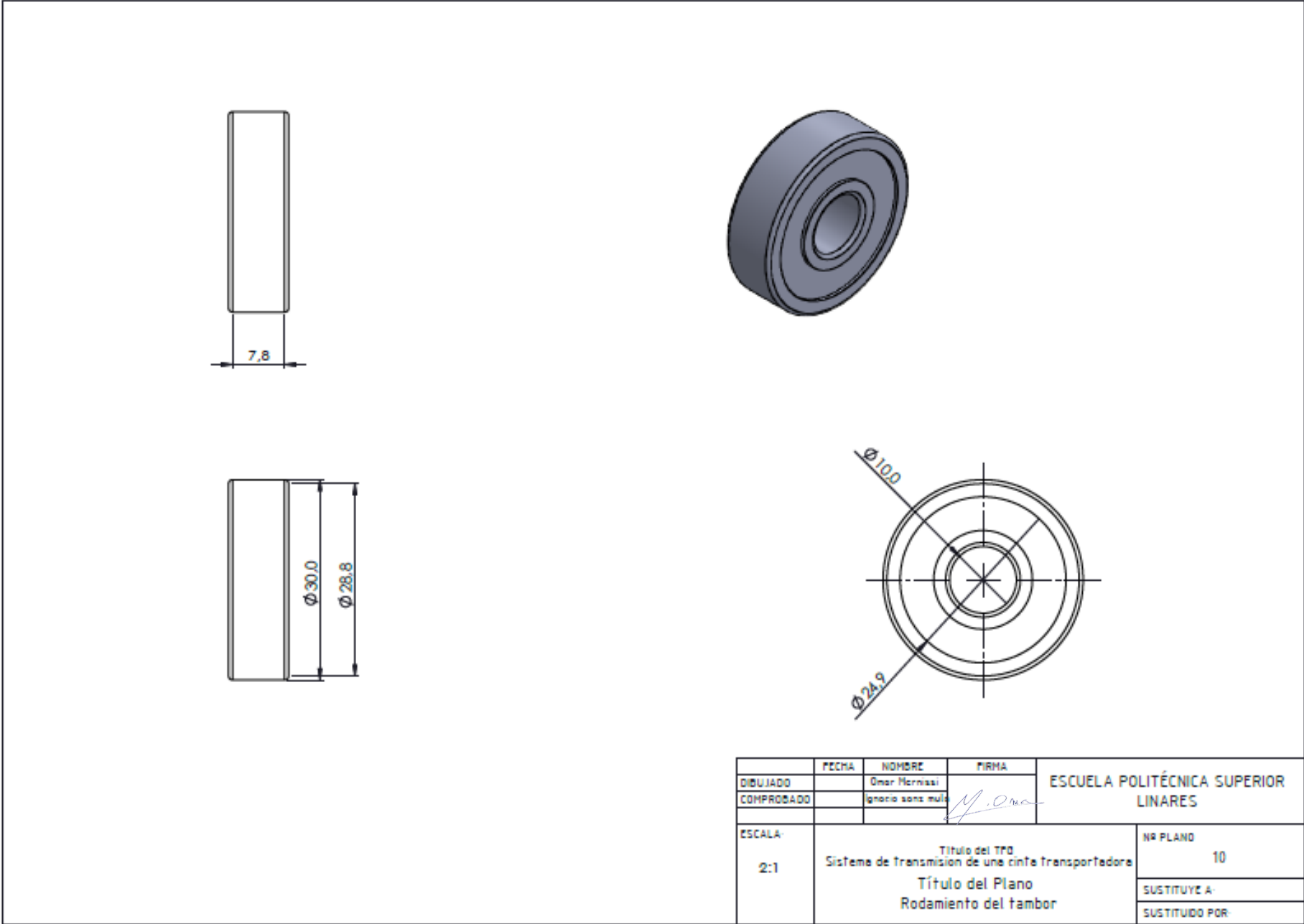


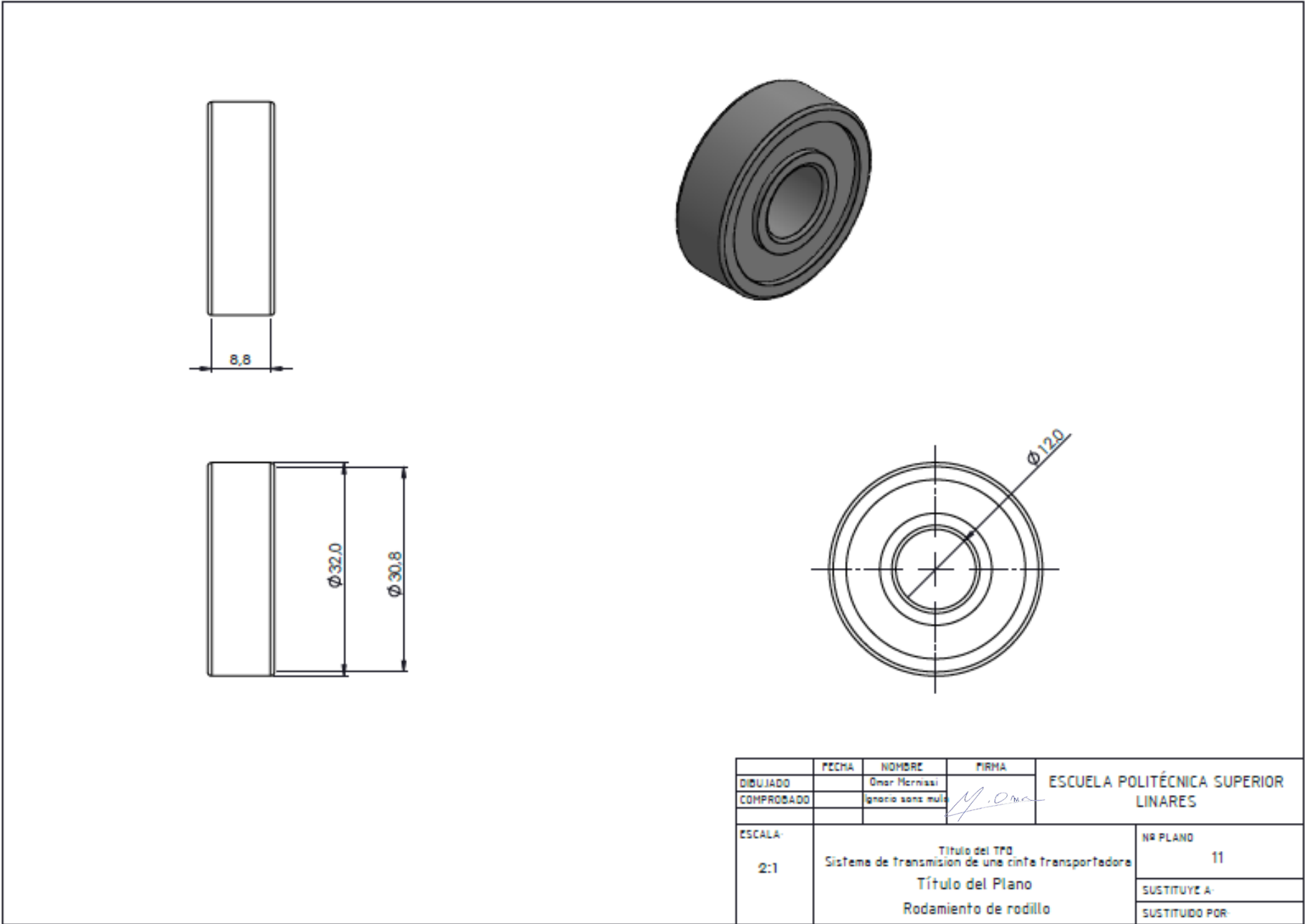


