

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Diseño de Sistema de Transporte de Canastas
para una Planta Procesadora de Alimentos en la Industria Pecuaria

Trabajo de graduación en modalidad de trabajo profesional
presentado por
Diego Leonel Orellana Roldán.
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería
Mecánica.

Guatemala

2019

Diseño de Sistema de Transporte de Canastas
para una Planta Procesadora de Alimentos en la Industria Pecuaria

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Diseño de Sistema de Transporte de Canastas
para una Planta Procesadora de Alimentos en la Industria Pecuaria

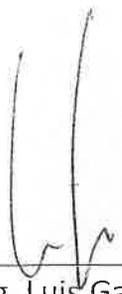
Trabajo de graduación en modalidad de trabajo profesional
presentado por
Diego Leonel Orellana Roldán.
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería
Mecánica

Guatemala

2019

Vo.Bo.:

(F)

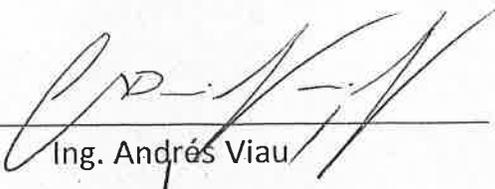

Ing. Luis Gabriel Cariñés

Tribunal:

(F)


Ing. Víctor Hugo Ayerdi

(F)


Ing. Andrés Viau

(F)


Ing. Luis Gabriel Cariñés

Fecha de aprobación: 20 de junio de 2019

Para ti, Papa, que estás viajando por las estrellas.

ÍNDICE

LISTA DE CUADROS	III
LISTA DE FIGURAS	IV
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. ANTECEDENTES	4
V. METODOLOGÍA	5
VI. RESULTADOS	63
VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	78
VIII. CONCLUSIONES	83
IX. RECOMENDACIONES.....	84
X. BIBLIOGRAFÍA.....	86
XI. ANEXOS	88

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de motores NEMA.....	14
Cuadro 2. Matriz de decisión para selección de sistema de elevación.....	22
Cuadro 3. Cálculo de potencia de motor en régimen de aceleración.	30
Cuadro 4. Cálculo de torque requerido en el motor en régimen estacionario	32
Cuadro 5. Especificaciones de motorreductor para sistema de elevación.....	33
Cuadro 6. Lista de componentes principales para cadena de transmisión.	40
Cuadro 7. Especificaciones de motorreductor para banda transportadora.	46
Cuadro 8. Requerimientos del motor principal del módulo de colocación	54
Cuadro 9. Especificaciones del transportador inferior (módulo de colocación).	55
Cuadro 10. Resultados de motorreductor del punto de carga.....	56
Cuadro 11. Parámetros utilizados para la programación LADDER del PLC	61
Cuadro 12. Resultados de torre de elevación	63
Cuadro 13. Resultados de cálculo de unión soldada con mayor momento flector. .	64
Cuadro 14. Resultados de selección de motorreductor de sistema de elevación.....	65
Cuadro 15. Resultados de acoplamiento Lovejoy L-100, utilizado en la transmisión de potencia del sistema de elevación.	65
Cuadro 16. Resultados de uso de cadena de rodillos en el sistema de transmisión de potencia entre torres.....	66
Cuadro 17. Resultados para el sistema de cadena-sprockets de elevación.....	66
Cuadro 18. Resultados del eje de transmisión 1.....	67
Cuadro 19. Resultados de cálculo de eje de transmisión 1.....	69
Cuadro 20. Parámetros y resultados de chumacera con mayor carga.	69
Cuadro 21. Resultados de pernos de sujeción.	70
Cuadro 22. Resultados de bandeja de elevación.	71
Cuadro 23. Resultados de selección de motorreductor del transportador del colocador	72
Cuadro 24. Resultados de cadena de sistema de transmisión de potencia del transportador del colocador.....	72
Cuadro 25. Resultados estructurales del punto de carga.	73
Cuadro 26. Resultados de selección de motorreductor para banda transportadora. 74	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dimensiones de la canasta industrial a transportar	6
Figura 2. Transportador de ruedas.....	7
Figura 3. Transportador aéreo.	7
Figura 4. Banda transportadora	8
Figura 5. Transportador de banda con cuna de deslizamiento	9
Figura 6. Transportador de banda con rodillos intermedios.....	9
Figura 7. Transportador de rodillos	10
Figura 8. Ejemplo de elevador cíclico en voladizo.	11
Figura 9. Sistemas cadena-sprocket desfasados horizontalmente, propio de un elevador paternóster	12
Figura 10. Elevador continuo tipo S.....	12
Figura 11. Clasificación de motores eléctricos.....	13
Figura 12. Curvas características de distintas clases NEMA	14
Figura 13. Curva de velocidad contra torque de un motor asíncrono típico.	15
Figura 14. Selección de factor de servicio. Recuperado de Helical Bevel Geared Motors, B series, Motovario	16
Figura 15. Eslabones con aditamentos.	16
Figura 16. Aditamentos en cadenas estándar de rodillos.	17
Figura 17. Uso de aditamentos en hileras paralelas	17
Figura 18. Región de interés para colocación del sistema de transporte.....	19
Figura 19. Vista isométrica de presentación 3D de la región de interés.	19
Figura 20. Diagrama de selección de tipo de transportador.	21
Figura 21. Algoritmo para fase de diseño.	23
Figura 22. Vista isométrica de sistema de elevación con corte parcial	24
Figura 23. Vista frontal con corte parcial de estructura de torre del sistema de elevación.	25
Figura 24. Representación de plataformas de elevación y variables a evaluar	26
Figura 25. Posición de montaje del motorreductor utilizado en el sistema de elevación.	27
Figura 26. Diagrama de cuerpo libre del sprocket motorizado.	28
Figura 27. Aplicación de principio de D'Alambert.	29
Figura 28. Desbalance de cargas en la operación.....	31
Figura 29. Vista de primera fase de transmisión.	33
Figura 30. Flujo y distribución de potencia mecánica en el sistema de elevación..	34
Figura 31. Uso de collarines de fijación axial para los sprockets de elevación.	35
Figura 32. Apoyo inferior de sistema de elevación.	36
Figura 33. Tuercas de tensionamiento de apoyo inferior.	37
Figura 34. Cadenas de transmisión hacia la torre 2.....	38
Figura 35. Vista de sprocket conductor.....	38

Figura 36. Tensor de la cadena de transmisión hacia torre 2.	39
Figura 37. Vista de sprocket conducido y eje de transmisión	39
Figura 38. Representación esquemática del sistema de carga.	40
Figura 39. Plataforma o bandeja de elevación.....	41
Figura 40. Vista superior del punto de carga, siendo cruzado por bandeja de elevación.	41
Figura 41. Enlace bandeja-cadena de elevación. Se enfoca el soporte con eje.	42
Figura 42. Visualización de distancia entre soportes de bandeja.	42
Figura 43. Uso de collarines para ensamblaje de bandeja.	43
Figura 44. Sistema de elevación ensamblado.	43
Figura 45. Módulo de transporte rectilíneo	44
Figura 46. Chasis modular de módulo del sistema de transporte lineal.	45
Figura 47. Chumacera utilizada en el módulo de transporte rectilíneo.	45
Figura 48. Rodillo de banda transportadora.	46
Figura 49. Montaje de motorreductor en banda transportadora, con uso de brazo de reacción	47
Figura 50. Sistema de tensionamiento a utilizar en la banda transportadora.	48
Figura 51. Representación esquemática del módulo de carga.	48
Figura 52. Representación esquemática del módulo de carga. modificado.	49
Figura 53. Vista de extremo de transporte rectilíneo con módulo de carga ensamblado.	49
Figura 54. Vistas ortogonales del módulo de descarga superior, ensamblado sobre un extremo del módulo de transporte rectilíneo.	50
Figura 55. Vista seccionada de un rodillo del transportador	50
Figura 56. Vista isométrica de modelo del conjunto módulo de carga inferior y transportador de rodillos.	51
Figura 57. Cruce entre bandeja de elevación y módulo de carga inferior.	52
Figura 58. Disminución de tensión en las cadenas corriente arriba.	53
Figura 59. Transmisión de potencia hacia rodillos de transportador inferior.....	54
Figura 60. Sistema de transporte de canastas instalado.....	56
Figura 61. Colocación de canasta sobre transportador inferior.	57
Figura 62. Avance de canasta a través del transportador inferior.	58
Figura 63. Paso de bandeja de elevación a través de un sensor inductivo.	58
Figura 64. Vista de los dos sensores fotoeléctricos	59
Figura 65. Colocación de canasta sobre punto de descarga del transportador superior	60
Figura 66. Avance de la canasta a través del módulo de transporte rectilíneo.....	60
Figura 67. Controlador Siemens LOGO! (tomado de siemens.com)	61
Figura 68. Programación LADDER para lograr la automatización del sistema de transporte.....	62
Figura 69. Visualización de resultados de esfuerzo de Von Mises de torre de elevación	63

Figura 70. Visualización de factor de seguridad sobre la fluencia de la torre de elevación	64
Figura 71. Vista seccionada, situación de carga y diagrama de momentos con respecto al Eje de transmisión 1.....	68
Figura 72. Situación sobre los pernos de sujeción de la base deslizante del tensor de sprockets.	70
Figura 73. Resultados de análisis por elementos finitos de la bandeja de elevación	71
Figura 74. Visualización de simulación por elementos finitos y resultado de factor de seguridad en el módulo de carga.....	73
Figura 75. Visualización de simulación por elementos finitos y resultado de desplazamiento en el módulo de carga	73
Figura 76. Vista esquemática de propuesta de bandeja de elevación pendiente de evaluar.....	84
Figura 77. Vista esquemática de diseño original alternativo para el sistema de tracción en el sistema de elevación.....	85

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el fin de proponer una actualización para un sistema de transporte de canastas industriales utilizado dentro de una fábrica de productos derivados del cerdo, ya que el utilizado en la actualidad no cumple con las especificaciones de desempeño requeridas tras concluir el proceso de expansión de la planta. El principal objetivo del sistema de transporte es ascender las canastas hacia una bodega de canastas desinfectadas ubicada en una segunda planta. La ejecución de la propuesta no debe superar los Q180,000.00. Durante el proceso de diseño del nuevo sistema se realizaron numerosas inspecciones de las áreas disponibles para su implementación y se determinó la trayectoria más corta sin tener que interrumpir otros procesos.

Se evaluaron distintas alternativas para lograr la conducción y elevación de las canastas, resultando como mejor opción un transportador de banda para el transporte rectilíneo y un elevador tipo paternóster con modificaciones necesarias para poder lograr la carga y descarga de canastas sobre sus plataformas de elevación. Para el diseño de estos módulos se seleccionó los materiales y componentes mecánicos que mejor se ajustan a los requerimientos.

Para lograr que el proceso de transporte se logre de manera automática, se utiliza un controlador lógico programable para dirigir y coordinar el movimiento de los módulos que conforman el sistema, de manera que exista coordinación para lograr una conducción estacionaria.

La ejecución de la propuesta tiene un costo de Q160,254.60, por lo que existen Q19,745.41 debajo del presupuesto disponible.

Se determinó el recorrido más corto posible en función de restricciones como obstáculos y modificaciones futuras de la planta, de modo que no tengan que interrumpirse otros procesos que ocurren durante la producción.

El sistema de transporte cuenta con la capacidad límite de conducir 12,000 canastas en 8 horas de operación.

I. INTRODUCCIÓN

Una empresa con planes de expansión dedicada al procesamiento de productos derivados del cerdo se encuentra con la necesidad de construir un conducto para transportar canastas industriales de plástico, las cuales están involucradas en procesos de producción y logística interna de la planta. El sistema de transporte está ideado de tal forma que las canastas sean transportadas desde un punto en una primera planta hacia una bodega ubicada en una segunda planta. Este consiste en tres módulos mayores: de colocación, de elevación y de conducción.

El módulo de colocación, o transportador inferior, conduce las canastas hacia un punto de carga, en el cual se preparan las canastas para ser elevadas por el módulo de elevación, que tiene como principal objetivo ascender las canastas hacia el módulo de conducción, el cual se encuentra a la misma altura de la bodega. El módulo de conducción tiene la función de transportar las canastas en línea recta mientras éstas se desinfectan utilizando amonio cuaternario, antes de ingresar a la bodega de almacenamiento. Esta secuencia de operaciones se realiza de manera continua, es decir, se debe transportar canastas de manera estacionaria y sin interrupción.

Se espera que la manufactura y montaje de este sistema logre disminuir considerablemente los tiempos de transporte, ya que el crecimiento de la planta exige el manejo de volúmenes mayores de canastas que deben transportarse y desinfectarse en el menor tiempo.

El empleo de componentes para desinfección, construcción de resguardos o encapsulamiento para componentes expuestos a la intemperie, y el diseño de diagramas para el cableado de los componentes electrónicos y eléctricos queda bajo responsabilidad del interesado en continuar, completar y ejecutar lo que aquí se presenta

II. OBJETIVOS

A. General

1. Diseñar un sistema de transporte de canastas para alimentos con el potencial de conducir 6000 canastas en 8 horas, bajo un presupuesto de Q180,000.

B. Específicos

1. Establecer el recorrido óptimo del sistema de transporte considerando la distribución actual y futura de la planta.
2. Comparar alternativas de transporte rectilíneo y seleccionar la que más se adapte para la conducción de canastas.
3. Determinar qué mecanismo de elevación es más adecuado para el ascenso continuo de canastas.
4. Diseñar la estructura de sujeción para el transporte y analizarla mediante el método de elementos finitos.
5. Establecer los costos totales de manufactura y montaje del sistema completo.

III. JUSTIFICACIÓN

Una planta de procesamiento de productos derivados del cerdo con planes de expansión necesita actualizar su sistema de transporte y elevación de canastas e implementar uno que supere el desempeño del actual.

Las canastas juegan un papel importante en el proceso de producción y logística interna, y se requiere un sistema más rápido para movilizarlas debido a un aumento en la producción proyectado hacia un futuro.

Se pretende utilizar un único mecanismo para el proceso de ascenso y descenso, ya que éstos ocurren en distintos momentos de una jornada.

Durante la práctica profesional, impuesta por la Universidad, se identificó las necesidades presentadas y se propuso trabajar en la propuesta aquí presentada como parte de las actividades de practicante, lo cual motivó a desarrollar el proyecto en modalidad de trabajo de graduación.

IV. ANTECEDENTES

Se utilizan canastas de plástico durante el proceso de producción y logística interna de una planta de procesamiento de productos cárnicos derivados del cerdo, en la cual se tiene previsto una duplicación en la producción total para el año 2022.

Estas canastas se utilizan a lo largo de casi todo el proceso de producción, desde el desposte del cerdo hasta el transporte de los derivados. También son utilizadas para el transporte de desperdicios.

La planta cuenta con una bodega de canastas desinfectadas, es decir, canastas que pasaron por un proceso de desinfección utilizando amonio cuaternario. Esta bodega se encuentra a una altura de seis metros, por lo que es necesario un elevador o mecanismo de elevación para transportar las canastas desde una planta hacia otra. Actualmente, el proceso de elevación utilizado no cumple con la rapidez para satisfacer la disponibilidad de canastas que se requiere debido a una futura duplicación de la producción total.

Se estableció que es necesario un sistema completamente nuevo para realizar la elevación y transporte de las canastas, el cual debe ser colocado dentro de una nueva ubicación de tal forma que no interrumpa u obstaculice otros procesos que ocurren dentro de la planta.

El departamento de producción estimó que es necesario el transporte de 6,000 canastas en ocho horas de operación, por lo que es necesario que el nuevo sistema de transporte sea capaz de conducir un número considerablemente mayor de canastas durante el mismo intervalo de tiempo debido a los paros o contratiempos que puedan ocurrir.

V. METODOLOGÍA

Se hace referencia a la Metodología de Diseño de Ingeniería de Norton (2009), para el proceso de diseño.

Esta sección no presenta un orden cronológico de cómo se trabajó el diseño del sistema y sus componentes, ni pretende centrar mayor atención a uno de los módulos que forma parte del sistema completo. La falta de orden cronológico se debe a la naturaleza iterativa del proceso de diseño de ingeniería, por lo que es prudente señalar que se exhibirán los módulos y componentes utilizados, previo a que estos sean introducidos oficialmente, sin embargo, se presenta la información en el orden que respecta a cada fase de la Metodología de Norton.

Los resultados de los cálculos realizados durante esta fase se presentan en la sección VI Resultados.

A. FASE DE INVESTIGACIÓN

1. Identificación de la necesidad.

El proceso de transporte de canastas actual inicia colocándolas y acomodándolas en una plataforma de elevación accionada por un polipasto, la cual tiene capacidad para 25 canastas. Al finalizar la elevación, se utiliza una carretilla para transportarlas hacia la bodega donde se descargan. Se realizaron cinco mediciones del tiempo que demora un ciclo de elevación y almacenamiento en condiciones de trabajo normales, proceso que cuenta con el apoyo de cuatro empleados. Se obtuvo un tiempo promedio de 522 segundos (9 minutos 42 segundos) desde que se comienzan a acomodar sobre la plataforma de elevación hasta que se entrega la última canasta dentro la bodega, concluyendo con una frecuencia efectiva de 2.58 canastas por minuto, lo cual quiere decir que actualmente se cuenta con una capacidad límite de elevación de alrededor de 1200 canastas en 8 horas de producción.

El departamento de producción estipuló que es necesario el empleo de un nuevo sistema de transporte con la capacidad de movilizar como mínimo 750 canastas por hora, debido a la necesidad de disponibilidad de canastas en las nuevas fases que se estarían empleando dentro de la planta

a. Ascenso de canastas

Se encontró el desempeño alcanzado en el proceso de elevación de canastas multiplicando la frecuencia efectiva de elevación de canastas, mencionada anteriormente, con el tiempo de estudio, en este caso 8 horas (28,800 segundos).

$$\text{Canastas ascendidas} = F_a t$$

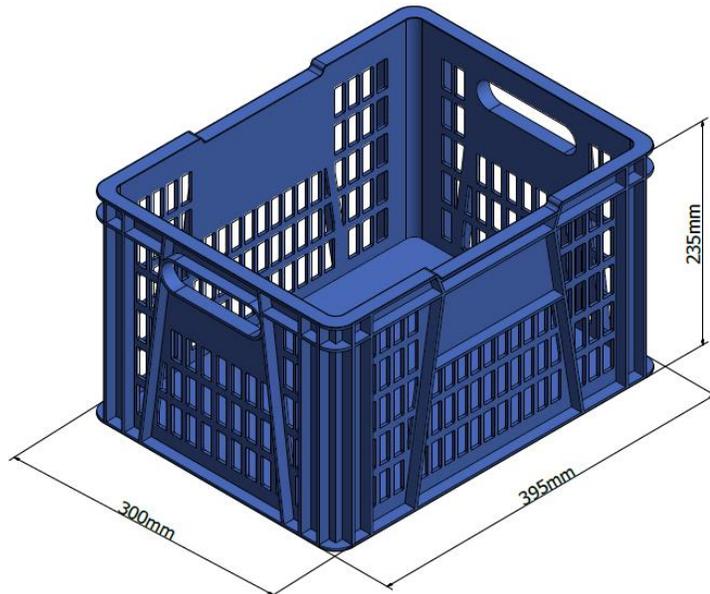
Ecuación 1. Canastas ascendidas en función del tiempo

F_a = Frecuencia efectiva de ascenso.

$$\text{Canastas ascendidas} = 0.042 * 28,800 = 1176 \text{ canastas}$$

Las dimensiones de la canasta se pueden observar en la Figura 1.

Figura 1. Dimensiones de la canasta industrial a transportar



(fuente propia).

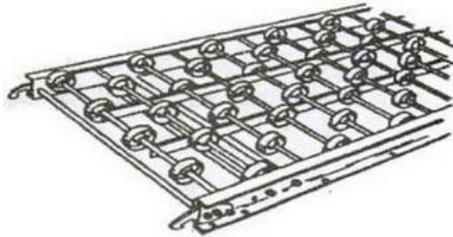
2. Investigación preliminar.

a. Manejo de materiales

Según (McGuire (2009) el manejo de materiales engloba la conducción cajas, canastas, piezas, equipaje, bienes, etc. Esto que logra mediante el empleo de transportadores, para ayudar a minimizar e incluso eliminar el manejo de materiales realizado de forma manual. Globalmente se utilizan alternativas de transporte como. bandas transportadoras, transportadores de rodillos, transportadores de cadenas, transportadores de ruedas, transportador de tornillo, transportador aéreo, transportador de charnelas, transportador de cangilones, transportador vibratorio, entre otros. (Keshava, 2007).

Los dos tipos de transportadores más utilizados para situaciones generales son las bandas transportadoras y transportadores de rodillos. (Fayed & Skocir, 1996), por lo que se centró la atención en el estudio de estos.

Figura 2. Transportador de ruedas



(Keshava, 2007).

Figura 3. Transportador aéreo.

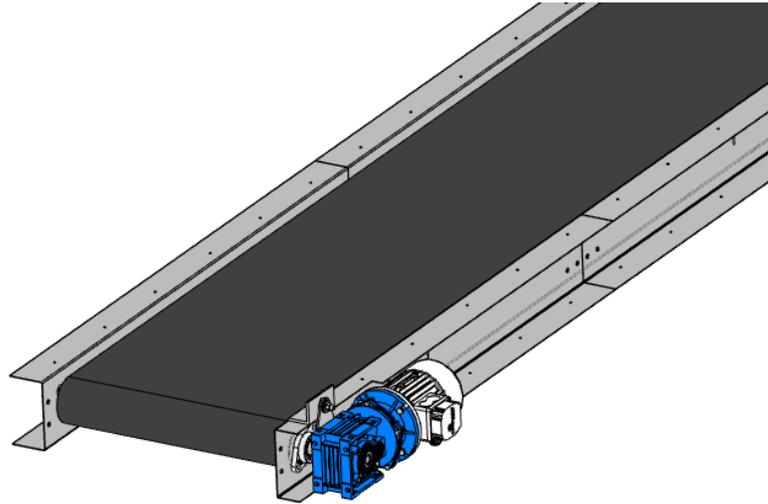


(Mott, 2006)

b. Transportador de banda.

Cinta continua, suspendida sobre dos tambores o rodillos, de los cuales uno le transfiere movimiento al ser girado mecánicamente mientras la otra gira libremente.

Figura 4. Banda transportadora



. (Fuente propia)

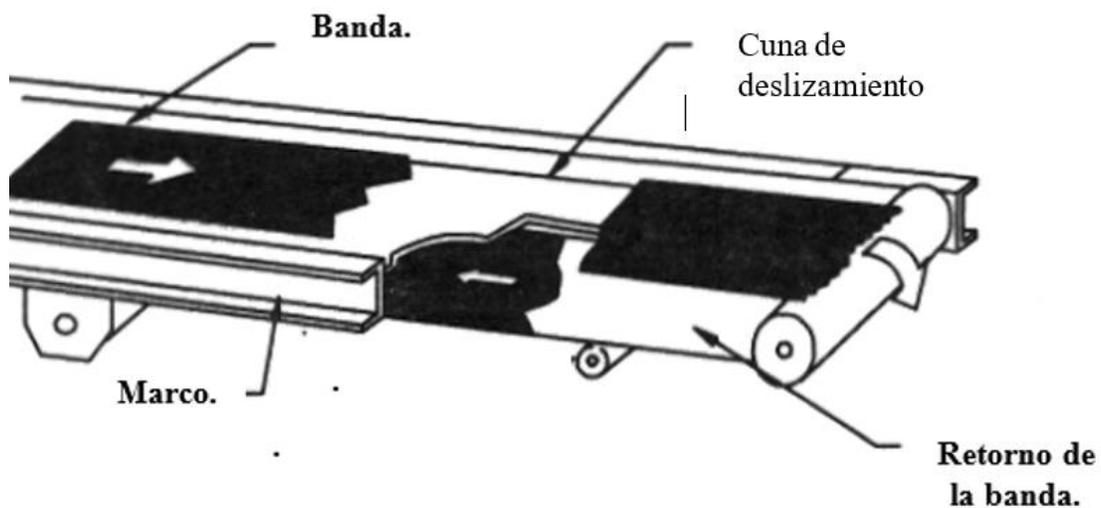
El material y arreglo de la cinta pueda variar desde polímeros laminados hasta complejos arreglos compuestos de fibras metálicas. Generalmente, los transportadores de banda consisten en:

- 1) Cuna de deslizamiento intermedia o rodillos
- 2) Accionador (motor)
- 3) Tensor
- 4) Poleas o rodillos extremos

Los transportadores de banda pueden utilizar una cuna de deslizamiento o rodillos intermedios para sostener la banda a lo largo de todo el recorrido de carga. La decisión de utilizar una cuna de deslizamiento intermedia o rodillos dependerá del peso del material a transportar. Las cunas de deslizamiento comúnmente se fabrican utilizando láminas metálicas o plásticos de baja fricción cuando el material transportado es ligero y se emplean rodillos intermedios cuando el peso del material provoca cargas que supondrían alta fricción entre la banda y al cuna de deslizamiento, sometiendo a grandes esfuerzos a la banda y exigiendo más potencia mecánica para compensar las pérdidas. Un arreglo con rodillos puede resultar hasta cuatro veces más costoso que el empleo de una cuna de deslizamiento. (McGuire, 2009).

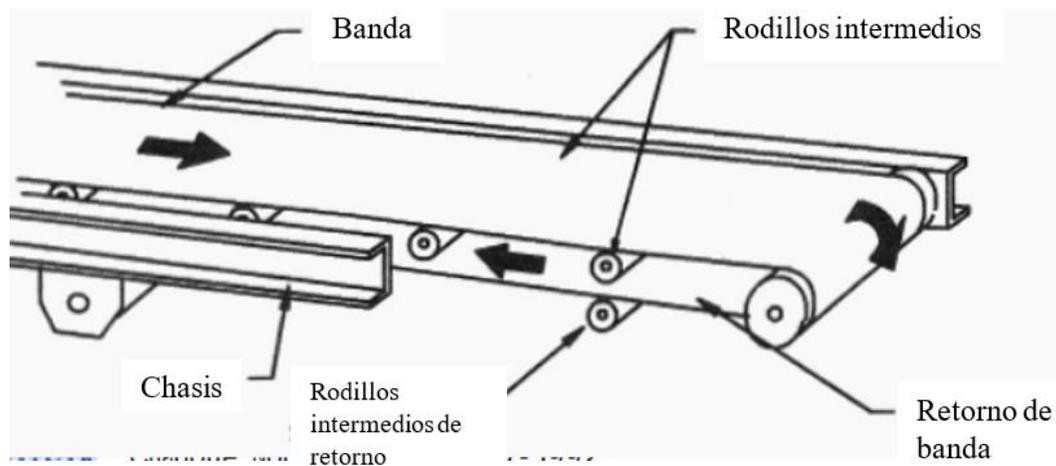
En la Figura 5 y Figura 6 se muestran vistas recortadas donde se exhibe la cuna de deslizamiento y rodillos intermedios respectivamente.

Figura 5. Transportador de banda con cuna de deslizamiento



(Carrity, 1992.)

Figura 6. Transportador de banda con rodillos intermedios.



(Carrity, 1992.)

c. Transportador de rodillos.

Conjunto de rodillos cilíndricos giratorios, ensamblados de tal manera que pueden ser utilizados para transportar bienes. Éstos pueden ser motorizados, de tal manera que un rodillo del conjunto es accionado por un motor, mientras éste les transmite movimiento a sus vecinos por medio de cadenas (transmisión de rodillo a rodillo). También pueden estar montados libremente, para los casos de transporte con ángulo de inclinación negativo, donde la gravedad es la fuerza motriz para los materiales o productos.

Figura 7. Transportador de rodillos



(fuente propia)

Como es necesario conducir las canastas desde y hacia dos plantas sobre el nivel del suelo, se investigó sobre alternativas de elevación que logran realizar un ascenso o descenso de manera continua y sin pausas.

d. Elevadores continuos.

La característica más común, es la capacidad de elevar objetos utilizando una serie de plataformas que siguen una trayectoria realizando un circuito. Una característica adicional, aunque pueden existir excepciones, es la capacidad de mantener la orientación del material u objeto a lo largo de todo el proceso de elevación, es decir, no existe rotación completa. Esta característica es ofrecida por los elevadores cíclicos en voladizo, cíclicos paternóster y tipo S.

1) Elevador continuo cíclico en voladizo.

Contiene una serie de plataformas de elevación complejas, accionadas por una cadena de rodillos con aditamentos. Estas reciben el objeto a elevar o descender (dependiendo del caso) cuando este se encuentra al final de unos rodillos en voladizo. Se requieren métodos de manufactura sofisticados y de alta precisión para su construcción, por lo que es común que se fabriquen en masa para justificar la inversión de maquinaria de manufactura. Según el fabricante, estas unidades pueden requerir poco mantenimiento.

Figura 8. Ejemplo de elevador cíclico en voladizo.



(Anon., 2018)

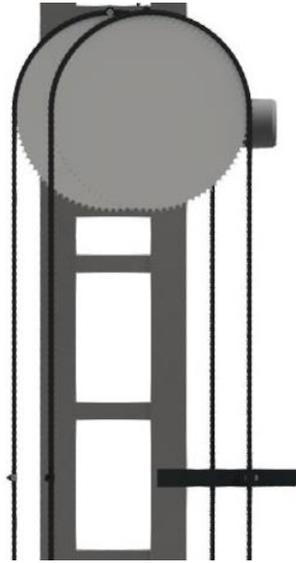
Las plataformas de elevación describen una traslación curvilínea en la fase superior e inferior gracias a un complejo mecanismo, manufacturado y ensamblado con técnicas sofisticadas y de precisión, logrando que la plataforma mantenga su inclinación sin dar lugar a la rotación.

2) Elevador continuo cíclico tipo paternóster

Compuesto por dos pares de sistemas cadena-sprocket, alineados verticalmente y desfasados horizontalmente, como se muestra en la Figura 9. Las cadenas utilizadas tienen eslabones especiales, separados unos de otros en distancias fijas, que funcionan como apoyo para la plataforma elevadora.

El desfase horizontal de los dos sistemas cadena-sprocket permite que el centro de gravedad de la plataforma de elevación se encuentre en medio de los apoyos de la plataforma, y la alineación vertical hace posible que la plataforma realice una rotación curvilínea en los puntos superior e inferior, es decir, mantiene su inclinación sin dar lugar a la rotación. (Strakosch, 2010)

Figura 9. Sistemas cadena-sprocket desfasados horizontalmente, propio de un elevador paternóster

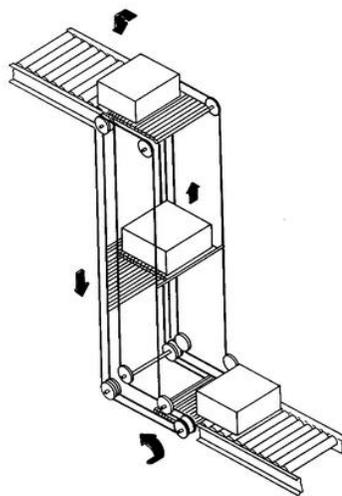


(Fuente propia).

3) Elevador continuo tipo S.

Tiene plataformas que se mantienen rígidas mientras estén elevando o descendiendo objetos y son flexibles al momento de realizar el retorno para completar un ciclo. Su diseño las hace adecuadas para la elevación de cargas de hasta 800lb. Requieren de constante mantenimiento.

Figura 10. Elevador continuo tipo S.

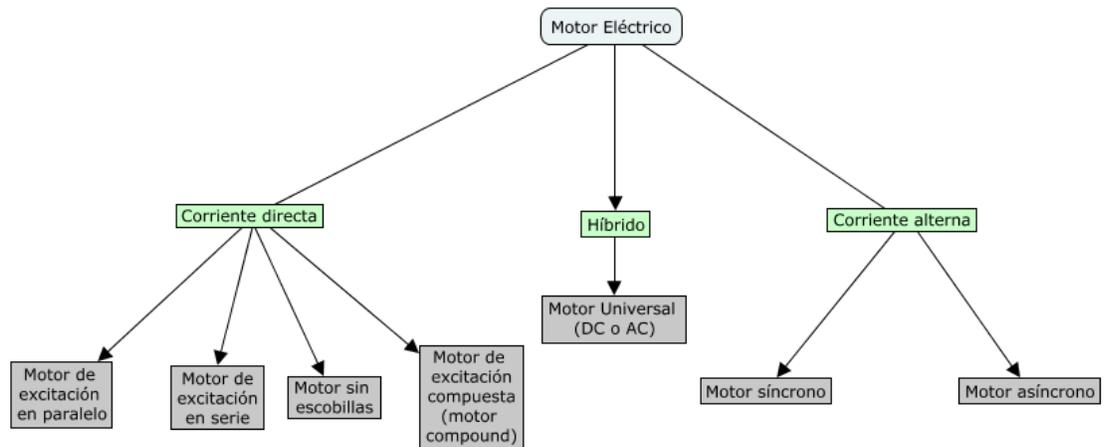


(Carrity, 1992.)

e. Selección de motores eléctricos.

La Figura 11 presenta un diagrama donde se clasifican los tipos de motores eléctricos comúnmente utilizados en la industria.

Figura 11. Clasificación de motores eléctricos.



(Chapman, 2012)

Hughes (2006), recomienda el uso de motores de corriente alterna para aplicaciones donde se requiera conexión directa a la red de suministro, donde el acceso a componentes rectificadores no es una opción y principalmente por el alto costo de los motores de corriente directa respecto a los de corriente alterna, mientras Chapman (2012) sugiere el uso de motores de corriente alterna síncronos para aplicaciones donde la precisión de velocidad sea indispensable. Se optó por considerar únicamente el uso de motores de corriente alterna asíncronos.

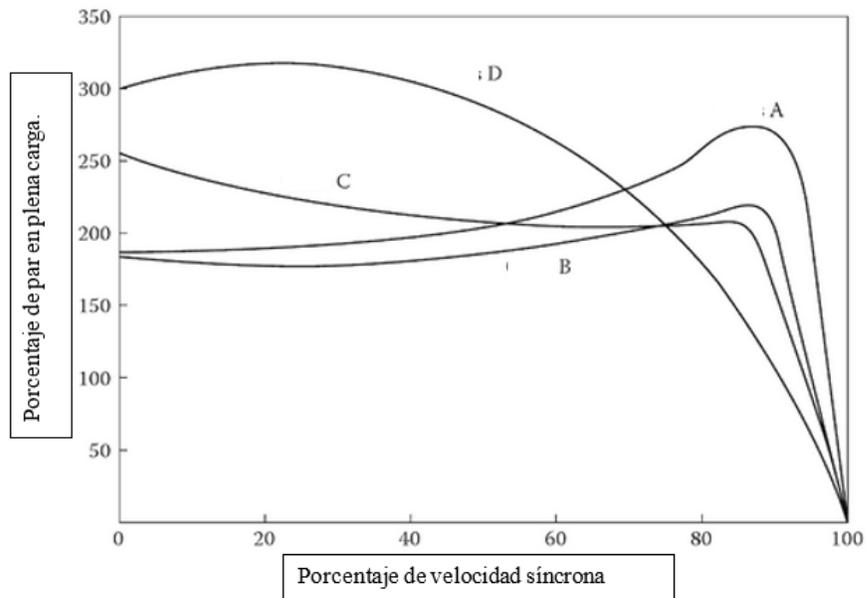
Los parámetros teóricos necesarios para definir las características de un motor eléctrico, rara vez se encuentran en los catálogos de fabricantes.

La mayoría de los fabricantes ajustan los parámetros en función de las capacidades nominales, tamaños y aplicaciones según las normas IEC (International Electrotechnical Commission) o NEMA (National Electrical Manufacturers Association). En el Cuadro 1 se muestra cómo se clasifican las clases en el caso NEMA y en la Figura 12 se observa el comportamiento de distintos motores pertenecientes a dichas clases.

Cuadro 1. Clasificación de motores NEMA.

Clase Nema	Factor de arranque	Factor de corriente	Nombre de clase de motor	Deslizamiento en plena carga (%)
A	1.5-1.75	5.0-7.0	Normal	2-5
B	1.4-1.6	4.5-5	Propósitos generales	2-5
C	2-2.5	3.5-5	Doble jaula de alto torque	Máximo 6
D	2.3-3.0	3.8	Alto torque y alta resistencia	7-17
F	1.25	2.4S	De doble jaula, torque y corriente de arranque bajos.)	Máximo 6

Figura 12. Curvas características de distintas clases NEMA



(Goneng, 2012).

Motovario, un reconocido fabricante de motorreductores, recomiendan utilizar la ecuación

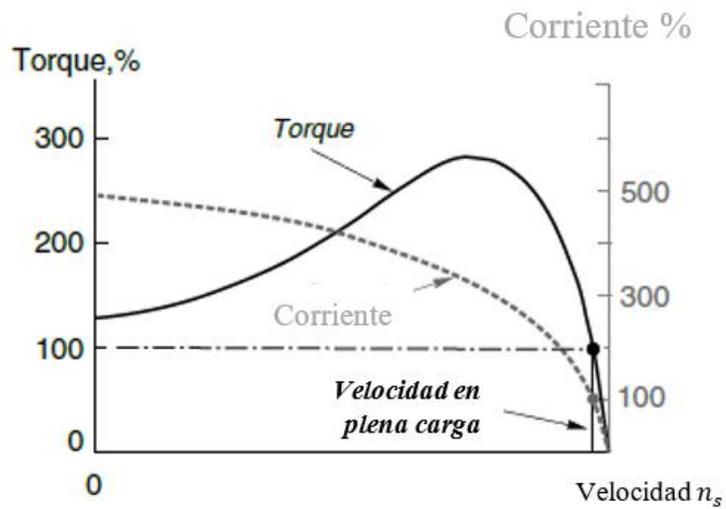
Ecuación 2. Par de aceleración de un motor eléctrico.

$$\tau_a = \tau_m - \tau_r$$

donde τ_a representa el torque de aceleración, τ_m es el torque instantáneo entregado por el motor y τ_r el torque externo sobre el eje del motor.

En la Figura 13 se muestra una curva que describe cómo el motor desarrolla el torque en función de la velocidad del eje.

Figura 13. Curva de velocidad contra torque de un motor asíncrono típico.



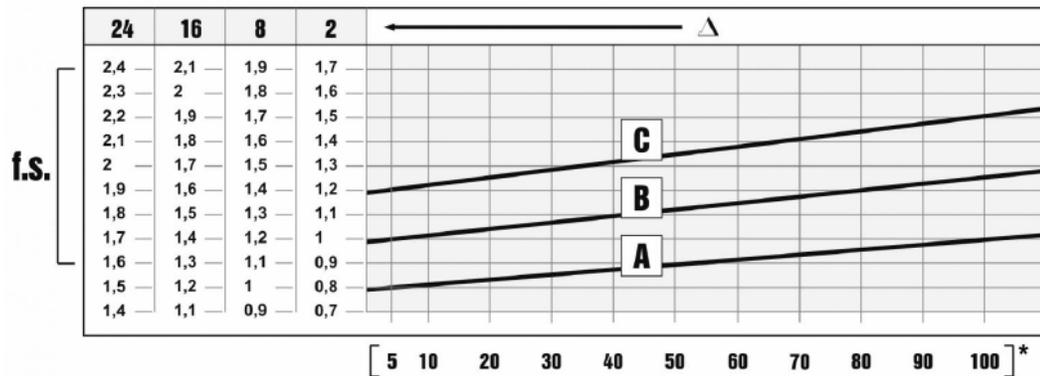
(Hughes, 2006)

Entonces, el término τ_m de la Ecuación 2 es una variable que depende de la velocidad rotacional.

Una simplificación recomendada por Motovario), que sobreestima ligeramente la capacidad del motor, es el sustituir τ_m por τ_s , que es el torque entregado por el motor justo al inicio del arranque.

El fabricante ofrece una tabla para encontrar el factor de servicio según el tipo de aplicación. Este se muestra en la Figura 14.

Figura 14. Selección de factor de servicio. Recuperado de Helical Bevel Geared Motors, B series, Motovario



De la cual,

- Tipo de carga que opera la máquina: A-B-C
- Cantidad de horas/día: Δ
- Cantidad de arranques/hora: []*

Siendo,

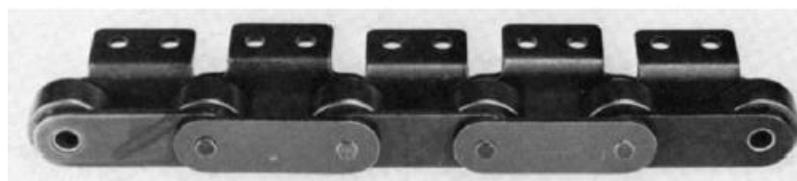
- A: Carga uniforme
- B: Impacto moderado
- C: Impacto pesado.

Esta información se encuentra generalmente en el catálogo de los fabricantes de motores y motorreductores.

f. Cadenas con aditamentos para tracción.

Las aplicaciones donde se requiere que los eslabones funcionen como elementos de tracción, se añaden eslabones especiales en la cantidad que sea necesaria, como se muestra en la Figura 15. Estos se denominan eslabones con aditamentos.

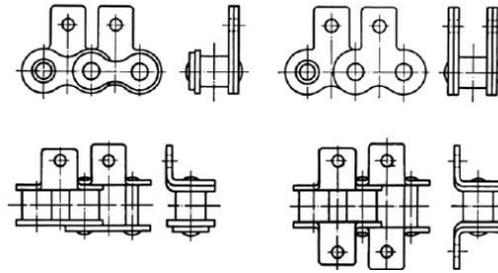
Figura 15. Eslabones con aditamentos.