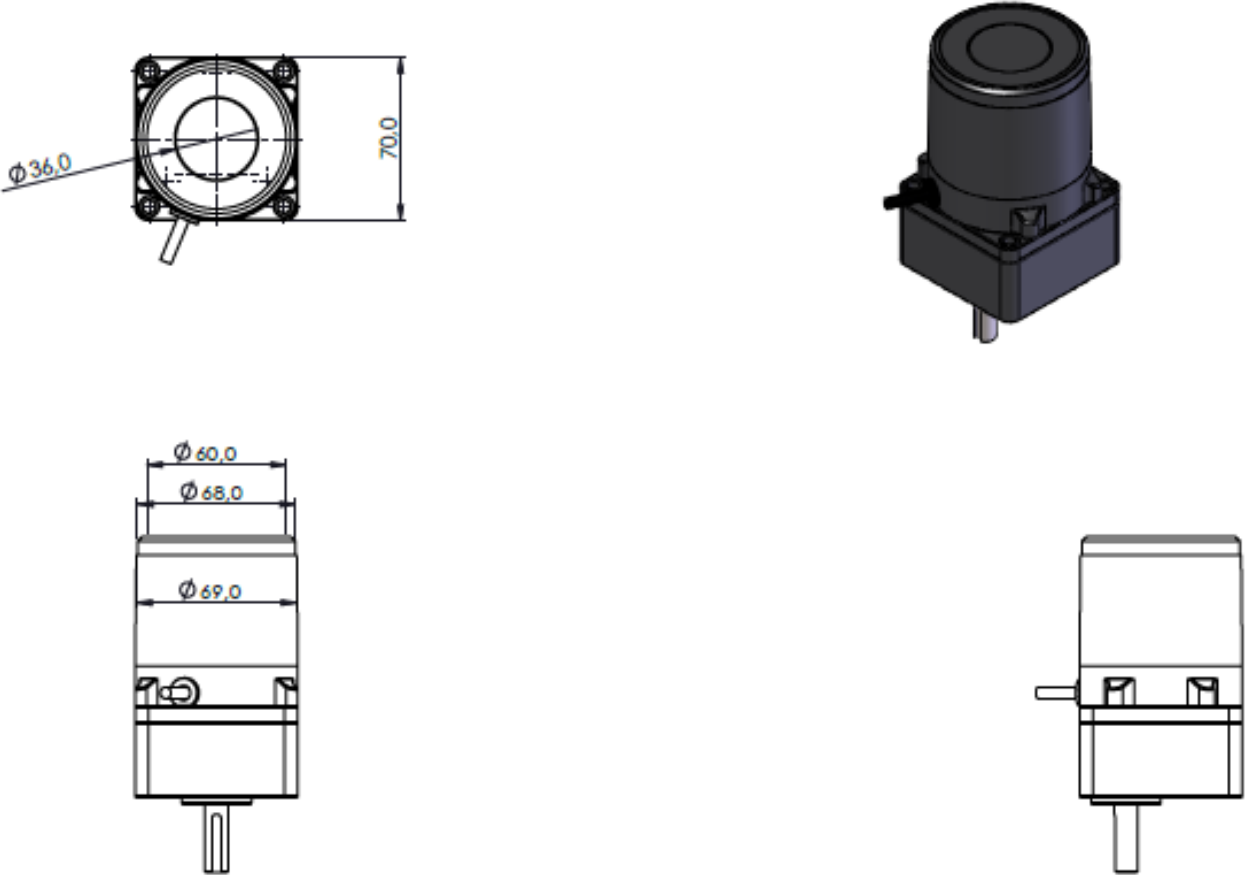




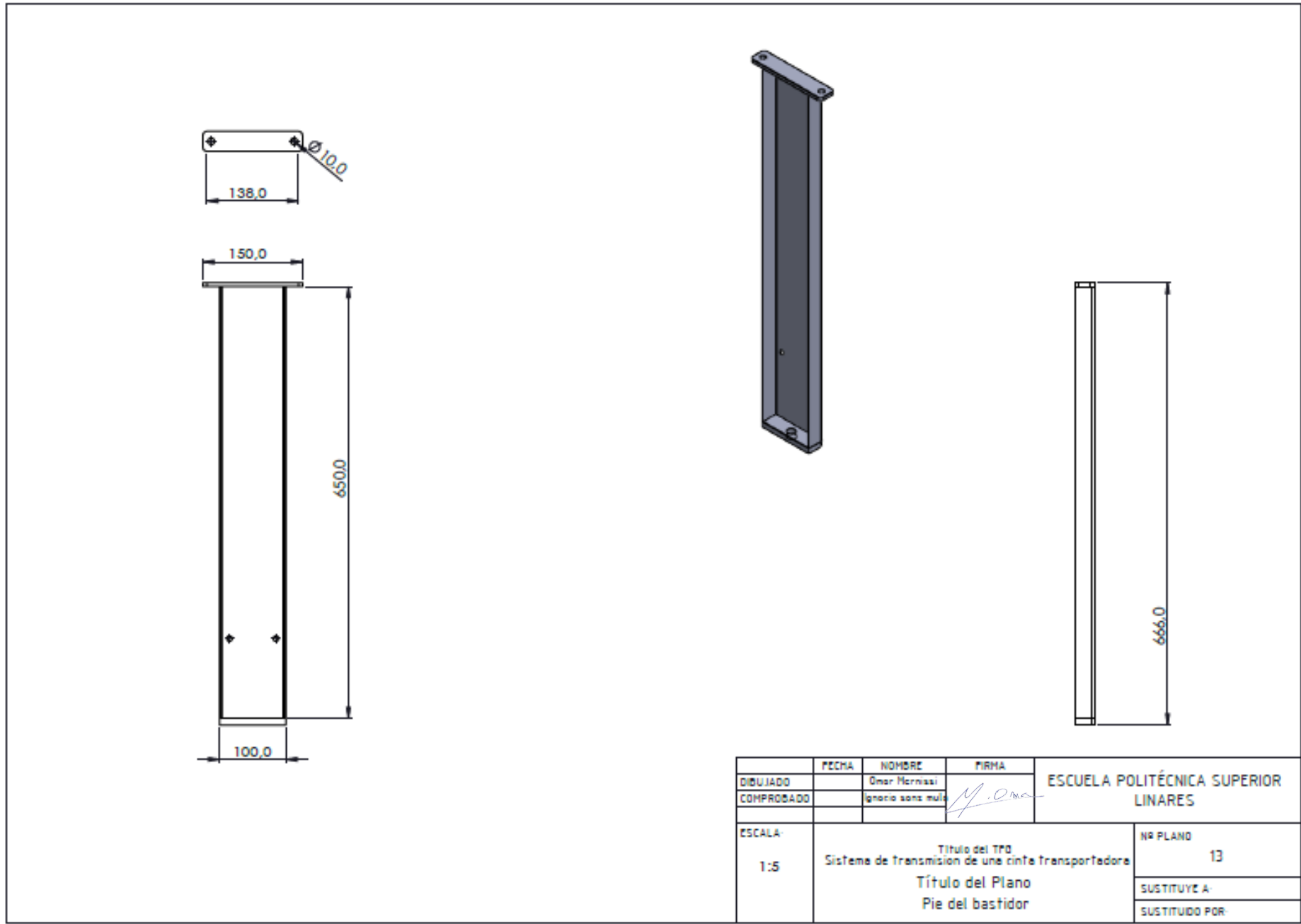


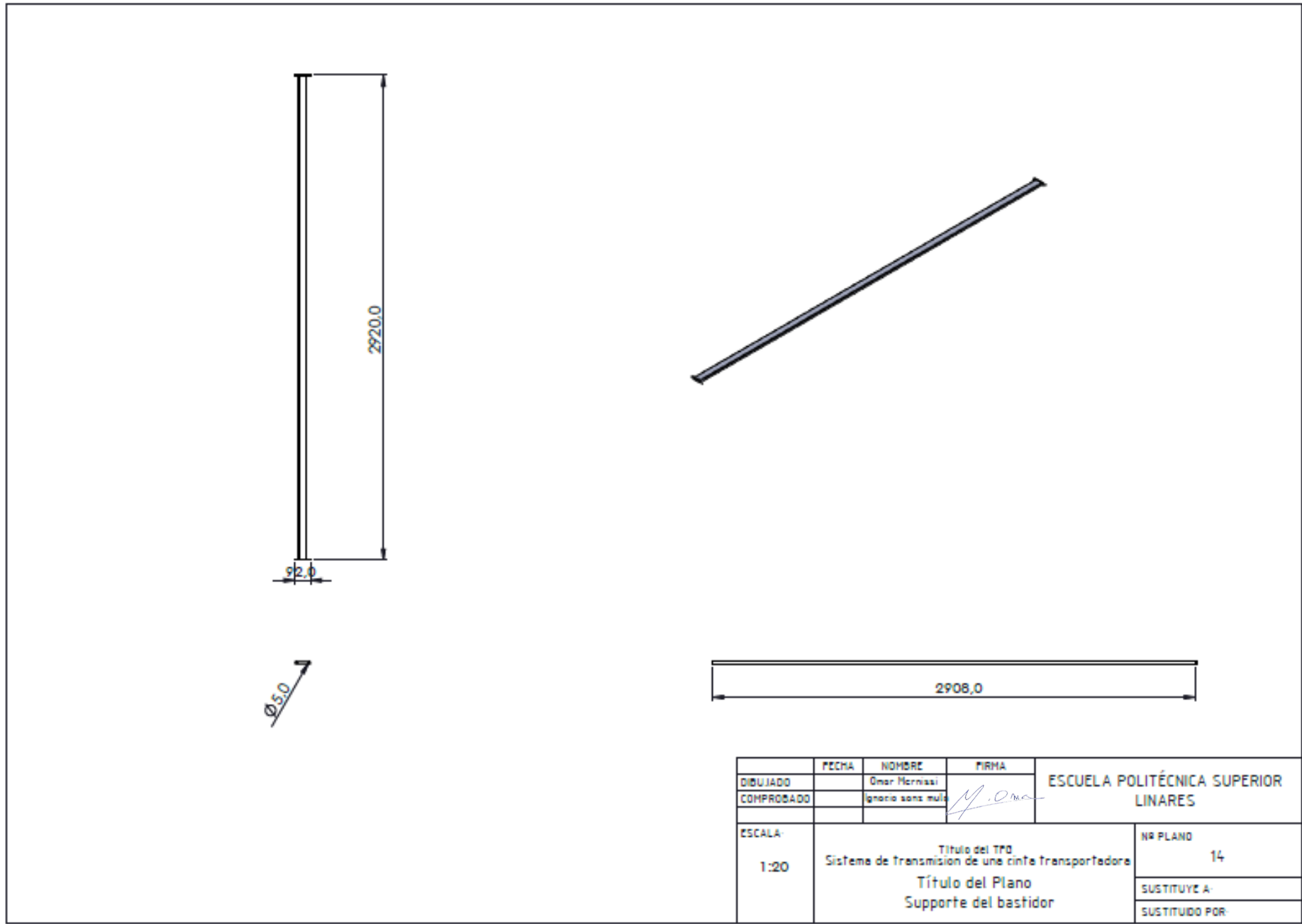


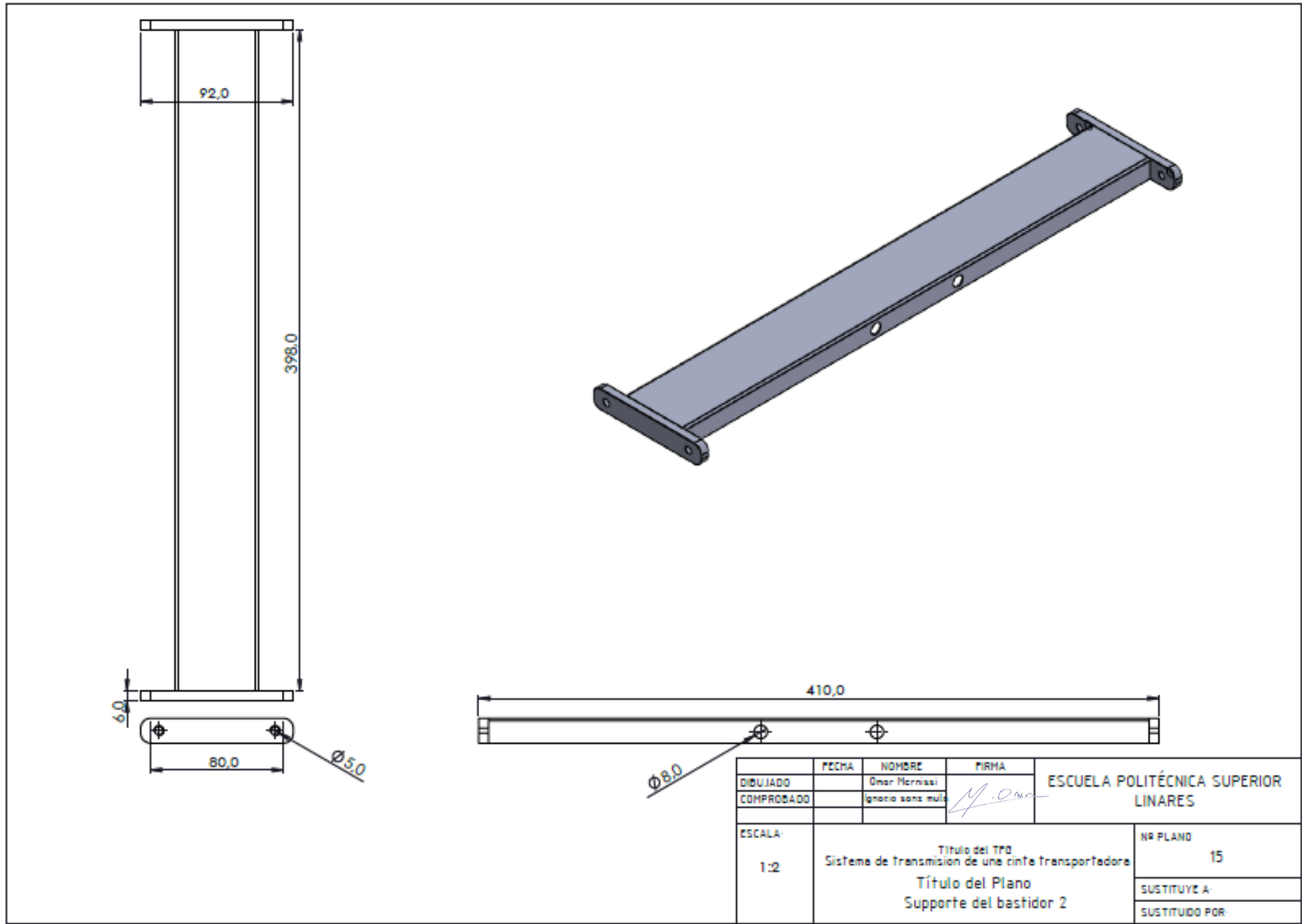