(Faulkner, 2006)

Existen cuatro tipos de aditamentos que se encuentran disponibles comercialmente en Guatemala, los cuales se presentan en la Figura 16,

Figura 16. Aditamentos en cadenas estándar de rodillos.

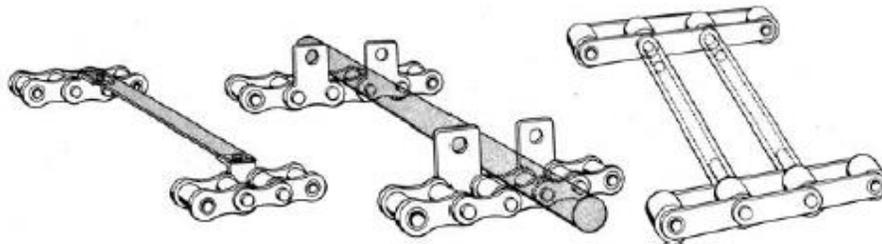


(Faulkner, 2006)

La aplicación de aditamentos puede variar desde transportadores de charnelas hasta transportadores de arrastre, por lo que la selección de la disposición de los aditamentos depende del tipo de juntas o soportes para lograr la conducción.

En la Figura 17 se muestra una aplicación donde se aprovecha el uso de aditamentos para interconectar dos hileras. Según Faulkner (2006), no es recomendable la transmisión de potencia desde una hilera hacia otra por medio de un elemento de interconexión; esto debe llevarse a cabo mediante un eje que transmita potencia a cada sprocket de la respectiva hilera.

Figura 17. Uso de aditamentos en hileras paralelas



(Faulkner, 2006)

g. Tipos de sprockets encontrados comercialmente (Faulkner, 2006)

- 1) Sprocket tipo A
- 2) Sprocket tipo B
- 3) Sprocket tipo C

h. Controlador lógico programable (PLC)

Un tipo de controlador basado en microprocesadores que utiliza memoria programable para almacenar instrucciones e implementar funciones como lógica, secuencias, sincronización, conteo y aritmética para controlar procesos y maquinaria,

como líneas de ensamblaje, dispositivos robóticos o cualquier actividad que requiera automatización. (Bolton, 2006).

Comúnmente, existe dos tipos de diseños de PLC: modulares y compactos. Como regla general se utilizan PLC compactos cuando no se requieren muchos puntos de entrada o salidas digitales, con un límite entre 8 o 12. Cuando la complejidad de las tareas se simplifica lo suficiente para prescindir de alto poder de cómputo (velocidad de reloj) se emplean los PLC en su forma más simple, que se conocen como relés lógicos programables o RLC, por sus siglas en inglés.

3. Especificaciones de desempeño.

Se definieron de tal manera que limiten el diseño sin restringir demasiado la libertad de toma de decisiones, como recomienda Norton (2009).

- a. El sistema debe ser capaz de transportar más de 6000 canastas en 8 horas de operación.
- b. El proceso de elevación se debe realizar continuamente.
- c. Los motores de accionamiento deben contar con una fuente de suministro trifásica.
- d. El módulo de transporte superior (rectilíneo) debe ser resistente a la corrosión.
- e. El sistema completo debe tener un costo menor a Q180,000.

4. Ideación

Las especificaciones de desempeño expresan **qué** se quiere lograr. En la fase de ideación se definió **cómo** se quiere lograr, tomando en consideración las restricciones y las posibles soluciones. El objetivo principal del sistema completo es la movilización de las canastas de un punto hacia otro ubicado a una altura distinta, por lo que se requiere una selección de adecuada de subsistemas interdependientes que se ajusten a los requerimientos y restricciones.

Para el módulo de conducción o transporte rectilíneo, se debe encontrar la trayectoria óptima, esto según uno de los objetivos de este trabajo. Para lo anterior, se toman en cuenta los obstáculos físicos no descartables que se encuentran en la actualidad. En la Figura 18 se presenta una vista de la región de interés para la colocación del sistema de transporte, y en la Figura 19 se expone una representación 3D simplificada de la región de interés.

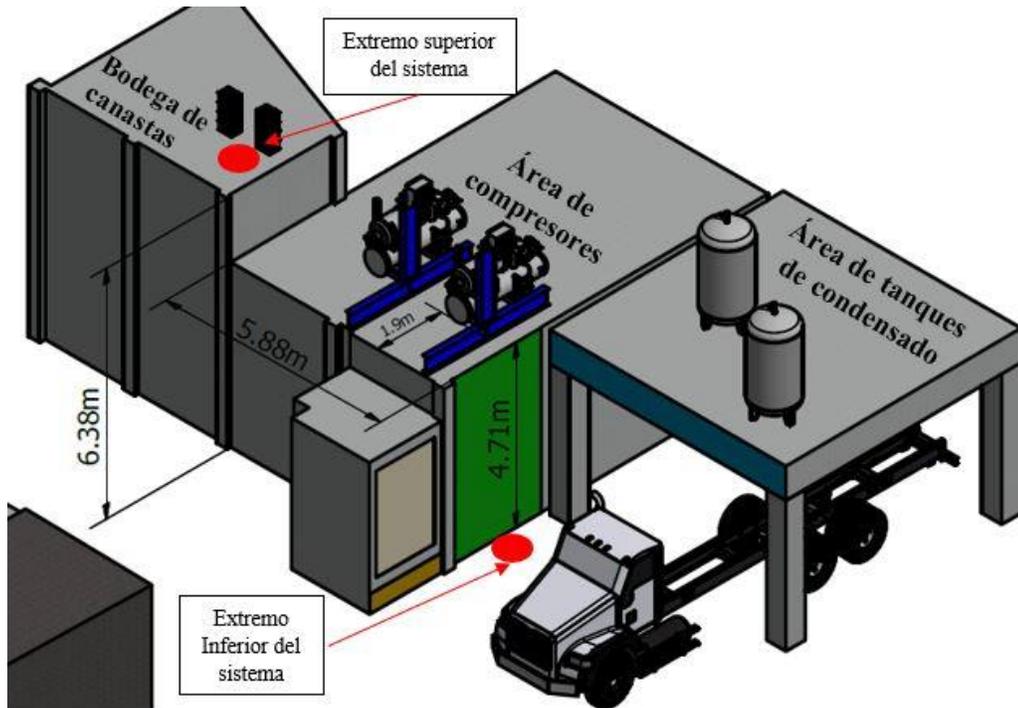
Nótese que se exhiben superficies coloreadas, tanto en la Figura 18 como en la Figura 19, para establecer referencias mutuas.

Figura 18. Región de interés para colocación del sistema de transporte.



(Fuente propia)

Figura 19. Vista isométrica de presentación 3D de la región de interés.



(Fuente propia)

La región de interés se seleccionó de acuerdo con las restricciones como obstáculos y planes de expansión de la planta a futuro. Luego de efectuar la delimitación basada en lo anterior, se procedió a elegir los puntos extremos del sistema, como se muestra en la Figura 19. El elevador debería ser colocado sobre el punto de la Figura 19 denominado Extremo Inferior del Sistema

Debajo del área de tanques de condensado, existe un área de estacionamiento con andén para un camión de carga, por lo que inevitablemente se cuenta con espacio limitado para la colocación del sistema de elevación de manera que no obstaculice el estacionamiento.

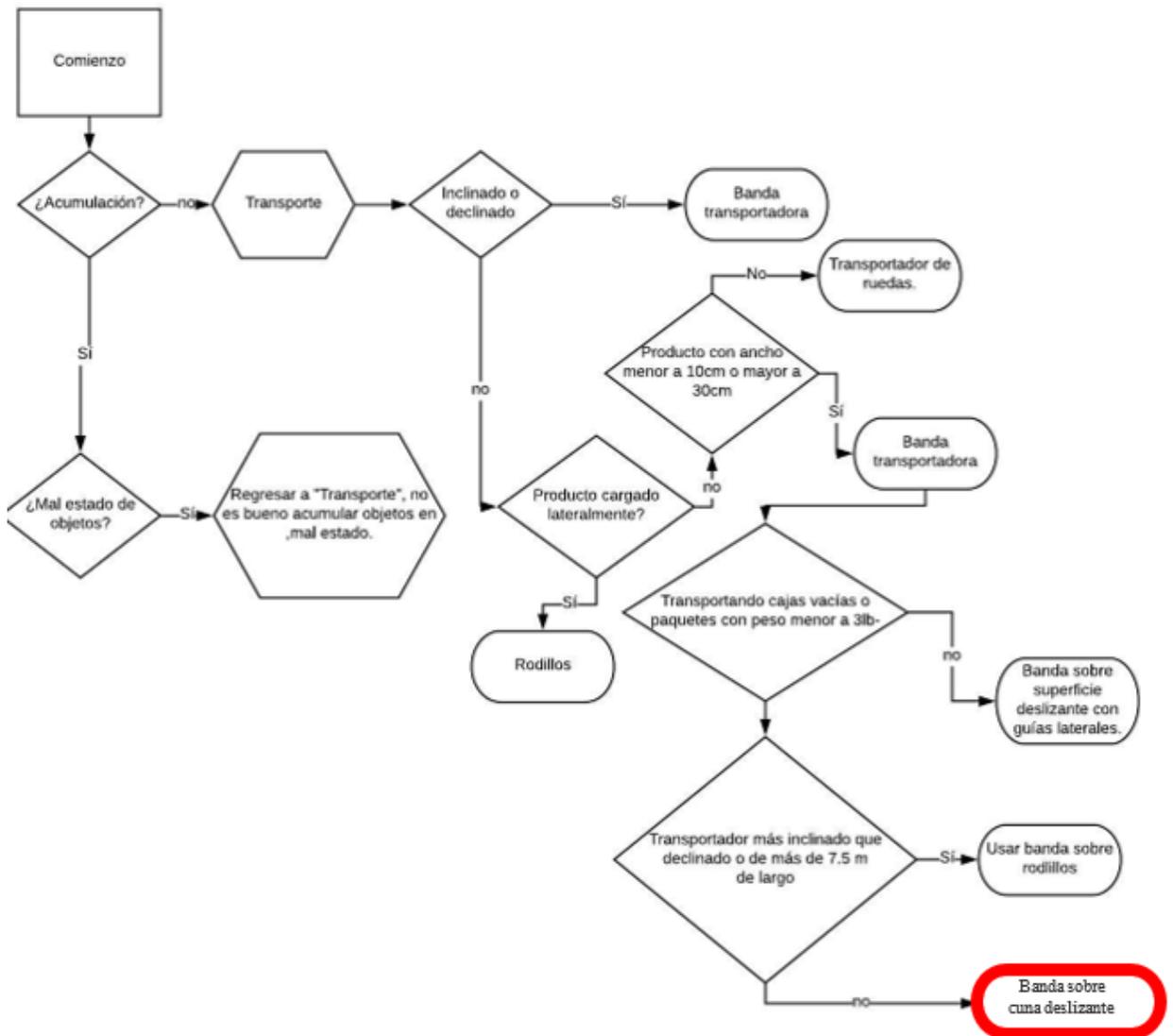
Una vez seleccionada la trayectoria del sistema e identificados los obstáculos, se procede a definir el proceso de ascenso

La operación de ascenso comienza con el arranque en vacío del sistema de elevación. Luego se utiliza un mecanismo de preparación que coloca una canasta en posición para que esta pueda ser cargada sobre plataforma en ascenso y la eleve hasta una altura mayor a la del suelo de la bodega de canastas. Luego la plataforma de elevación debe ser capaz de descargar la canasta sobre un transportador lineal que la conduzca hacia la bodega de canastas mientras se desinfectan al rociar amonio cuaternario sobre ellas. El trayecto termina con la recepción de las canastas una vez alcanzada la bodega.

B. FASE DE ANÁLISIS.

Se mencionó con anterioridad que el uso de rodillos intermedios en un transportador de banda puede resultar hasta cuatro veces más costoso, pero como beneficios están la minimización del desgaste de la cinta y disminución considerablemente en las pérdidas por fricción. También se indicó que esta decisión depende del peso del material a conducir. Para cuantificar el beneficio económico de utilizar rodillos intermedios en un transportador de banda, es necesario evaluar las implicaciones de utilizar una cuna de deslizamiento, por lo que se debe calcular las pérdidas por fricción y su influencia sobre la selección de un motorreductor, el desgaste provocado sobre la cinta y cómo éste afecta su frecuencia de reemplazo, y por último realizar un análisis económico donde se compare, en un intervalo de estudio determinado, el costo inicial y de mantenimiento de rodillos intermedios contra las implicaciones previamente mencionadas de utilizar una cuna de deslizamiento (McGuire, 2009). Este análisis es de suma importancia cuando se pretende realizar la instalación de un sistema con un gran número de transportadores de banda, sin embargo, en la Figura 20 se muestra un diagrama elaborado por McGuire (2009) que facilita la selección del tipo de transportador a utilizar según la aplicación.

Figura 20. Diagrama de selección de tipo de transportador.



(McGuire, 2009)

Al estudiar este diagrama, sabiendo que se tiene un caso sin acumulación de productos, sin inclinación, con carga de canastas por el frente, con dimensiones de 50 cm de ancho y seis metros de largo, se seleccionar una banda transportadora con superficie deslizante para el sistema de transporte rectilíneo.

Charrity (1992.) recomienda el uso de superficies deslizantes para cargas hasta 559 lb por metro cuadrado o menos, dependiendo del material empleado para la banda.

En cuanto al ascenso de las canastas, una restricción importante, impide el uso de mecanismos que provoquen desgaste en la canasta, y el uso de una banda transportadora inclinada (tipo rampa) no es posible porque, como ya se mencionó, se cuenta con espacio limitado para su ubicación.

La banda transportadora en espiral, a pesar de ser el método de ascenso y descenso más rápido (junto al sistema de rampa) se descarta debido a que los sofisticados métodos de manufactura, la cantidad de componentes implicados, el costo de fabricación y la dificultad de desmontaje para dar paso al proceso de servicio o mantenimiento, se convierten en importantes restricciones para el desarrollo de tal alternativa.

En resumen, los aspectos más importantes a considerar son el costo de fabricación, área ocupada por el sistema, rapidez, los cuales son consecuencia inmediata de los objetivos de este trabajo, y por último está la mantenibilidad. Estos aspectos se consideran en una matriz de decisión, exceptuando el área ocupada, ya que ninguna alternativa es favorable si no existe el espacio para su instalación, aunque ésta cuente con la mayoría de las características deseables.

El Cuadro 2 presenta una matriz de decisión donde se comparan cuatro alternativas, sujetas a los criterios presentados con anterioridad. Las alternativas ocupan una columna y los criterios ocupan una fila.

A cada criterio se le asignó un factor de ponderación, cuyo valor se encuentra entre 1 y 5, siendo más conveniente un número mayor.

Cuadro 2. Matriz de decisión para selección de sistema de elevación

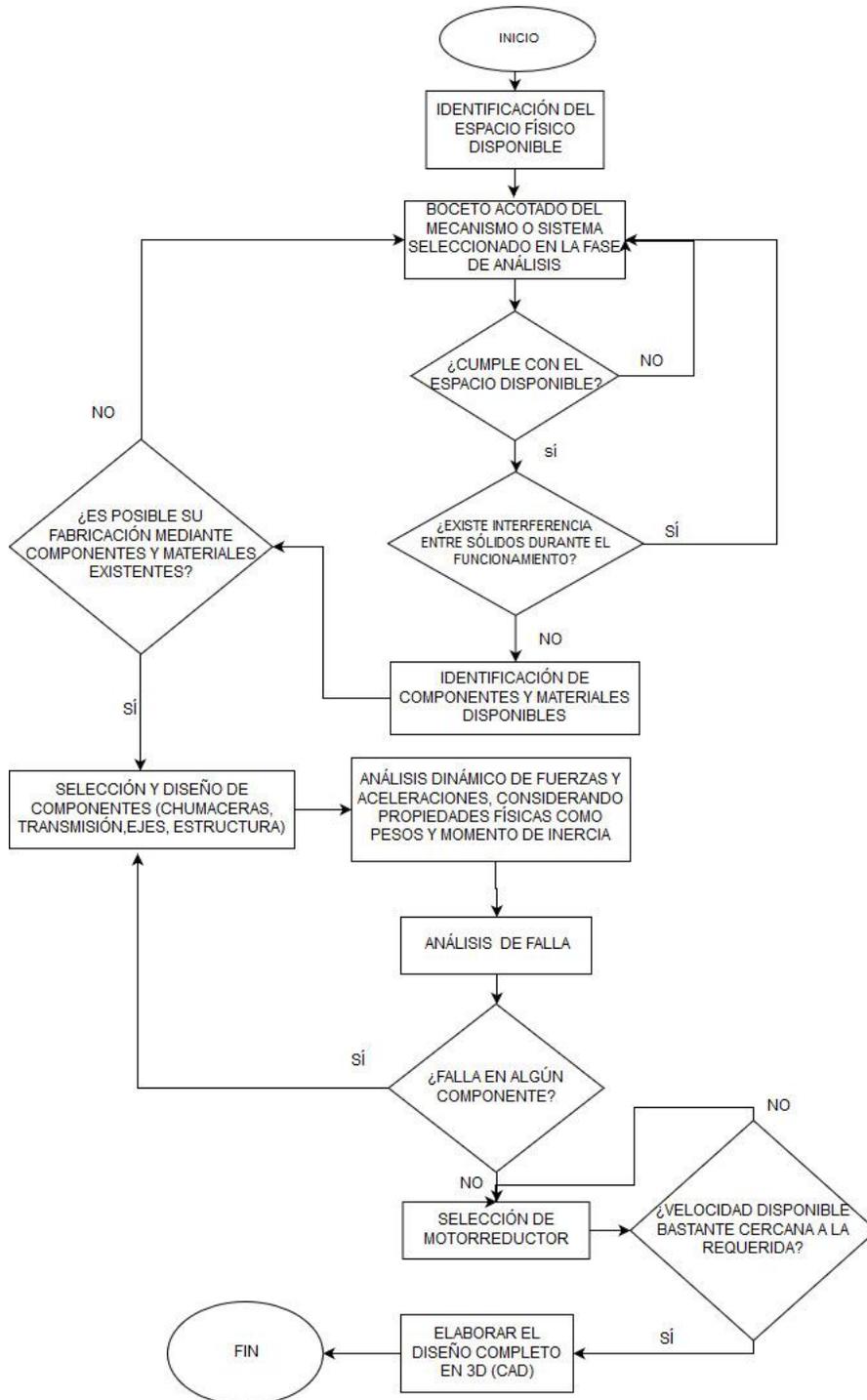
	Elevador continuo cíclico tipo en voladizo.	Elevador continuo cíclico tipo paternóster	Elev ador tipo s	Banda transportador a en espiral
Costo de fabricación	2	4	4	1
Rapidez	4	4	4	5
Mantenibilidad	5	4	2	3
Total	11	12	10	9

Es prudente mencionar que los resultados de la matriz de decisión no reflejan si una alternativa es mejor de forma general, sin embargo, un elevador continuo cíclico tipo paternóster es la mejor solución si se evalúa bajo los criterios presentados, es decir, es la solución que mejor se ajusta a la situación actual con sus requerimientos y limitaciones.

A. FASE DE DISEÑO

El diseño, por naturaleza es completamente iterativo, por lo que es poco práctico describir cada paso que se siguió durante esta fase, sin embargo, en la Figura 21 se presenta un diagrama de flujo del algoritmo utilizado para el diseño de cada módulo del sistema de transporte.

Figura 21. Algoritmo para fase de diseño.

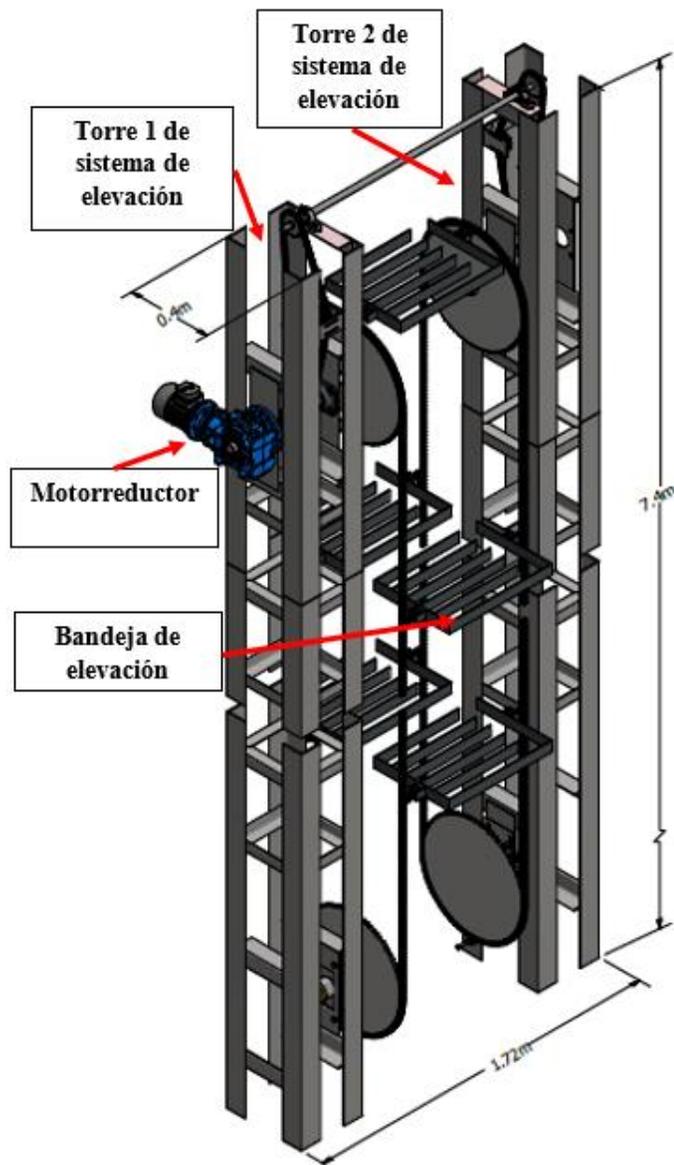


1. Diseño detallado

a. Elevador

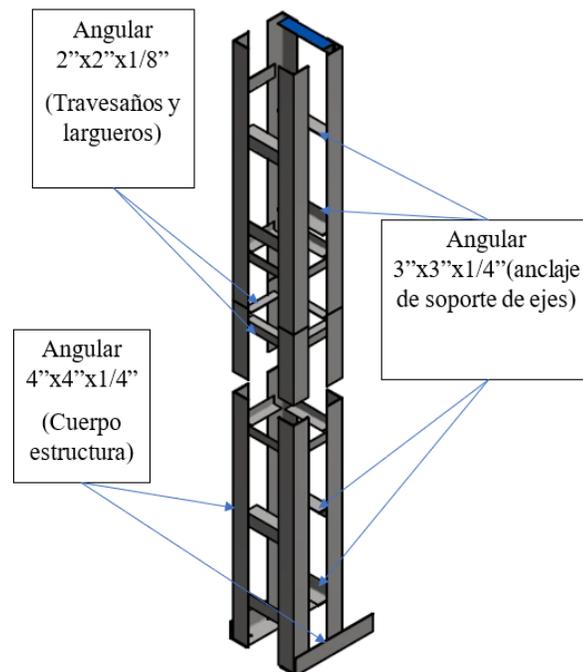
Como se mencionó con anterioridad, la alternativa que más se ajusta a las necesidades es un elevador continuo tipo paternóster, pero el diseño genérico requiere de una serie de modificaciones para adaptarse a las necesidades. Para facilitar la comprensión por parte del lector al visitar cada componente o conjunto de componentes del sistema de elevación, a continuación, se presenta una vista del ensamblado final del elevador en la Figura 22.

Figura 22. Vista isométrica de sistema de elevación con corte parcial



Las dimensiones del elevador están ideadas de tal manera que éste ocupe el menor espacio posible para que no se interrumpa el acceso de un camión de carga como se mencionó en la fase de ideación. La estructura de las torres está compuesta de angulares de acero ASTM A-36. El cuerpo estructural consiste en angulares de 4"x4"x1/4", los travesaños y largueros para rigidizar son angulares de 2"x2"x1/8" y se utilizan angulares de 3"x3"x1/4" para colocar los soportes de los ejes utilizados en la parte superior e inferior. La Figura 23 exhibe la composición estructural de una torre de elevación.

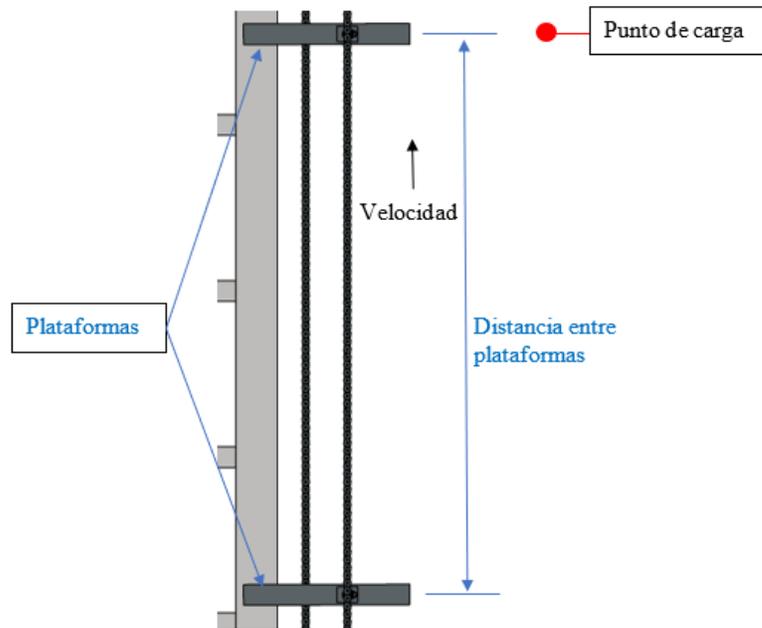
Figura 23. Vista frontal con corte parcial de estructura de torre del sistema de elevación.



Para el espaciado mínimo que debe existir entre plataformas de elevación, se debe hacer una revisión a uno de los objetivos de este trabajo, donde se plantea que es necesario que el sistema de transporte tenga el potencial de conducir como mínimo 6000 canastas en ocho horas de operación.

Es necesario examinar cómo se relacionan las variables que determinan el ritmo al cual se conducen las canastas utilizando este medio de transporte. La restricción principal es transportar 750 canastas por hora o 1 canastas cada 4 segundos.

Figura 24. Representación de plataformas de elevación y variables a evaluar .



Se sabe que,

Ecuación 3. Tiempo entre el paso sobre el punto de carga de una plataforma y la siguiente.

$$t = d/v$$

donde v es la velocidad de las plataformas, d es la distancia entre plataformas y t es el tiempo que a una plataforma le tomaría llegar hasta el punto de carga, cuando esta se encuentra a una distancia d de éste y se mueve a una velocidad v .

Si se asume que el sistema está operando en régimen estacionario y, como consecuencia, el ritmo de carga de canastas sobre las plataformas es igual al ritmo de entrega de 750 canastas por hora, entonces el tiempo t que transcurre desde que una plataforma atraviesa el punto de carga, hasta que lo atraviesa la siguiente, es igual al periodo o recíproco de la frecuencia de entrega de 750 canastas por hora, es decir 4.8 segundos.

De la Ecuación 3, estableciendo una velocidad de plataformas de $0.5 \frac{m}{s}$ y existiendo un periodo de 4.8 segundos, se encuentra que la distancia mínima entre plataformas es de 2.4m.

Hasta aquí se ignoran los paros de operación u otros contratiempos que puedan ocurrir, por lo que la distancia encontrada anteriormente se divide entre dos, es decir, se establecería una distancia entre plataformas de elevación de 1.2m, pero es necesario que estas se encuentren distribuidas de manera uniforme y existan en un número par, por lo que distancia inmediatamente mayor entre plataformas es de 1.38m o 54", contando 10 bandejas de elevación. Esto quiere decir que la capacidad máxima de elevación es de 10,374 canastas en ocho horas de operación.

El motorreductor utiliza una brida para ser ensamblado hacia una platina sobre la torre 1, como se muestra en la Figura 25. Esta platina tiene como dimensiones 6 pulgadas de ancho por $\frac{1}{4}$ " de espesor.

Figura 25. Posición de montaje del motorreductor utilizado en el sistema de elevación.



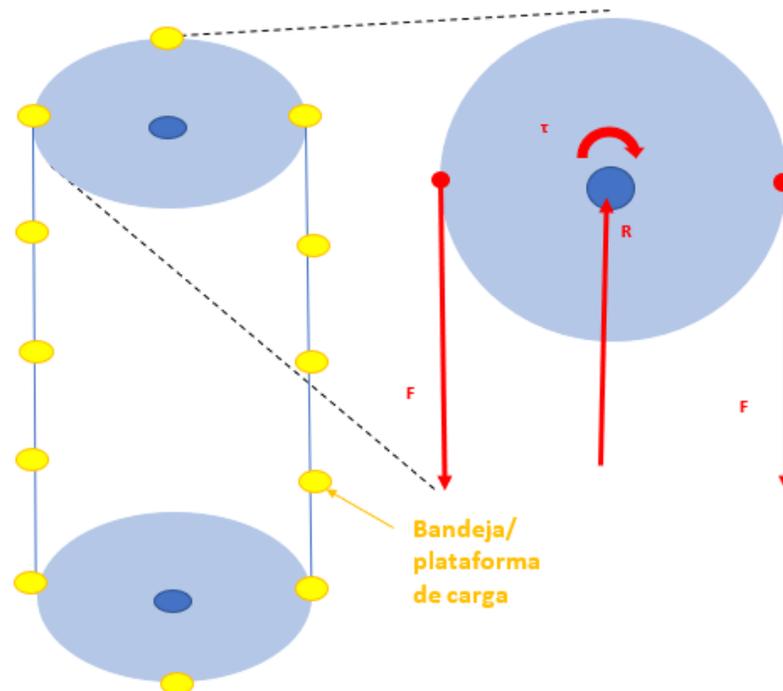
Para la selección de un motorreductor adecuado se aborda la situación desde una perspectiva de análisis de fuerzas y aceleraciones, y luego se sobreestiman los resultados por un factor de compensación de pérdidas de 1.5, como recomienda el fabricante. Luego se procede a asignar un factor de servicio como se verá más adelante.

La aceleración y operación estacionaria del sistema de elevación ocurren bajo situaciones de carga distintas, dado que se realiza un arranque en vacío, es decir, se parte del reposo cuando el sistema se encuentre descargado. La operación, por el contrario, ocurre cuando ya se ha alcanzado una velocidad de crucero y el sistema está completamente cargado, por lo que deben evaluarse las dos situaciones.

Primero se calcula el torque necesario para alcanzar una velocidad rotacional de crucero en un tiempo determinado, asumiendo que el sistema se arranca en vacío. Se parte del diagrama de cuerpo libre que refleja la situación, mostrado en la Figura 26.

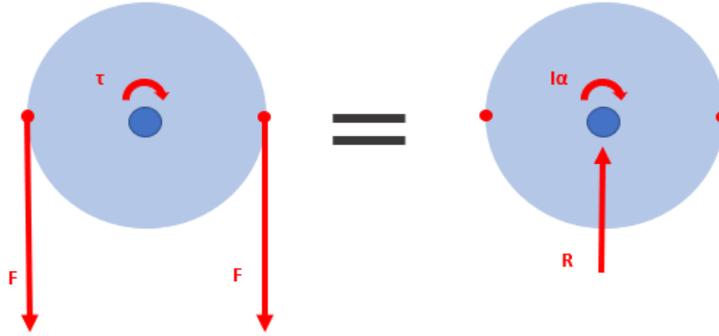
Para evaluar la situación de la aceleración del sistema, se simplifica el análisis considerando aceleración constante y el uso de dos discos, cada uno con el doble del momento de inercia de los sprockets utilizados ya que existen dos juegos de sprockets en el elevador. El peso de las plataformas se modela como fuerzas externas en dirección hacia abajo. La aceleración constante subestima la capacidad real del motor, puesto que el torque proporcionado por el motor no es constante conforme este acelera, pero Chapman (2012), recomienda hacer uso de esta simplificación cuando el tiempo requerido de aceleración es corto.

Figura 26. Diagrama de cuerpo libre del sprocket motorizado.



Mediante el uso del principio de D’Alambert, se calcula el torque necesario para acelerar el hasta su velocidad en plena carga en un tiempo máximo arbitrario de dos segundos. La Figura 27 presenta gráficamente la aplicación del principio de D’Alambert.

Figura 27. Aplicación de principio de D'Alambert.



Las fuerzas ejercidas por el peso de las plataformas, al momento del arranque en vacío, producen torques de igual magnitud en sentido contrario, por lo que éstos se cancelan mutuamente.

Se utiliza,

Ecuación 4. Torque necesario para acelerar el sistema de elevación.

$$\tau = I_{neto}\alpha$$

para encontrar el torque necesario para movilizar el sistema desde el reposo hasta la velocidad deseada en un tiempo máximo de dos segundos, ignorando el efecto de la fricción y despreciando componentes ligeros.

Los momentos de inercia respecto al eje del motor se deben ajustar mediante el uso de,

Ecuación 5. Momento de inercia respecto al eje del motor.

$$I_{(motor)} = I_{post.red} \left(\frac{1}{n}\right)^2$$

Debido a que existe una etapa de reducción, donde n es la relación de reducción de la caja reductora y el término $I_{post.red}$ es el momento de inercia total de las masas en rotación después del eje de salida de la caja reductora.

El momento de inercia neto, utilizado por la Ecuación 4, se calcula mediante

Ecuación 6. Momento de inercia neto del sistema.

$$I_{neto} = I_{(motor)} + I_{reductor}$$

Donde $I_{reductor}$ es el momento de inercia total de los componentes de la caja reductora, respecto al eje del motor.

Hasta ahora se ha ignorado el diámetro del sprocket seleccionado, el cual representa el aporte más significativo al momento de inercia utilizado en las ecuaciones anteriores, y la relación de reducción que debe tener la caja reductora según la velocidad. Se utiliza un sprocket número 60 con 90 dientes cuyo diámetro de paso es de 546 mm, y se seleccionó un motor con una cantidad de cuatro polos. Se estimó un deslizamiento de 5%, por lo que se asumió una velocidad en plena carga de 1710rpm para la primera iteración. Dada la velocidad de flecha del motor, se establece una relación de reducción de 78, ya que se requiere una velocidad de 22rpm en el sprocket.

Para encontrar el factor de servicio del motorreductor se clasificó el tipo de aplicación según el fabricante, perteneciendo ésta a la categoría B. Se tiene una frecuencia de arranques por hora menor a 5 y una operación de 8 horas. Según la Figura 14, en la página 72, se utilizó un factor de servicio de 1.2

El torque necesario en el sistema de elevación respecto al motor se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Cálculo de potencia de motor en régimen de aceleración.

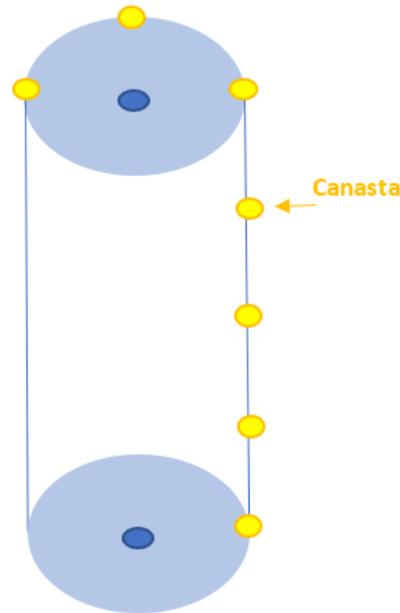
Parámetro.	Cantidad
Aceleración angular $\left(\frac{rad}{s^2}\right)$	69.69
Momento de inercia neto respecto a eje de salida del motor $(Kg * m^2)$	0.0038
Torque necesario según Ecuación 4 (N-m)	0.26
Factor de compensación de pérdidas	1.5
Torque necesario después del factor de compensación de pérdidas. (N-m)	0.39
Factor de servicio	1.2
Torque necesario después del factor de servicio (N-m)	0.46

Luego de evaluar el régimen de aceleración se calcula el torque necesario para mantener el sistema en movimiento cuando se alcanza el nivel de carga más alto posible dentro de los límites de funcionamiento adecuado.

Cuando el sistema de elevación alcanza una velocidad de crucero, las plataformas del elevador deben cargarse individualmente de canastas una a la vez. Una vez cargada la primera canasta, el sistema ya no se encuentra completamente balanceado estáticamente, pues el número de canastas en un lado del elevador supera al del lado opuesto debido a que éstas se descargan en a la parte superior del sistemaa de elevación.

Esto se expone en la Figura 28.

Figura 28. Desbalance de cargas en la operación.



Nótese que no se toma en consideración el peso de las plataformas de ascenso, ya que éstas si se encuentran distanciadas unas con otras de tal manera que el sistema se encuentra estáticamente balanceado cuando se encuentra descargado.

El número excedente de canastas, que provocan desequilibrio estático, es de 6, por lo que su peso produce un torque opuesto al movimiento con un valor de 38N-m, que respecto a la flecha del motor es de 0.5N-m. El Cuadro 4 ofrece un resumen de los resultados del cálculo de torque necesario cuando el sistema se encuentra en operación continua.

Cuadro 4 Cálculo de torque requerido en el motor en régimen estacionario

Parámetro.	Cantidad
Torque ejercido por las canastas sobre el sprocket principal (N-m)	36.48
Torque ejercido sobre el eje del motor (N-m)	0.3762
Factor de compensación contra pérdidas	1.5
Torque necesario en la salida del motor después del factor de compensación de pérdidas. (N-m)	0.56
Factor de servicio	1.2
Torque necesario en la salida del motor después del factor de servicio (N-m)	0.67

Luego de calcular el torque necesario, tanto para el caso de aceleración como operación estacionaria, se comparan los resultados para verificar cuál situación es más influyente sobre la selección de motor: aceleración u operación continua.

La demanda de torque sobre el eje del motor es mayor durante la operación estacionaria, cuando el sistema se encuentra a velocidad constante. Chapman (2012) indica que el torque máximo de arranque es de 3 a 4 veces el torque nominal en plena carga, por lo que en teoría el torque necesario de arranque, requerido para la aceleración, podría exceder al torque de operación en magnitud de 2 a 3 veces. Lo anterior también puede apreciarse en la Figura 12 en la página 14.

Se selecciona el motor más cercano al cumplimiento de estas demandas y que se encuentre disponible por parte del fabricante Motovario, contando con una potencia de $\frac{1}{4}$ hp o 0.18kW. Este motor, con cuatro pares de polos, tiene una velocidad nominal en plena carga de 1696 rpm con una frecuencia de línea de 60hz.

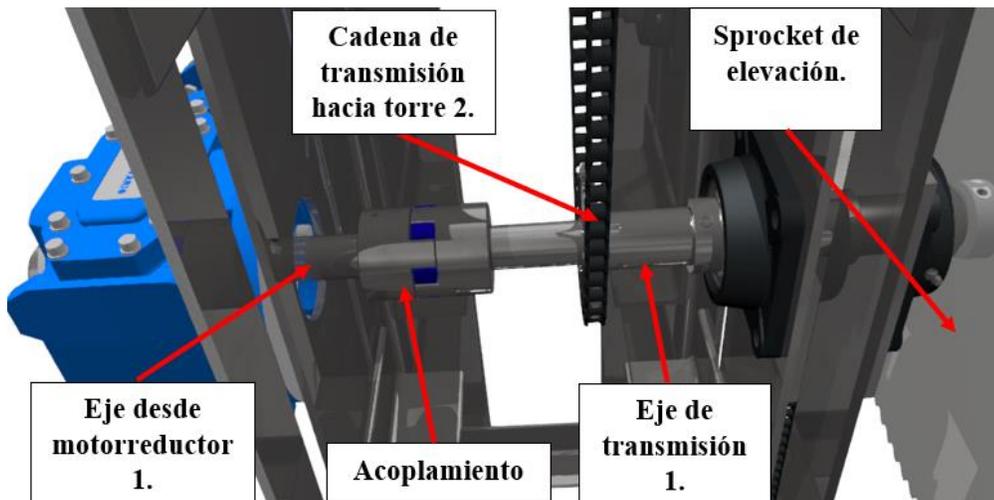
El reductor se selecciona con base al tamaño del motor y la relación de reducción requerida para obtener una velocidad lineal de elevación de 0.5 m/s cuando se utiliza un sprocket con 90 dientes número 60, cuyo diámetro de paso es de 545.85 mm. Se había estimado una relación de reducción necesaria de 97.

La relación de reducción más cercana ofrecida por Motovario, en sus cajas reductoras de engranajes cónicos, es de 101.2. Las especificaciones del motorreductor seleccionado se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Especificaciones de motorreductor para sistema de elevación.

Parámetro.	Detalle
RPM del motor en plena carga	1696
Potencia (kW)	0.18
Torque de salida de motor (N-m)	1.01
Factor de seguridad del motor	1.49
Relación de reducción	101.2:1
Identificación de la caja reductora	B 063 F C - 101.20
Identificación del motor	T071IC
RPM finales	16.76
Brida de montaje	FC
Material de carcasa de caja reductora	Hierro fundido.

Figura 29. Vista de primera fase de transmisión.