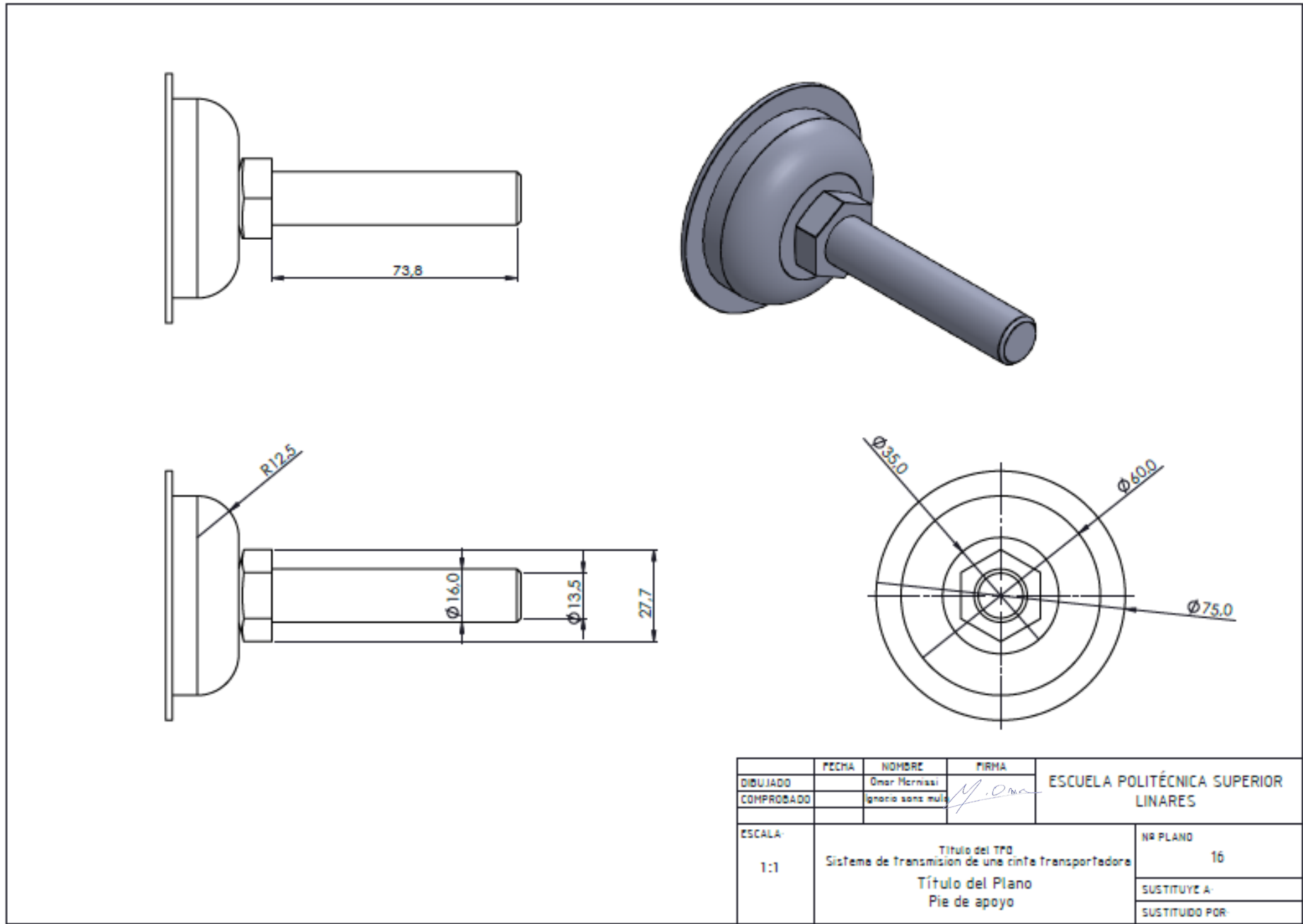


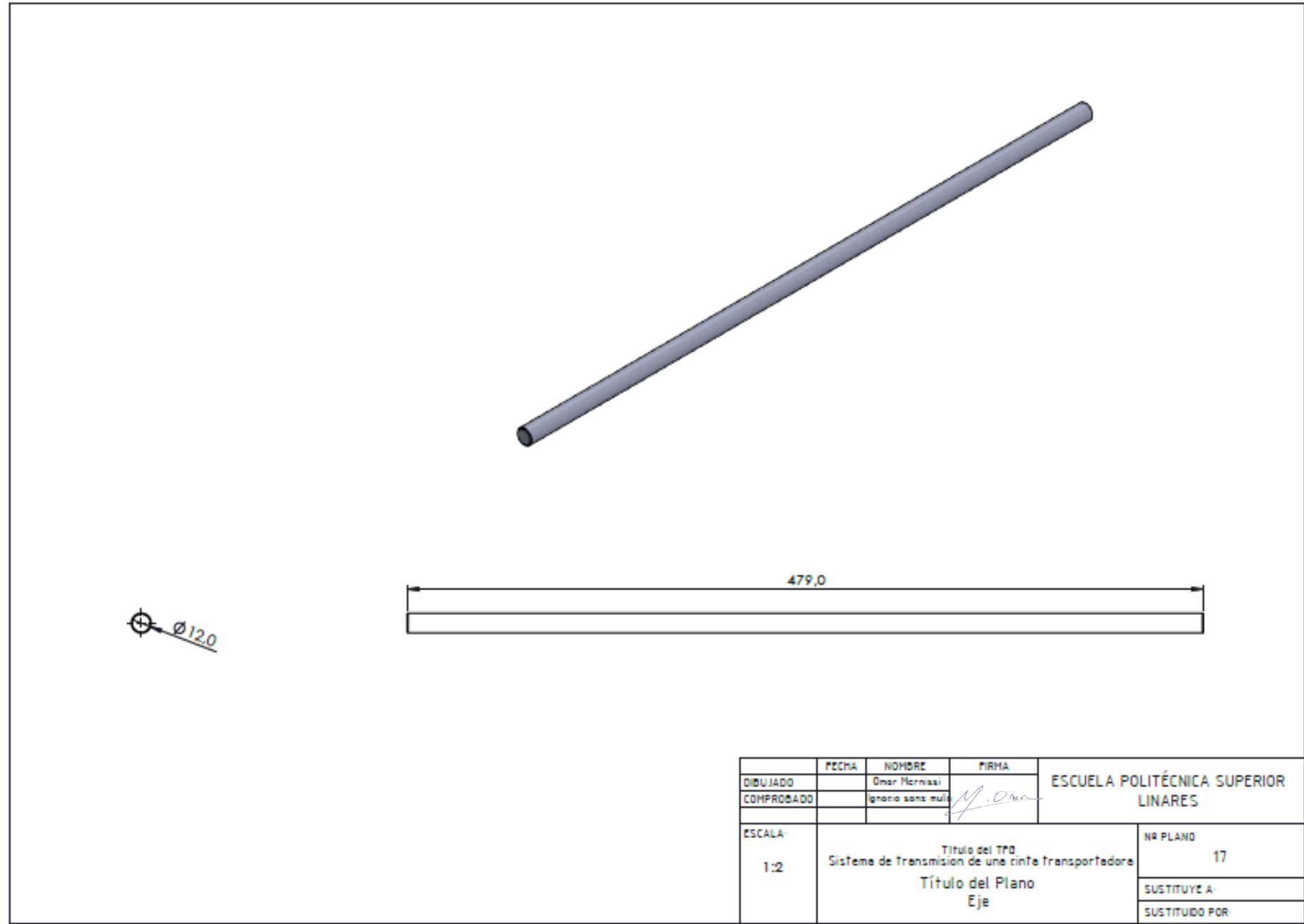
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO		Omar Hernández			
COMPROBADO		Ignacio Sans Mula	<i>M. O. M.</i>		
ESCALA:	Título del TFO Sistema de transmisión de una cinta transportadora			NR PLANO 12	
1:2	Título del Plano Motor, reductor			SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	











M. Omar

Omar Mernissi Oulad Khdar
13/11/2020