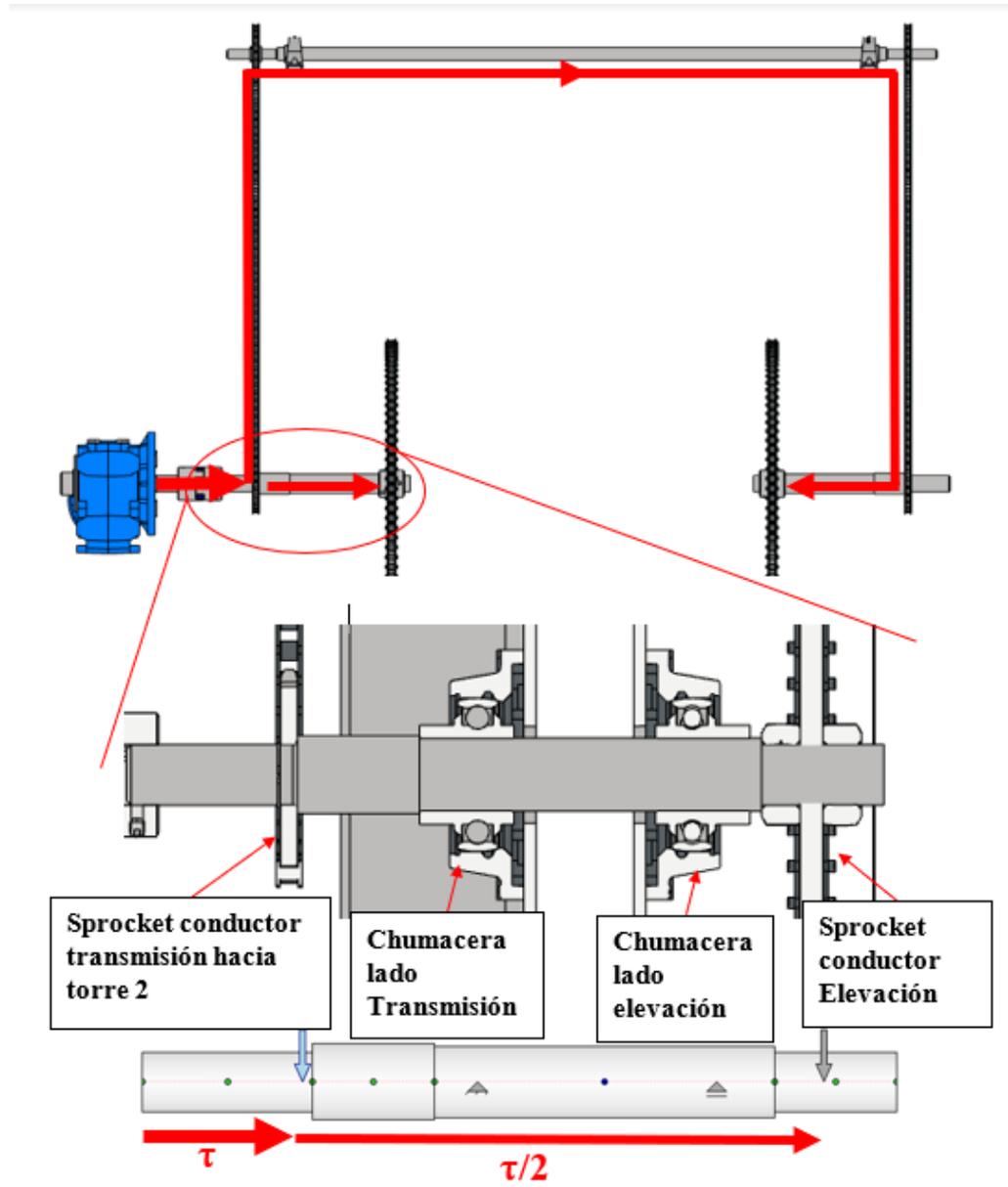


El eje de salida del motorreductor se acopla con el denominado eje de transmisión 1, mediante un acoplamiento Lovejoy tipo L serie 100, con un elastómero intermedio de la línea SOX.

Como se muestra en la Figura 29, el eje de transmisión 1 se encuentra apoyado por dos chumaceras SKF.FY 1_1_4, con $1\frac{1}{4}$ " de diámetro interno. Las cargas sobre el eje son producidas por el sistema cadena-sprocket del lado de la elevación, y la cadena de transmisión de potencia hacia torre 2. Estas cargas están en voladizo. La Figura 30 muestra una vista esquemática del flujo de potencia mecánica en el sistema de elevación, en la cual

queda representado el Eje de transmisión 1, con las mazas montadas en los extremos y la situación de carga, donde unas flechas hacia abajo describen las solicitaciones sobre el eje

Figura 30. Flujo y distribución de potencia mecánica en el sistema de elevación.

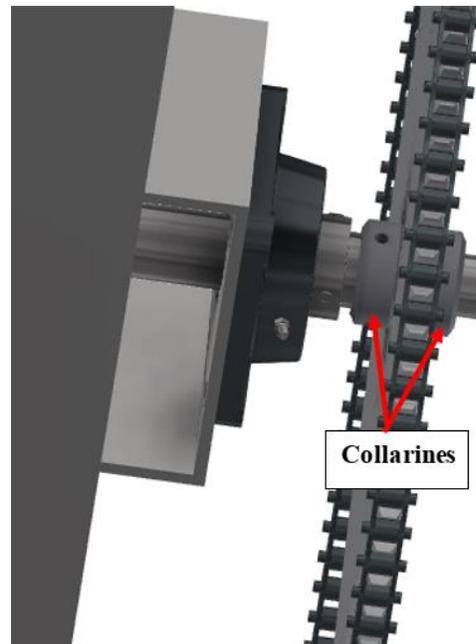


El par de torsión máximo sobre este eje ocurre justo a la izquierda del sprocket conductor de transmisión hacia torre 2 (visto desde la Figura 30). Esto ocurre ya que todavía no ha ocurrido la distribución de potencia.

Los puntos de interés o zonas críticas a evaluar son: la sección previa a la división de potencia por estar sometido al par de torsión máximo, el punto con mayor momento flector y el punto con cambio de diámetro próximo al sprocket conductor de elevación debido a la existencia de un concentrador de esfuerzo.

Para conservar la posición axial del sprocket de elevación, se utilizan collarines marca KANA con diámetro interno $1\frac{1}{4}$ ". Es prudente mencionar que la selección de collarines se debe a que la distancia entre sprockets de ambas torres debe guardar cierta exactitud que no puede ser garantizada si se utilizan anillos de retención. De hecho, como se expondrá más adelante, durante el ensamblaje del sistema de elevación existen inexactitudes por lo que la fijación axial de ejes interdependientes entre torres es posible únicamente mediante el empleo de collarines.

Figura 31. Uso de collarines de fijación axial para los sprockets de elevación.



El apoyo inferior o apoyo no motorizado, cumple la función de tensar el sistema de cadenas, acción necesaria para evitar el salto de eslabones sobre los dientes y vibración de las hileras de eslabones. Este apoyo utiliza el mismo juego de chumaceras que el apoyo superior y el mismo tipo collarines para la sujeción del sprocket hacia el eje.

Se utiliza una barra roscada de 1" con rosca americana de acero galvanizado como tensor.

Figura 32. Apoyo inferior de sistema de elevación.

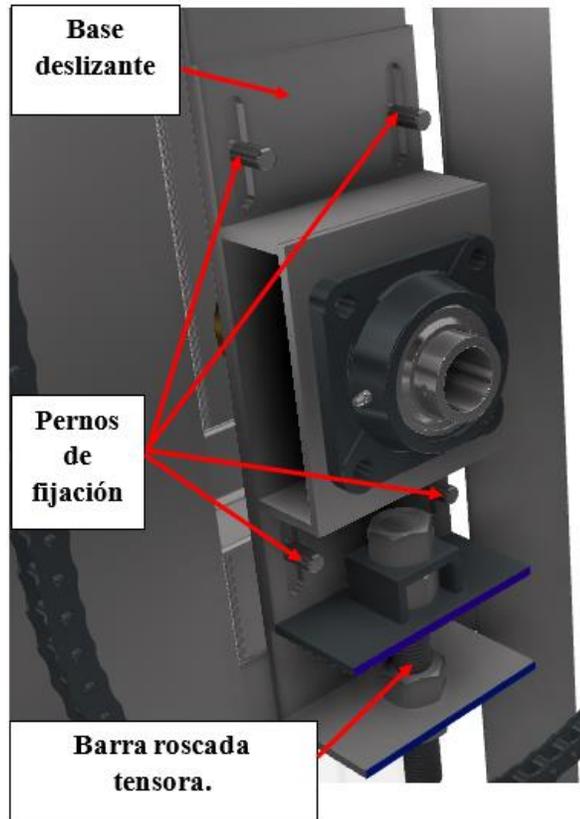
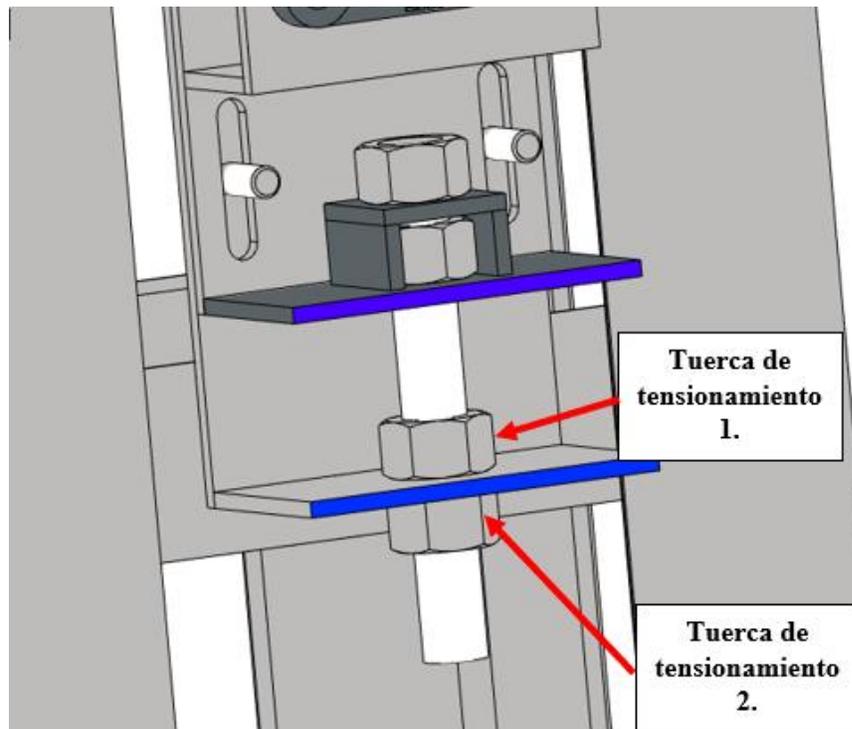


Figura 33. Tuercas de tensionamiento de apoyo inferior.



La fijación de la base cuando se aflojan las tuercas de tensionamiento se logra mediante los pernos de fijación. La mayoría de los pernos utilizados en el sistema de elevación son de 1/2", siendo los pernos de fijación los que están sometidos a mayor tensión, ya que éstos ejercen suficiente fuerza para mantener la base deslizante en posición mientras reaccionan contra un momento provocado por el sprocket.

Para transmitir la potencia desde una torre hacia otra se utiliza un sistema de cadena-sprocket, como se muestra en la Figura 34. Está compuesta de un sprocket conductor, un sprocket tipo idler o loco que funciona como tensor, y un sprocket conducido encargado de transmitir la potencia mecánica hacia la otra torre. Todos los sprockets son del tipo A y tienen un único cuñero. Para calcular las cadenas de rodillos empleadas en diversos componentes de transmisión se utiliza el método de la Asociación Estadounidense de Cadenas (ACA, por sus siglas en inglés) (Faulkner, 2006)

El sprocket conducido se encuentra montado sobre el Eje de transmisión 1 y mantiene su posición axial debido a que una de sus caras se encuentra apoyada contra un hombro del eje y la cara opuesta contra un anillo de retención como se muestra en la Figura 35.

Figura 34. Cadenas de transmisión hacia la torre 2.

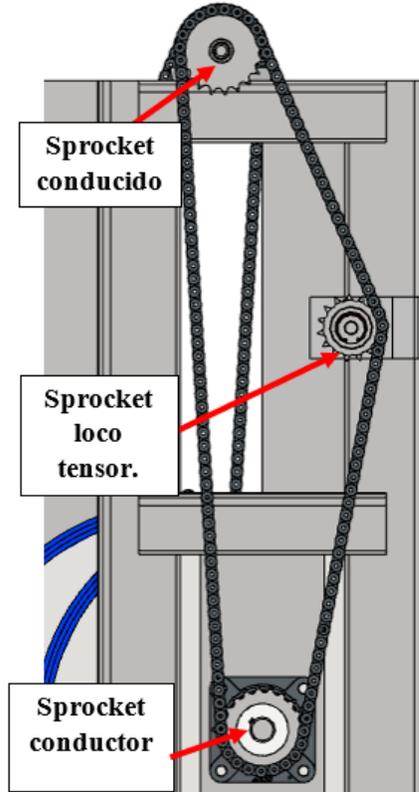
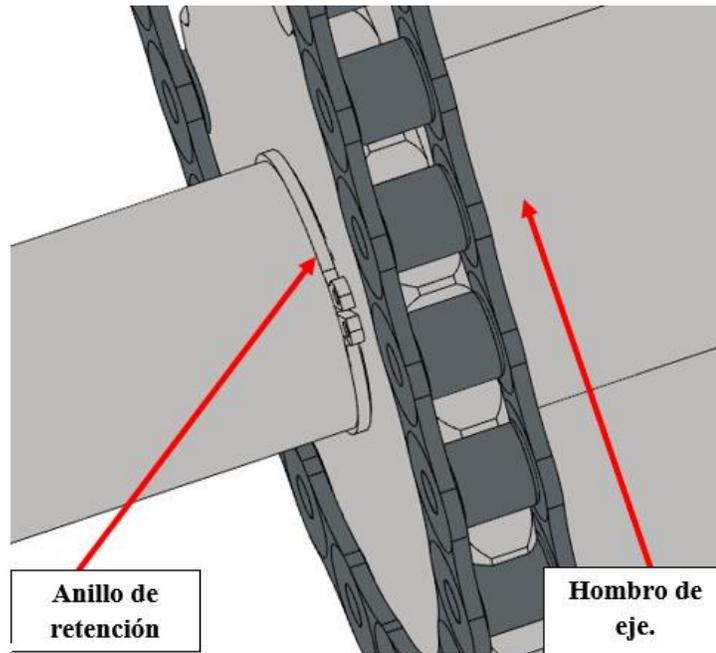
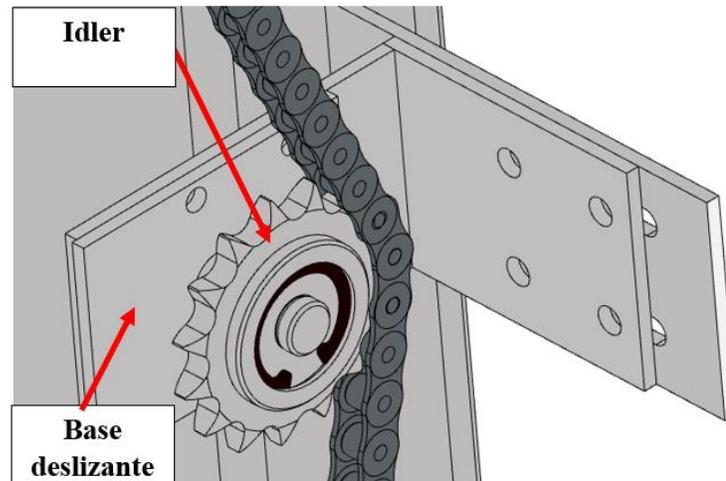


Figura 35. Vista de sprocket conductor.



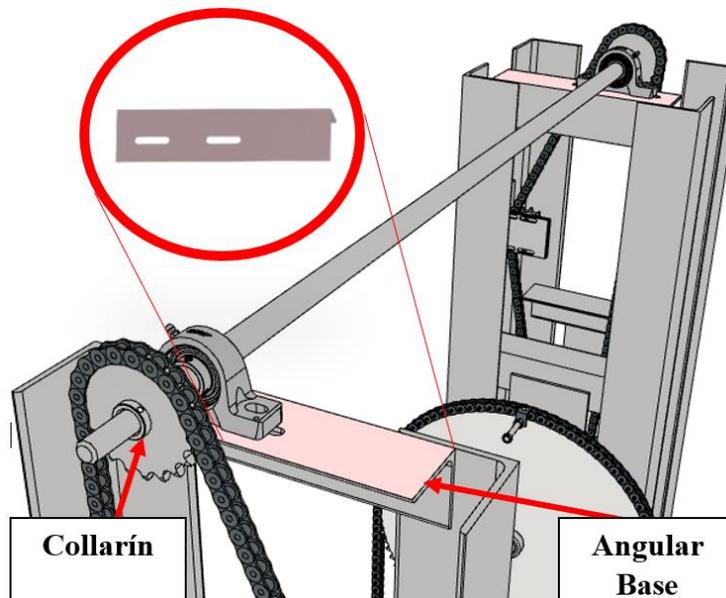
El tensor consiste en un sprocket tipo idler montado sobre un eje con hombro y anillo de retención, que se encuentra en voladizo sobre una base deslizante fabricada con angulares y platinas de acero ASTM A-36. Esto se puede observar en la Figura 36.

Figura 36. Tensor de la cadena de transmisión hacia torre 2.



El sprocket conducido es responsable de transmitir la potencia hacia la segunda torre mediante un eje de transmisión, fabricado de acero AISI 1018. Dicho eje se encuentra apoyado sobre dos chumaceras, colocadas sobre angulares pertenecientes a la estructura de las torres respectivas. Se fresan agujeros alargados sobre los angulares para tener control sobre la concentricidad de ambas chumaceras. Este sprocket se fija axialmente gracias al uso de collarines. Esto se observa en la Figura 37.

Figura 37. Vista de sprocket conducido y eje de transmisión



El sistema de transmisión de potencia en la segunda torre es idéntico al de la primera.

La lista de componentes clave para el sistema de transmisión de potencia de torre a torre se presentan en el Cuadro 6.

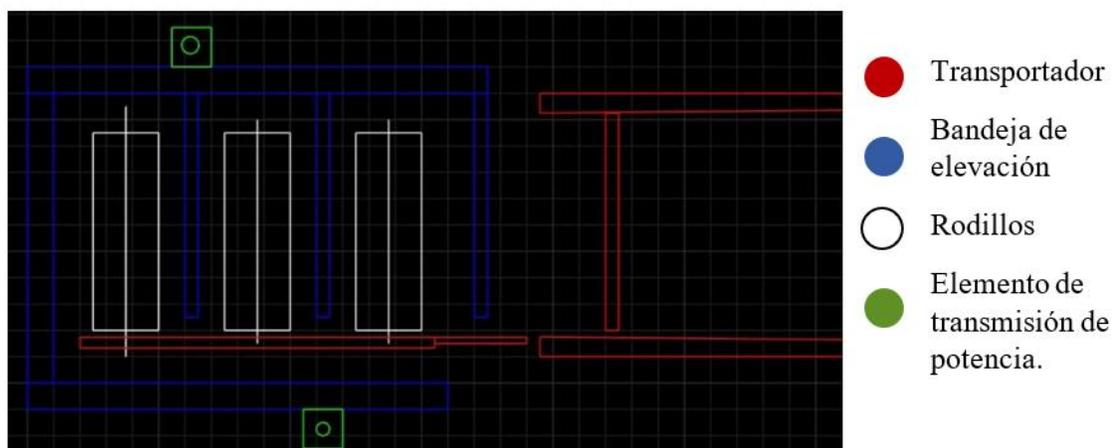
Cuadro 6. Lista de componentes principales para cadena de transmisión.

Item	Detalle
Sprocket conductor	Kana 50A20 Tipo A
Sprocket loco tensor	Kana ID50A17 (Idler) Con rodamientos internos
Sprocket conducido	Kana 50A20 Tipo A
Identificación del reductor	BA42C14_4671
Chumacera superior para el eje de Transmisión 3.	SKF SY 1

Ante las limitaciones del diseño original y la necesidad inminente de realizar cambios para su adaptación, inicialmente se evaluó cómo se lograría la carga y la descarga. La plataforma de elevación debe ser capaz de capturar y descargar las canastas sin necesidad de recurrir a mecanismos complejos para su colocación la plataforma. Se limita al uso de transportadores lineales para la colocación de la canasta, previa a ser alzada por la plataforma de elevación, y para ser removida luego de ser descargada.

La Figura 38 muestra un boceto presentando la vista superior del concepto que inicialmente se ideó para la plataforma de elevación, cumpliendo con los requerimientos presentados anteriormente. A partir de este momento, la plataforma de elevación recibirá el nombre de bandeja de elevación, debido a la forma que esta adopta.

Figura 38. Representación esquemática del sistema de carga.



La bandeja de elevación está suspendida sobre un par aditamentos en las hileras de cadena, justo como el diseño original. En referencia a la Figura 38, la plataforma se mueve en dirección normal a la página. Para el punto de carga del módulo de colocación, se

utilizan rodillos en voladizo para hacer posible que la bandeja, que adopta una forma como la mostrada en la Figura 39, pueda atravesar estos sin que, tanto la bandeja como los rodillos, se interfieran entre sí.

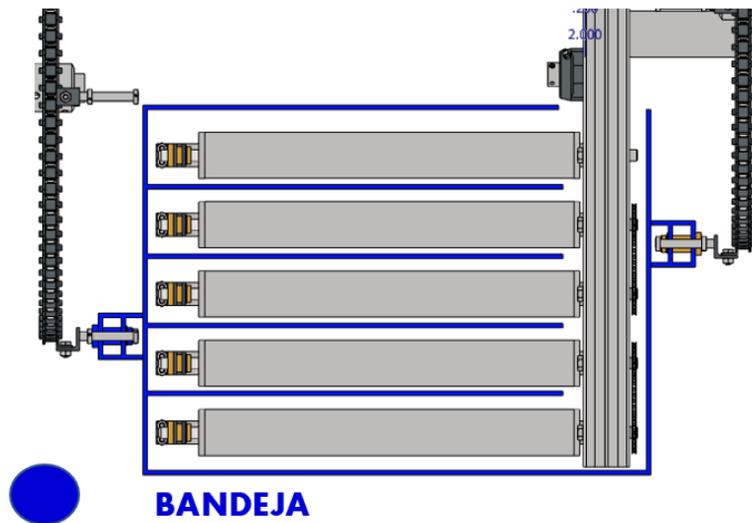
Figura 39. Plataforma o bandeja de elevación.



La bandeja se fabrica a partir de platinas de acero ASTM A-36 de $2" \times \frac{3}{16}"$ soldadas. Se ensambla hacia la cadena utilizando una junta de revoluta que consiste en bujes de bronce instalados sobre los extremos de la bandeja y ejes ensamblados sobre los aditamentos de las cadenas, de tal forma que pueda existir rotación relativa entre la bandeja y los aditamentos con disminución de desgaste, en el momento que la bandeja se encuentre en su posición más elevada o en su posición más baja, cuando esta realiza una traslación curvilínea.

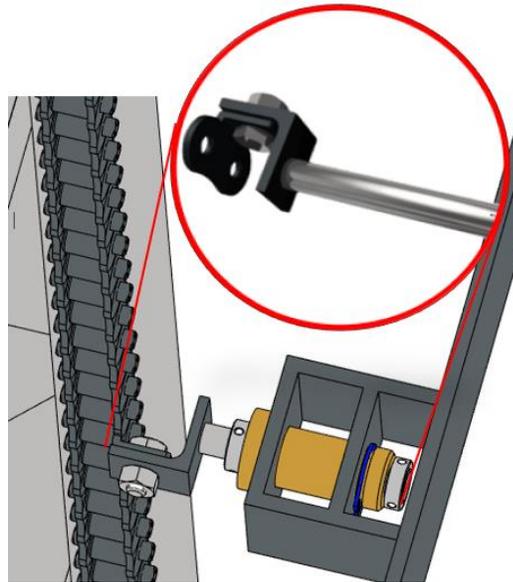
En la Figura 40 se presenta un boceto detallado de la vista superior de la bandeja, justo en el instante que esta se cruza con los rodillos del punto de carga

Figura 40. Vista superior del punto de carga, siendo cruzado por bandeja de elevación.



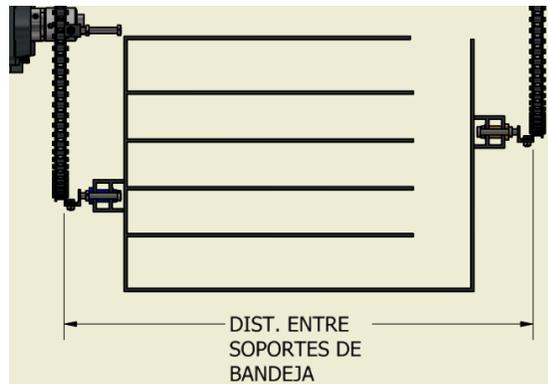
El enlace cadena-bandeja se logra gracias a los eslabones con aditamentos, los cuales hacen posible el montaje de un soporte con eje sobre el cual reposa el buje ubicado en un extremo de la bandeja. Esto ocurre de ambos lados de la bandeja. Lo anterior se puede apreciar en la Figura 41.

Figura 41. Enlace bandeja-cadena de elevación. Se enfoca el soporte con eje.



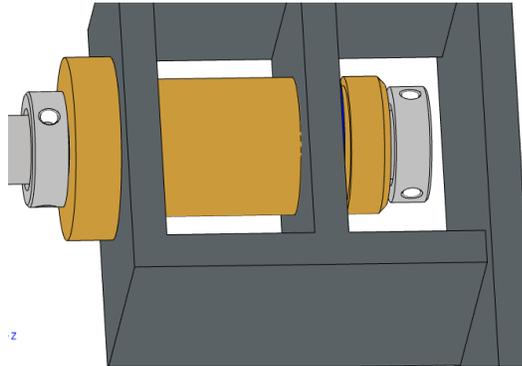
Como se anticipó con anterioridad, debido a las inexactitudes presentadas durante la fabricación y montaje de los componentes del sistema, el espaciamiento entre sprockets de ambas torres no es lo suficientemente controlable como para establecer una distancia conocida entre soportes para la bandeja, que se muestra en Figura 42.

Figura 42. Visualización de distancia entre soportes de bandeja.



Por la razón anterior, es necesario el empleo de collarines de fijación axial sobre los ejes de soporte de bandeja, situación que se presenta en la Figura 43.

Figura 43. Uso de collarines para ensamblaje de bandeja.



En la Figura 44 se muestra el sistema de elevación con las 10 bandejas que lo conforman

Figura 44. Sistema de elevación ensamblado.

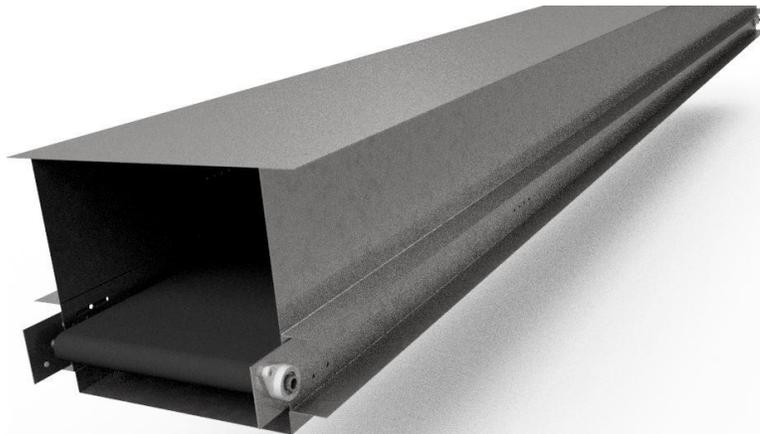


b. Transporte rectilíneo

Para el transporte rectilíneo se eligió el uso de un transportador de banda. El material de la banda es Nitrilo marca Beltservice de la línea Monopro de 50cm de ancho y 2.38mm de espesor, que reposa sobre una cuna de deslizamiento como se determinó en la fase de ideación. Se selecciona este material para la banda transportadora como recomendación de McGuire (2009), para ambientes corrosivos, con niveles de humedad elevados. Una especificación de desempeño del sistema de transporte requiere que el material de fabricación sea resistente a la corrosión, por lo cual se seleccionó acero inoxidable AISI 304, material recomendado por McGuire (2009) para fabricar el chasis y encapsulamiento de un transportador de banda para ambientes que requieran inocuidad o sean corrosivos.

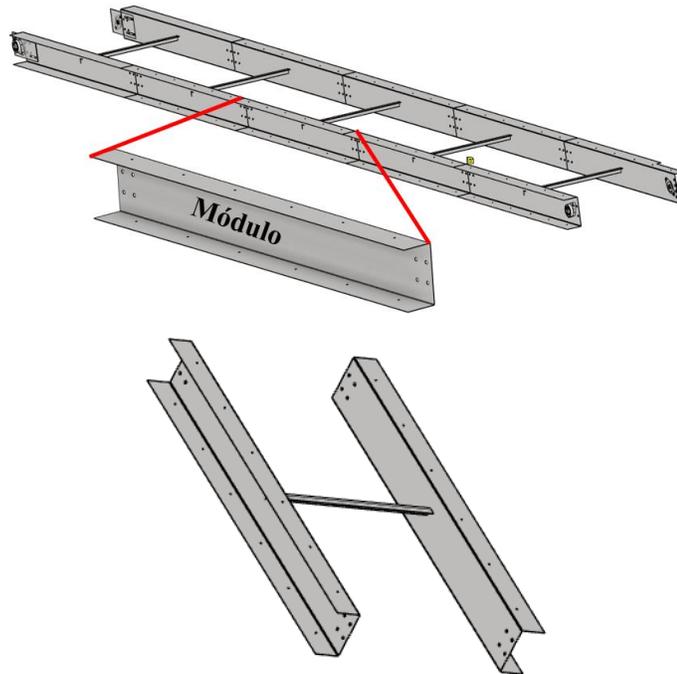
En la Figura 45 se presenta una captura del módulo de transporte rectilíneo.

Figura 45. Módulo de transporte rectilíneo



El chasis, mostrado en la Figura 46, está compuesto de 15 piezas fabricadas a partir de láminas de acero AISI 304 con 1.5mm de espesor. Esto es debido a la necesidad de maniobrabilidad, y facilidad de montaje y desmontaje en el reducido espacio donde se ubicaría el módulo de transporte rectilíneo. Se emplea el uso de angulares de lados iguales con dimensiones de 1" x 1/8" para ejercer la función de travesaños. Cada extremo del angular se ensambla hacia un módulo mediante soldadura utilizando electrodos tipo SS308L, como se muestra en la Figura 46.

Figura 46. Chasis modular de módulo del sistema de transporte lineal.



Las chumaceras termoplásticas cumplen con las características de resistencia a la corrosión y desgaste, debido a que el alojamiento está fabricado de politetrafluoroetileno (PTFE) y el rodamiento de acero inoxidable. En la parte interior de la planta utilizan únicamente chumaceras de grado alimenticio, lo cual es mandatorio según las normas referentes a equipo industrial de la empresa.

Ya que el módulo de transporte rectilíneo está dentro la clasificación de sanitización industrial, debido a la desinfección que ocurre dentro de éste, se utilizan chumaceras termoplásticas de grado alimenticio en la banda transportadora. Las chumaceras para utilizar son MRC (SKF) C2F012ZM, de $\frac{3}{4}$ ” en los cuatro puntos de apoyo de los rodillos. La Figura 47 exhibe una muestra del modelo de chumacera utilizar.

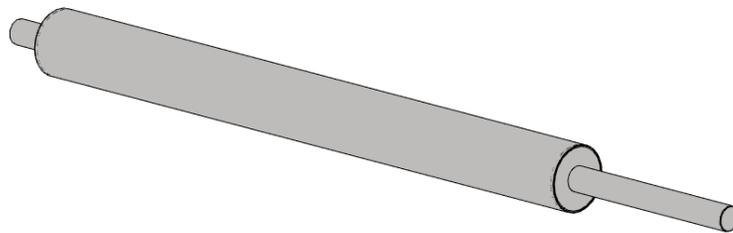
Figura 47. Chumacera utilizada en el módulo de transporte rectilíneo.



Los rodillos de la banda transportadora se fabrican a partir de lámina de acero inoxidable SS304 de 1.5mm de espesor, sobre los cuales se realiza un recubrimiento de caucho vulcanizado para incrementar el coeficiente de fricción entre la banda y los rodillos. En la Figura 48 muestra el rodillo motorizado, el cual se encarga de transmitir la potencia hacia la banda.

La velocidad lineal de transporte deseada de $0.5 \frac{m}{s}$ y, tomando en cuenta el diámetro externo del rodillo, se obtiene una velocidad de rotación requerida de 191 revoluciones por minuto.

Figura 48. Rodillo de banda transportadora.



(Fuente propia)

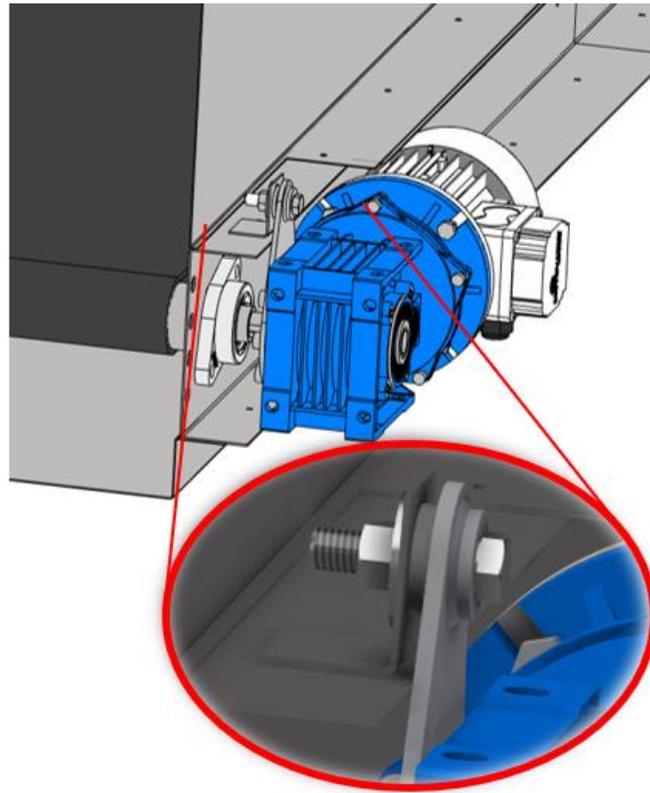
Mediante el mismo proceso para elegir el motorreductor del elevador, se selecciona un motorreductor para la banda transportadora con las especificaciones que se muestran en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Especificaciones de motorreductor para banda transportadora.

Parámetro.	Detalle
Cantidad de polos	2
RPM del motor en plena carga	3498
Potencia (hp)	3/4
Relación de reducción	18.220:1
Identificación del reductor	BA42C14_4671
Identificación del motor	T071IC
RPM finales	191.98
Torque necesario, post factor deservicio	14.02
Torque disponible en el motorreductor (N-m)	27.81
Factor de seguridad	1.98

El motorreductor se instala directamente sobre el eje de acción del transportador de banda y se utiliza un brazo de reacción para oponerse al torque producido por el motorreductor. Esto se ilustra en la Figura 49.

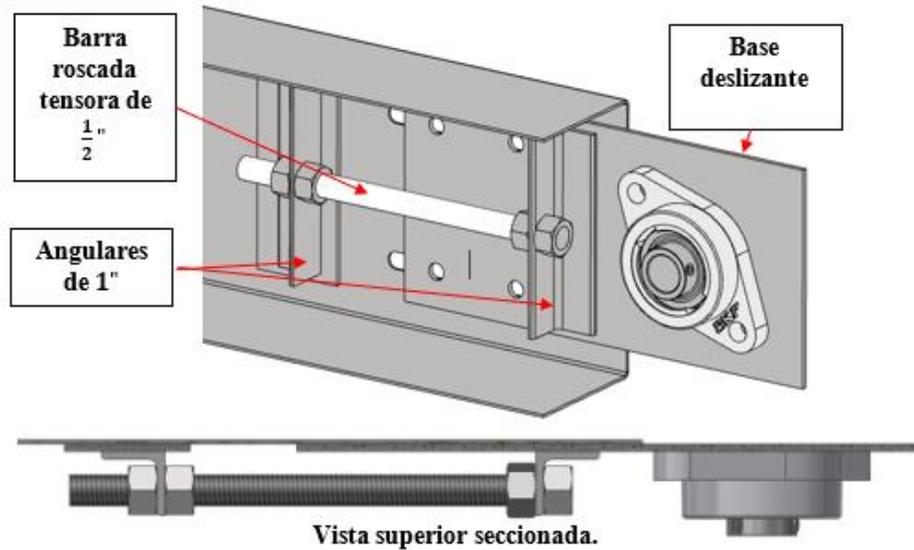
Figura 49. Montaje de motorreductor en banda transportadora, con uso de brazo de reacción



Nótese que el motor aquí seleccionado es más potente que el motor del elevador. Esto se debe principalmente a que la velocidad de salida del motorreductor es más alta y se tienen más pérdidas por fricción debido al rozamiento de la banda sobre la cuna de deslizamiento. No es necesario utilizar un motorreductor con carcasa de acero inoxidable, puesto que este se encuentra completamente aislado de un ambiente corrosivo, sin embargo, se utiliza una caja reductora con carcasa de aluminio para disminuir el momento flector sobre el eje producido por el peso del motorreductor.

Para calcular la tensión inicial necesaria en la banda, se utilizó un método recomendado por Fayed y Skocir (1997) para transportadores de cortas distancias, que consiste en calcular la fuerza normal en el punto de contacto banda-rodillo para que no exista deslizamiento cuando se accione el sistema. Esta debe ser tal que la fuerza de fricción estática entre el rodillo y la cinta tenga el potencial de ser dos veces superior a la fuerza que se opone al movimiento en régimen estacionario. La principal fuente de pérdidas por fricción está dada por el contacto entre la banda y la superficie, y su magnitud está definida por el peso de los componentes transportados y el peso de esta banda. Es más conveniente tener un alto coeficiente de fricción entre los rodillos y la banda que una fuerza de tensión excesiva. La tensión se logra utilizando un mecanismo tensor como el mostrado en la Figura 50. Ambos tensores son capaces de proveer la fuerza de tensión inicial requerida de 92.79 N.

Figura 50. Sistema de tensionamiento a utilizar en la banda transportadora.



El coeficiente de fricción estática entre el Nitrilo de la banda y el caucho vulcanizado que envuelve el rodillo oscila alrededor de 1.1 (Guo, *et al.*, 2018) mientras el coeficiente de fricción entre la cinta y la cuna de deslizamiento es de 0.2.

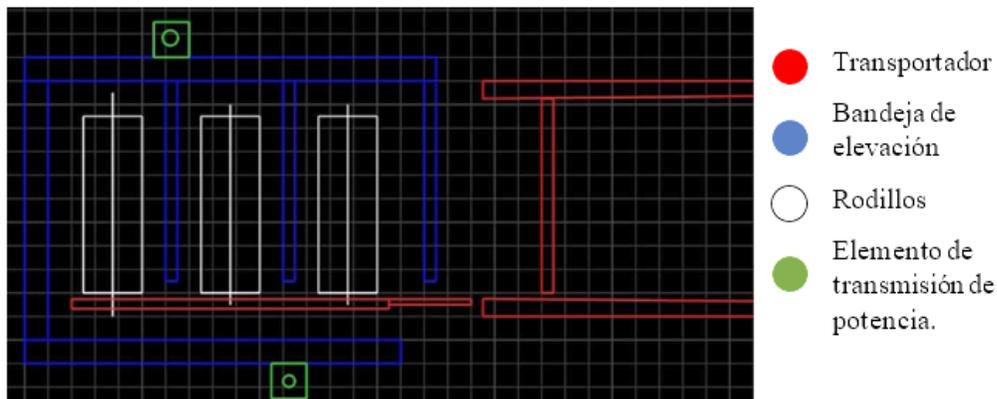
El diseño e instalación del sistema de desinfección queda bajo la responsabilidad de la gerencia de conservación industrial de la planta.

c. Puntos de carga y descarga, y módulo de colocación.

Tomando en cuenta la forma de la bandeja de elevación, es necesario el uso de un mecanismo que movilice las canastas hacia una posición donde estén preparadas para luego ser tomadas por la bandeja e inicien el ascenso.

Se introdujo anteriormente que, en el instante de carga, la bandeja debe estar cruzar los rodillos del punto de carga sin interferencia, como se muestra en la Figura 51.

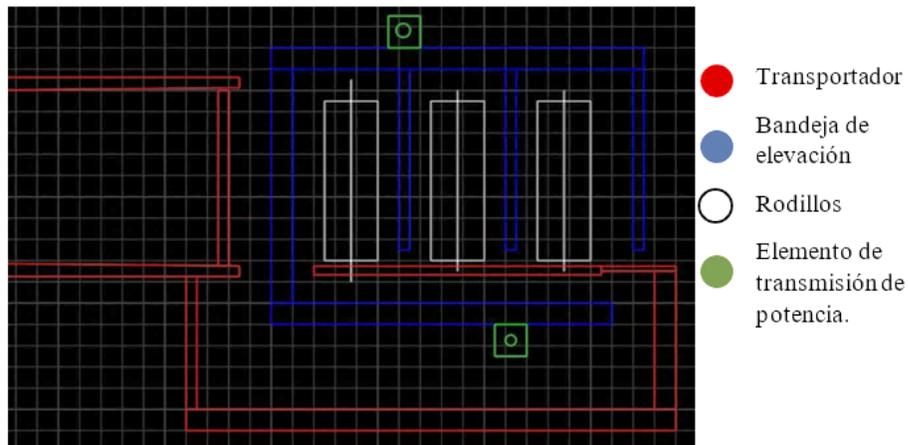
Figura 51. Representación esquemática del módulo de carga.



Utilizar la forma representada en la Figura 51 es posible únicamente en uno de los puntos de carga del sistema de elevación, ya sea en el punto de descarga del transportador lineal o en el punto de carga en el nivel del suelo. Esto se debe a que la bandeja no realiza una rotación completa durante ciclo de operación y mantiene su posición horizontal al realizar una traslación curvilínea en el punto más alto y bajo del ciclo.

Por consiguiente, uno de los dos puntos, de carga o descarga, debe adoptar una serie de modificaciones para que la bandeja de elevación pueda atravesarlo sin que exista interferencia. La Figura 52 exhibe una vista esquemática de la forma que debe adoptar el punto con forma especial

Figura 52. Representación esquemática del módulo de carga, modificado.



El módulo de carga más simple, mostrado en la Figura 51, se instala sobre el transportador rectilíneo ya que existe limitación de espacio y accesibilidad en la parte más alta del elevador, por lo que es conveniente ensamblar el módulo más simple y de menor tamaño sobre el transportador rectilíneo.

Figura 53. Vista de extremo de transporte rectilíneo con módulo de carga ensamblado.

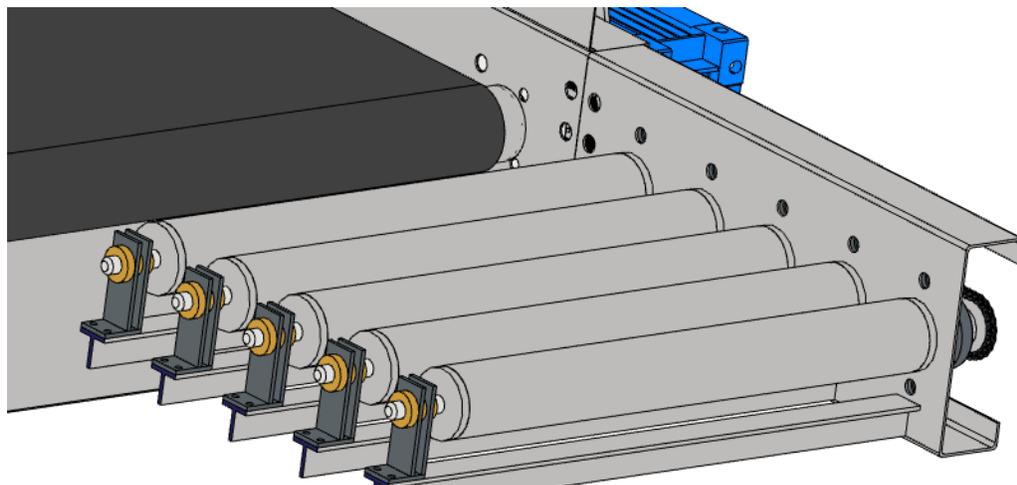
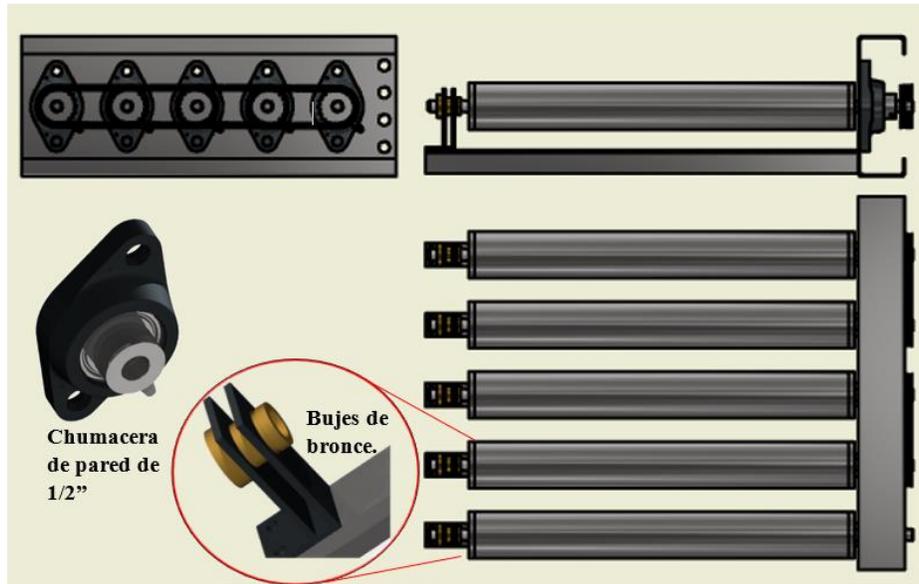


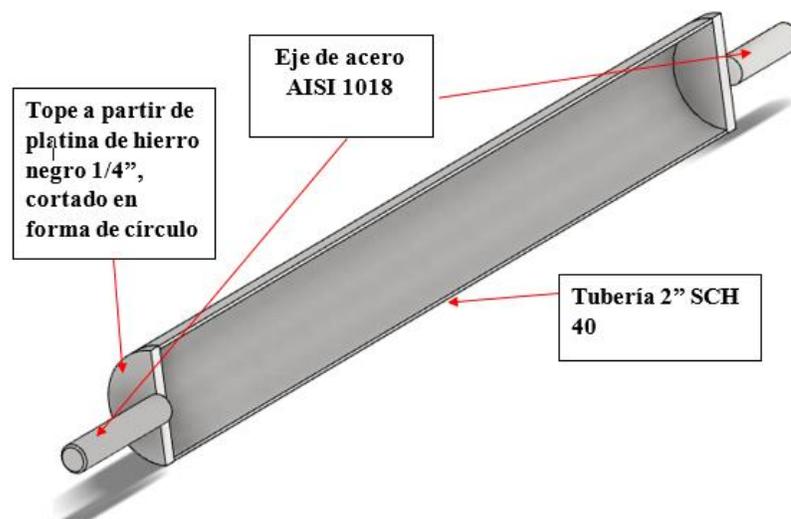
Figura 54. Vistas ortogonales del módulo de descarga superior, ensamblado sobre un extremo del módulo de transporte rectilíneo.



La potencia se transmite desde el motorreductor del transportador de banda hacia el rodillo más cercano a éste utilizando cadenas de rodillos #25 (paso 0.25"). Los rodillos están sujetos por un extremo mediante chumaceras de pared con diámetro interno de $\frac{1}{2}$ " y en el otro por medio de bujes de bronce mecanizados.

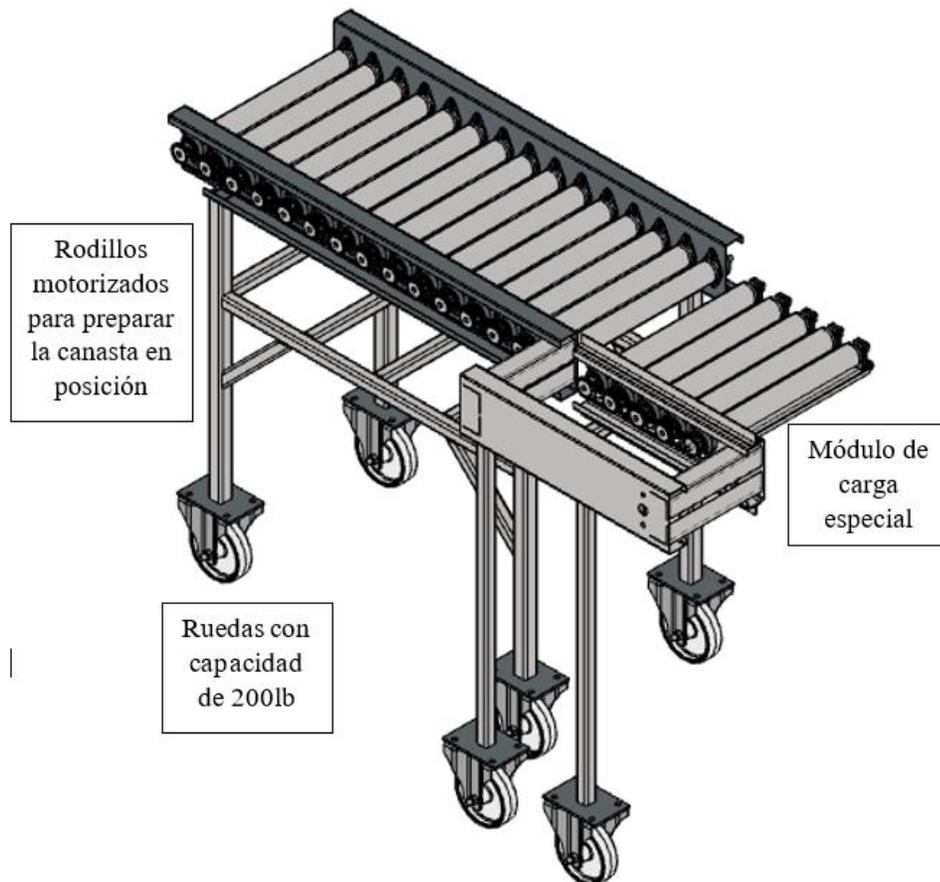
Los rodillos se fabrican a partir tuberías de 2" cédula 40 de acero galvanizado, los cuales se recubren con adhesivo de caucho para incrementar el coeficiente de fricción entre el rodillo y la canasta. Se sueldan ejes hacia sus extremos, fabricados de acero AISI 1018. En la Figura 55 se presenta una vista de uno de los rodillos utilizados en el transportador y puntos de carga y descarga

Figura 55. Vista seccionada de un rodillo del transportador



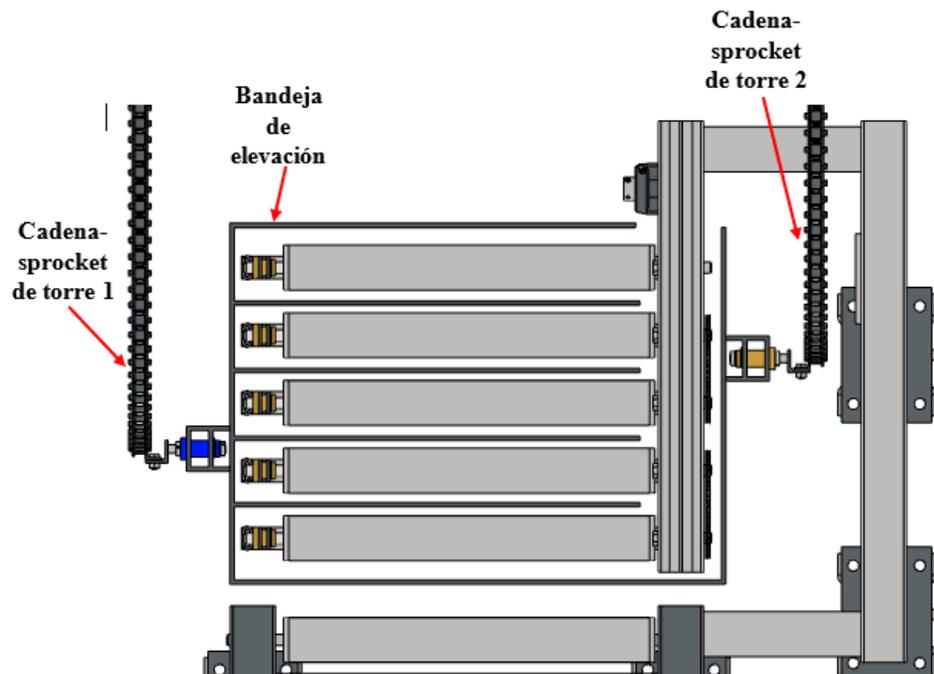
El punto de carga inferior, basado en la vista esquemática de la Figura 52, difiere del punto de descarga principalmente por la manera en que se transmite la potencia mecánica hacia éste. Nuevamente es necesario que exista bandeja de elevación atraviere el punto de carga sin interferencia, pero, como se explicó con anterioridad, no es posible optar por el mismo diseño que el utilizado en el punto de descarga debido a que la bandeja de elevación no realiza una rotación completa sino una traslación curvilínea en los extremos superior e inferior del elevador, por lo que conservar el diseño originalmente propuesto provocaría interferencia entre el punto de carga y la bandeja de elevación. La Figura 56 muestra la forma final del módulo de carga inferior, el cual se ensambla sobre un transportador de rodillos. Este tiene su propia estructura, unas ruedas que facilitan su montaje y posicionamiento. Se utilizan el mismo tamaño de chumaceras y rodillos que el punto de descarga superior.

Figura 56. Vista isométrica de modelo del conjunto módulo de carga inferior y transportador de rodillos.



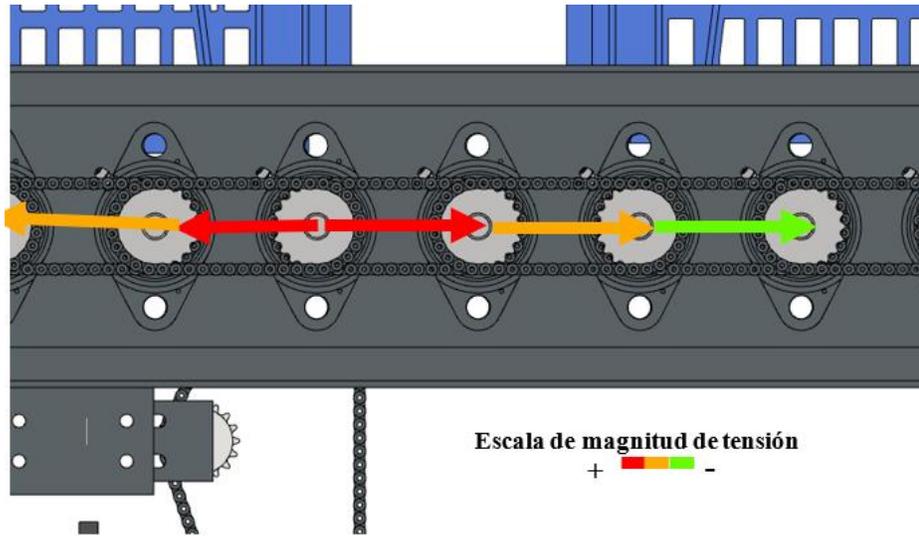
Con este diseño se garantiza que no existirá interferencia entre ninguna de las partes que componen el sistema de elevación y el punto de carga. La Figura 57 exhibe el instante en el que la bandeja de elevación atraviesa el punto de carga. Nótese que no existe interferencia.

Figura 57. Cruce entre bandeja de elevación y módulo de carga inferior.



La acción de movimiento inicia cuando el motorreductor le transmite potencia a un rodillo central. Este rodillo redistribuye la potencia hacia los rodillos adyacentes por medio de cadenas de denominación 25 , utilizando un sprocket por rodillo, es decir, se transmite potencia de rodillo a rodillo. La tensión en las cadenas entre rodillos disminuye con la dirección del flujo de potencia debido a que cada vez existe un menor número de elementos a mover. Esto se visualiza en la Figura 58. Para fines de cálculos, únicamente se evalúa el sistema cadenas-sprocket para transmitir la potencia desde la salida del motorreductor hacia el rodillo ubicado en el centro, puesto que la cadena aquí utilizada es la que se somete a más tensión y los sprockets tienen el menor ángulo de contacto, a diferencia de las cadenas entre rodillos que tienen un ángulo de contacto de 180° , lo cual afecta positivamente en la vida de los dientes de los sprockets.

Figura 58. Disminución de tensión en las cadenas corriente arriba.



Para calcular la potencia y torque necesario del motor, se utilizó un proceso similar al usado para el sistema de elevación. Esta vez utiliza la ecuación,

Ecuación 7. Torque requerido para acelerar rodillos del transportador y punto de carga

$$\tau = N_{canastas} \left(I_{neto} + \frac{mr^2}{N_{canastas}} \right) \alpha$$

para el torque requerido donde I_{neto} es el momento de inercia de todos los rodillos del sistema, m es la masa de una canasta, r es el radio de los rodillos, $N_{canastas}$ es la cantidad de canastas que se encuentran sobre el transportador y α es la aceleración angular.

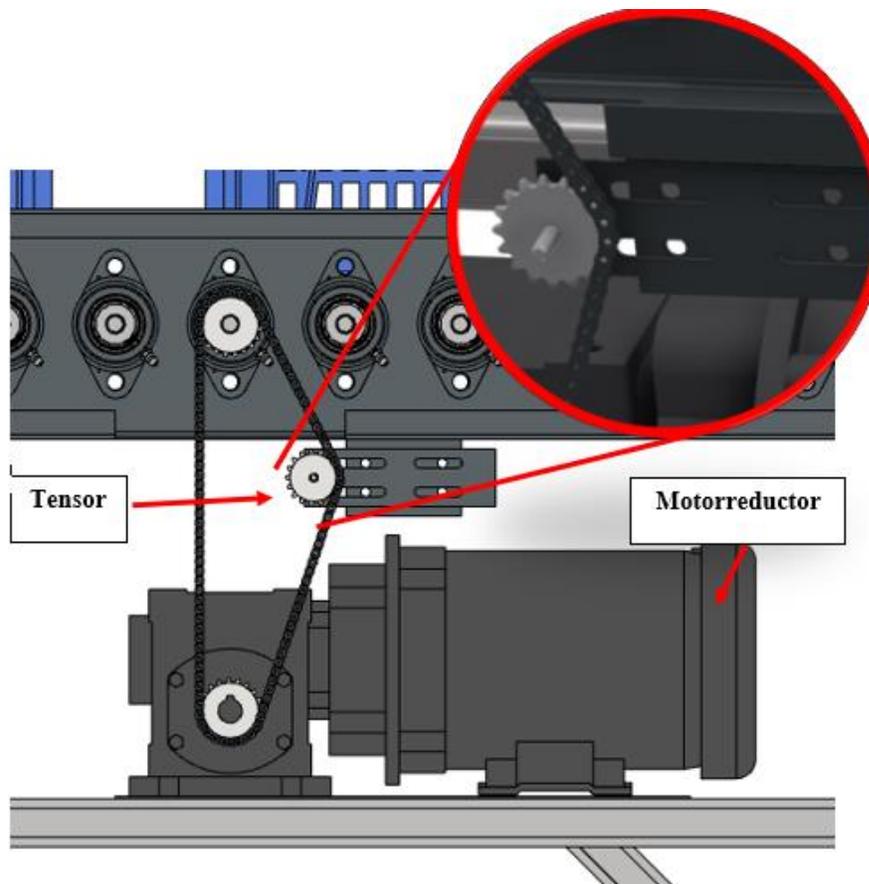
Se quiere acelerar el sistema de tal manera que la velocidad de cada rodillo alcance los 187.97 rpm en 0.2s. En el Cuadro 8 se resumen los parámetros utilizados en la Ecuación 7 y el factor de compensación contra pérdidas.

Cuadro 8. Requerimientos del motor principal del módulo de colocación

Parámetro.	Detalle
Inercia neta (Kg*m2)	0.011
Masa canasta (Kg)	1.82
Radio rodillo (m)	0.0254
Aceleración angular (rad/s2)	98.43
Número de canastas	4
Torque requerido (N-m)	4.77
Factor de compensación contra pérdidas.	1.5
Torque neto requerido sobre el sistema	7.15

En el Cuadro 9 se presenta información referente al motorreductor seleccionado y el sistema de transmisión.

Figura 59. Transmisión de potencia hacia rodillos de transportador inferior.

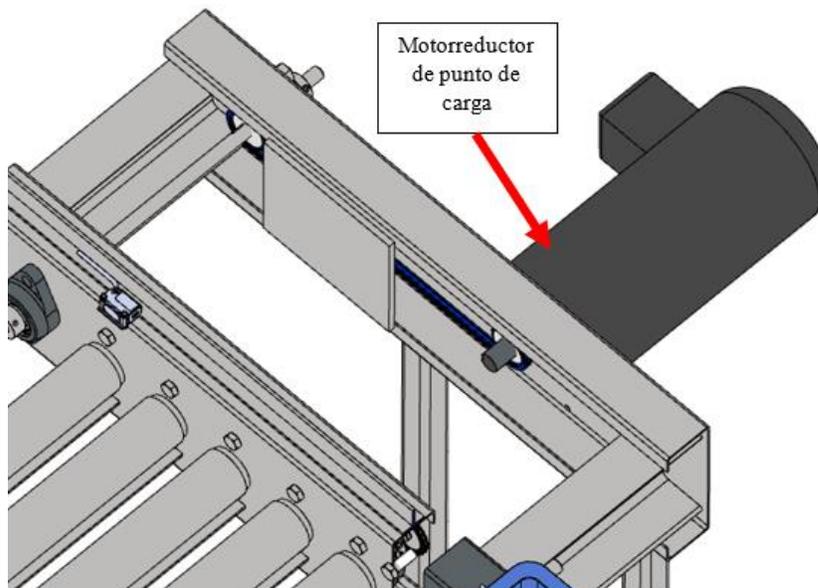


Cuadro 9. Especificaciones del transportador inferior (módulo de colocación).

Parámetro.	Detalle
RPM del motor en plena carga	1712.1
Número de polos	4
Potencia (hp)	0.25
Relación de reducción	8.95:1
RPM finales	191.98
Torque máximo en salida de motorreductor (N-m)	9.47
Factor de seguridad	1.32
Identificación motor	CM3538 (Baldor)
Identificación del reductor	13Q-10-L (Dodge)
Sprocket Conductor	Kana 25A20 Tipo A
Sprocket Conducido	Kana 25A20 Tipo A
Sprocket Tensor.	Kana ID17A20 (Idler) con rodamientos internos.

Al comparar el torque neto necesario del Cuadro 8 con el torque máximo en la salida del motorreductor del Cuadro 9, se concluye que el motorreductor logra acelerar satisfactoriamente el sistema, y se tiene un factor de seguridad de 1.32 sobre el torque en plena carga ofrecido por el motorreductor.

El punto de carga cuenta con su propio motorreductor para independizar su movimiento del transportador de región de conducción. Los detalles se presentan en el Cuadro 10.



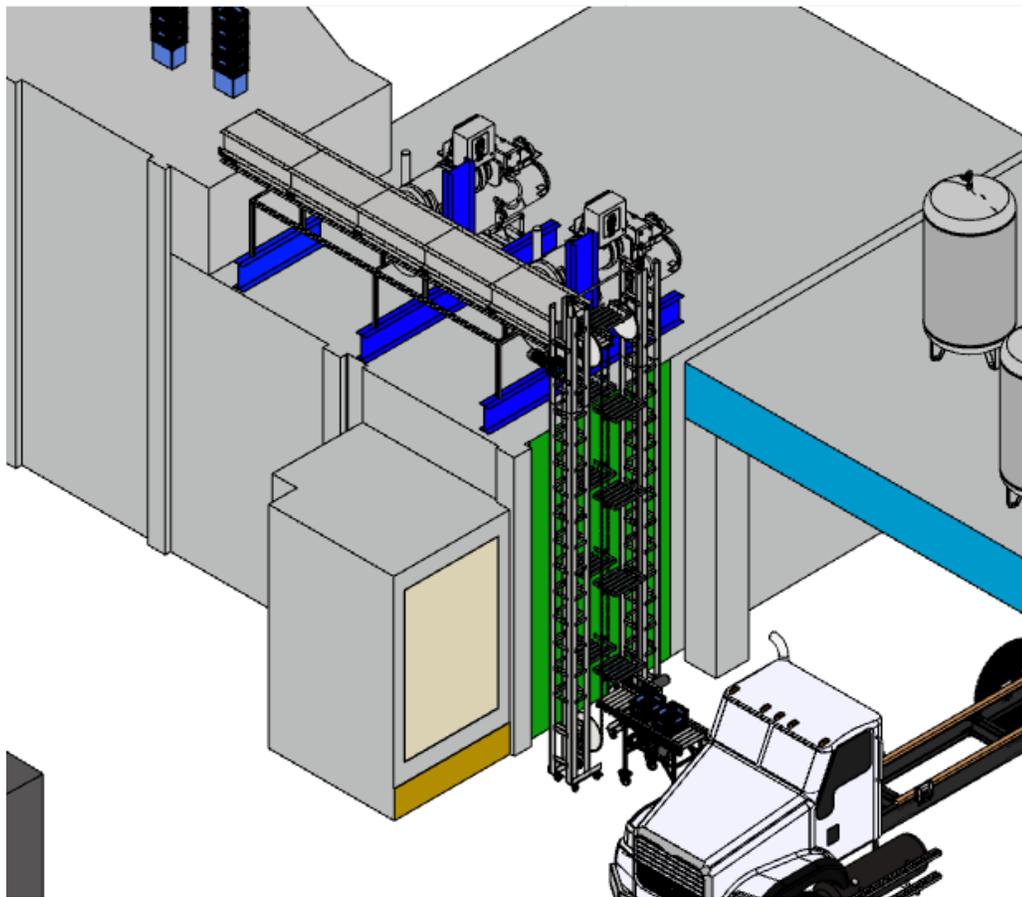
Cuadro 10. Resultados de motorreductor del punto de carga.

Parámetro.	Detalle
RPM del motorreductor	173
Potencia (kW)	0.37
Relación de reducción	10:1
Torque máximo en salida de motorreductor (N-m)	20.1
Identificación motorreductor	Baldor WDGMP3348

d. Sistema ensamblado

En la Figura 60 se aprecia una vista isométrica de cómo se vería el sistema de transporte una vez instalado sobre la región seleccionada.

Figura 60. Sistema de transporte de canastas instalado



e. Funcionamiento

1) Descripción del funcionamiento del sistema

A continuación, se presenta un resumen del funcionamiento del sistema completo en el caso de elevación.

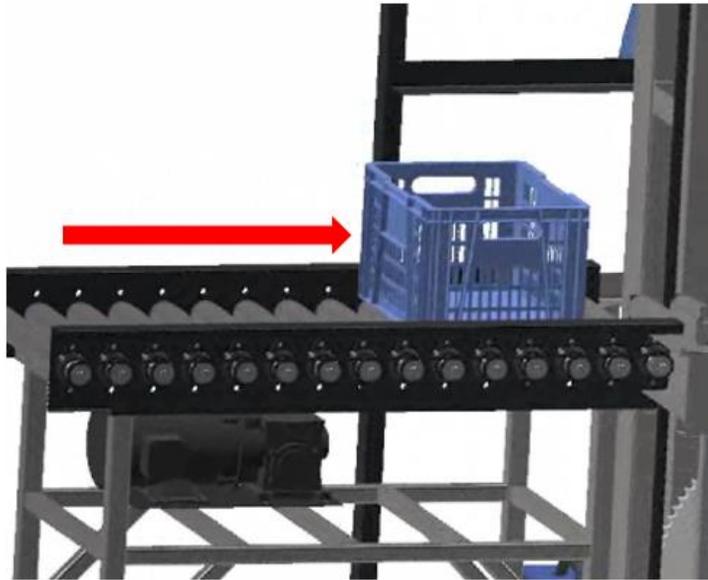
El proceso de elevación inicia con la colocación de una canasta sobre el transportador inferior, desde el extremo opuesto al sistema de elevación.

Figura 61. Colocación de canasta sobre transportador inferior.



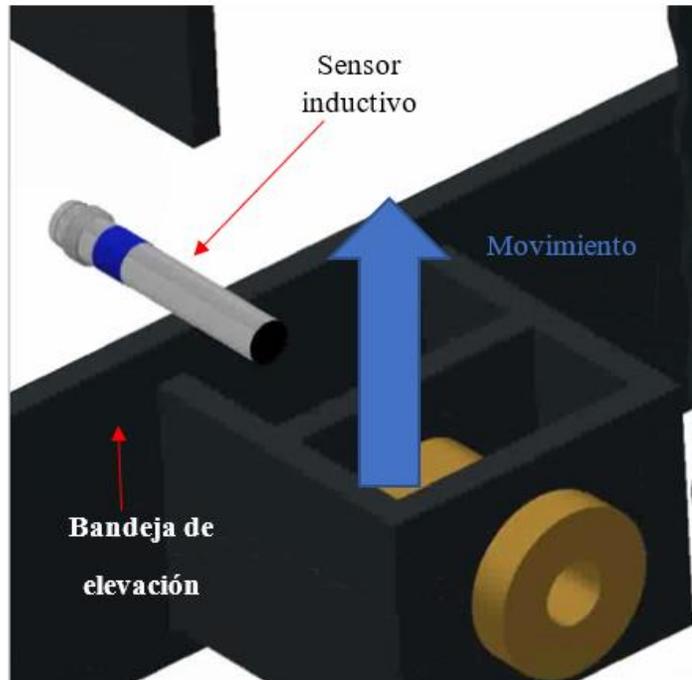
La canasta iniciará su rumbo hacia el punto de carga. Un sensor fotoeléctrico difuso detectará cuando la canasta esté justo en la orilla del transportador inferior, por lo que se detendrá.

Figura 62. Avance de canasta a través del transportador inferior.



Hasta que exista un cambio de estado, cuando un sensor inductivo detecta el paso de una bandeja de elevación, el transportador inferior reanuda su movimiento y conduce la canasta hasta el punto de carga

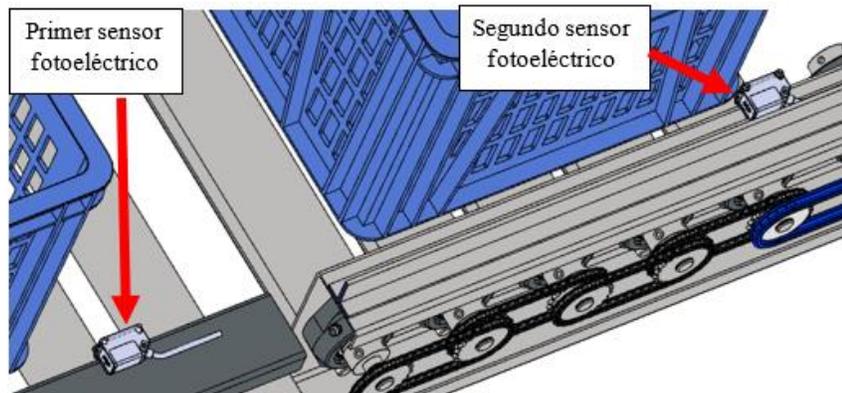
Figura 63. Paso de bandeja de elevación a través de un sensor inductivo.



El segundo motorreductor, que moviliza los rodillos del punto de carga, permite un movimiento independiente sobre el punto de carga y la región de conducción, lo cual hace posible que una canasta pueda ser colocada en sobre el punto de carga sin que el movimiento se interrumpa en el momento que la siguiente canasta alcance el sensor fotoeléctrico ubicado en el extremo de la región de conducción, previo al punto de carga.

Un segundo sensor fotoeléctrico, ubicado en la orilla del punto de carga, sería el responsable de abrir el circuito que controla el segundo motorreductor y así impedir que la canasta continúe su movimiento.

Figura 64. Vista de los dos sensores fotoeléctricos



El segundo sensor fotoeléctrico, al estar limitado a una distancia máxima de detección de 100mm, no detectaría el paso de la bandeja de elevación.

Los rodillos del punto de carga se mantienen en movimiento durante la operación, exceptuando cuando una canasta se coloca enfrente del segundo sensor fotoeléctrico, ubicado sobre el punto de carga.

La bandeja eleva la canasta hasta el punto más alto del sistema de elevación, donde realiza una traslación curvilínea para luego realizar un descenso y colocar la canasta sobre el punto de descarga del transporte rectilíneo que se encuentra en constante movimiento.

Figura 65. Colocación de canasta sobre punto de descarga del transportador superior.

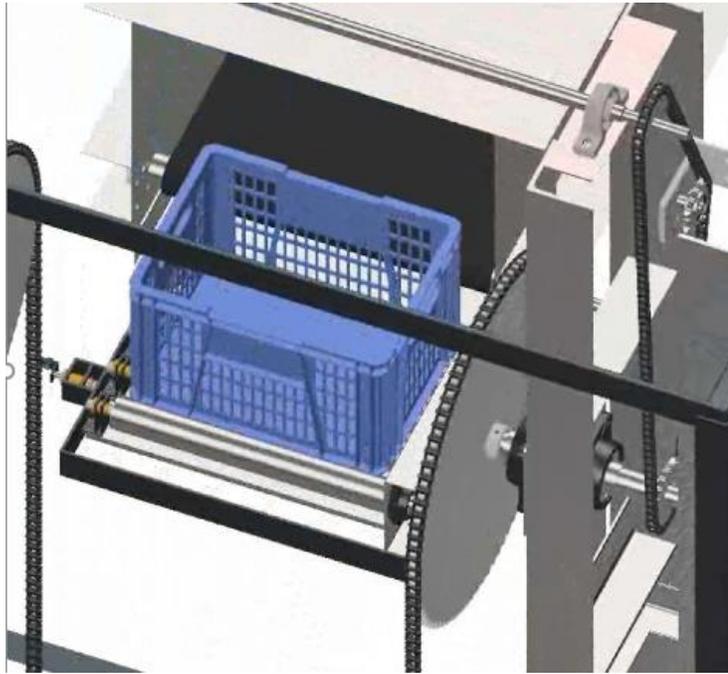
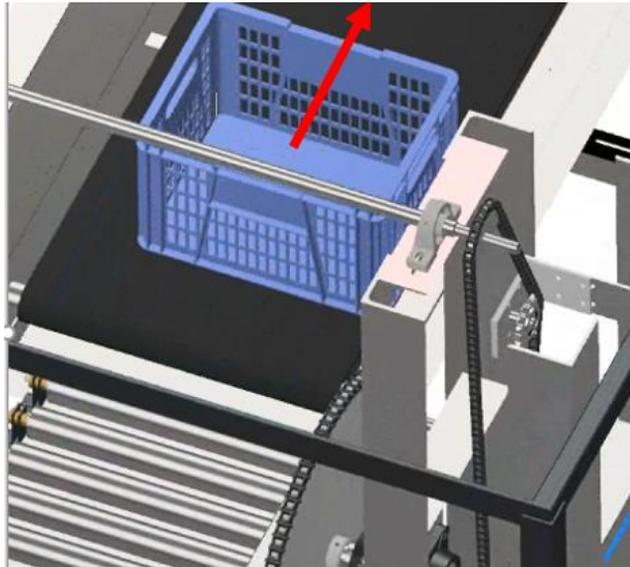


Figura 66. Avance de la canasta a través del módulo de transporte rectilíneo



El trayecto culmina cuando la canasta alcanza el final del transportador rectilíneo, donde un operador realiza la recepción continua de las canastas en camino

2) Programación del controlador

Se utiliza un controlador lógico programable Siemens LOGO! 12/24RCE con ocho entradas digitales y cuatro salidas de relé, suficientes para controlar los cuatro motorreductores utilizados. Este se muestra en la Figura 67

Figura 67. Controlador Siemens LOGO! (tomado de siemens.com)

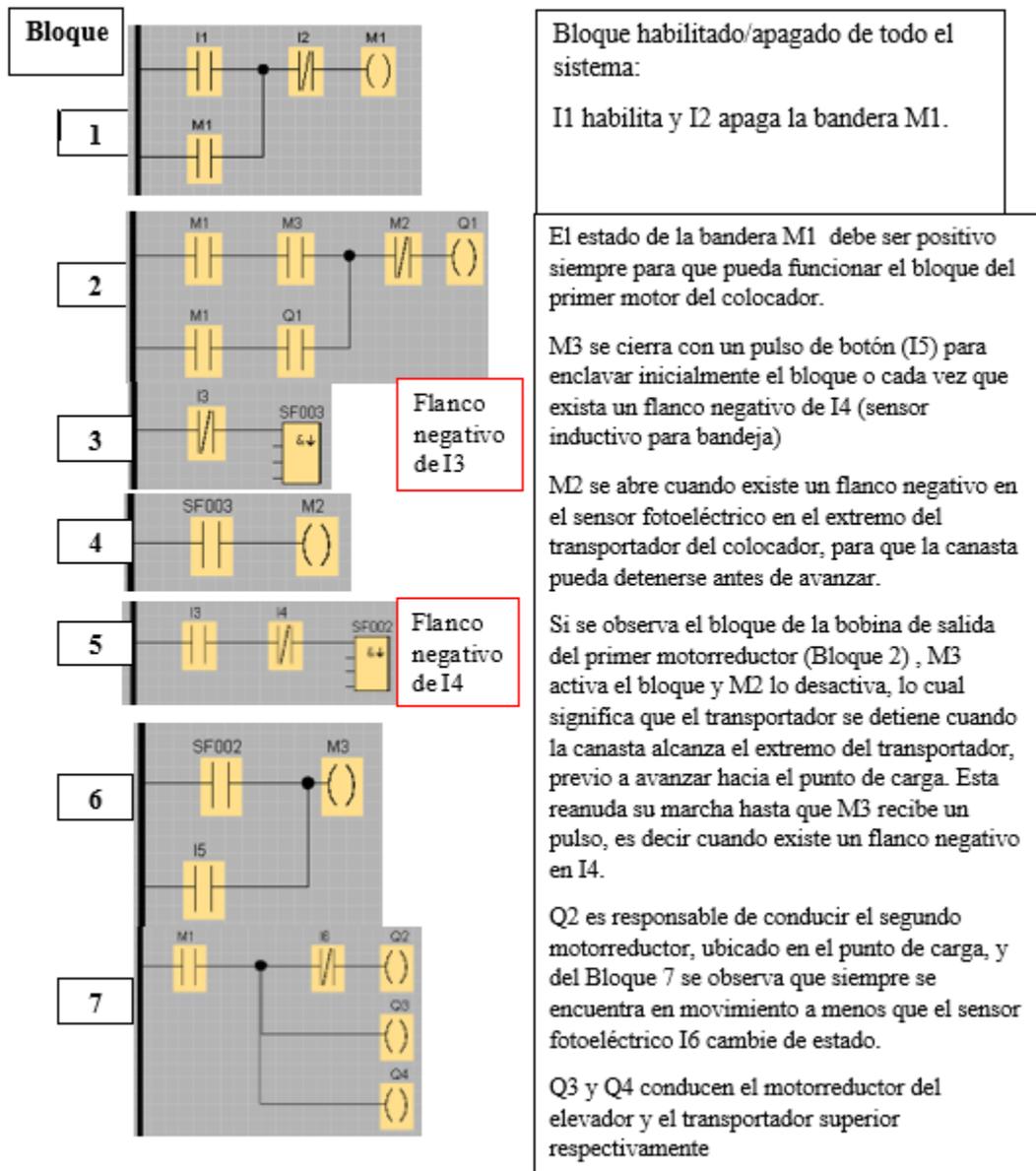


En el Cuadro 11 se presentan los parámetros que se utilizan para el control automático durante la programación del sistema de transporte. La programación LADDER se puede verificar en la Figura 68.

Cuadro 11. Parámetros utilizados para la programación LADDER del PLC

Parámetro	Detalle
I1	Botón de activado (encendido)
I2	Batón de desactivado (apagado/ paro de emergencia)
M1	Bandera de estado habilitado/apagado del sistema
M2	Bandera receptora de flanco negativo del sensor fotoeléctrico del transportador del colocador/
M3	Bandera receptora de flanco negativo del sensor inductivo de la bandeja de elevación
I3	Sensor fotoeléctrico extremo del transportador del colocador
I4	Sensor inductivo detector de plataforma de elevación
I5	Botón de inicio para transportador del colocador
I6	Sensor fotoeléctrico del punto de carga del colocador

Figura 68. Programación LADDER para lograr la automatización del sistema de transporte



VI. RESULTADOS

A. RESULTADOS DEL SISTEMA DE ELEVACIÓN.

Para la torre de elevación, se aplicaron las cargas correspondientes sobre el Eje de transmisión 1, el peso del motor y el momento provocado por este y la aceleración de la gravedad. Los resultados se muestran en la Figura 69. El modelo se simplificó utilizar únicamente la estructura, las bases de los ejes y todos los componentes se encuentran con contactos pegados. Cada torre tiene una masa de 377 kg.

Cuadro 12. Resultados de torre de elevación

Parámetro.	Detalle
Esfuerzo máximo (KSI)	3.408
Factor de seguridad mínimo	10.62

Figura 69. Visualización de resultados de esfuerzo de Von Mises de torre de elevación

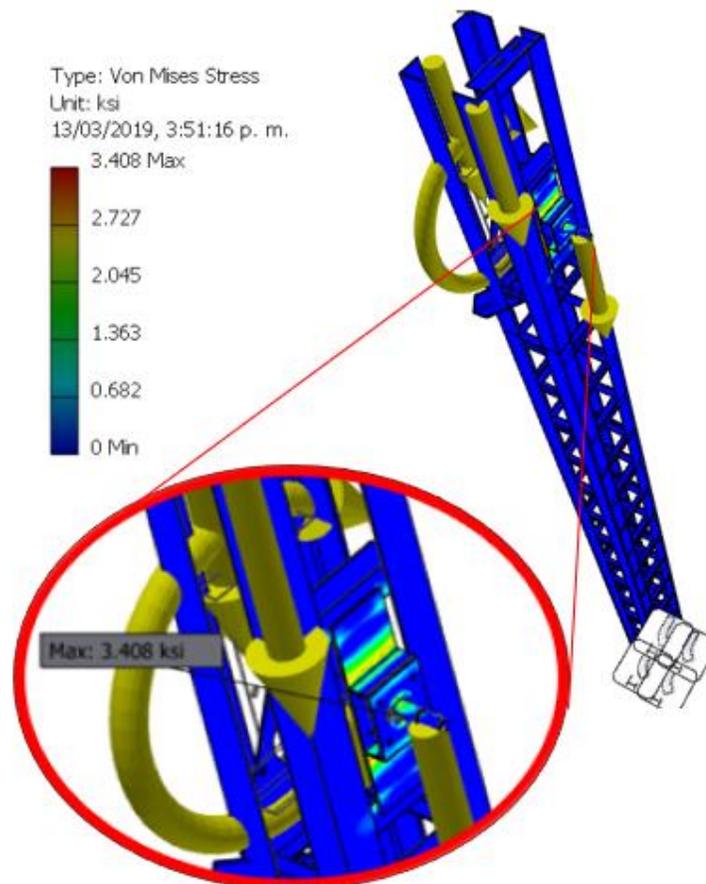
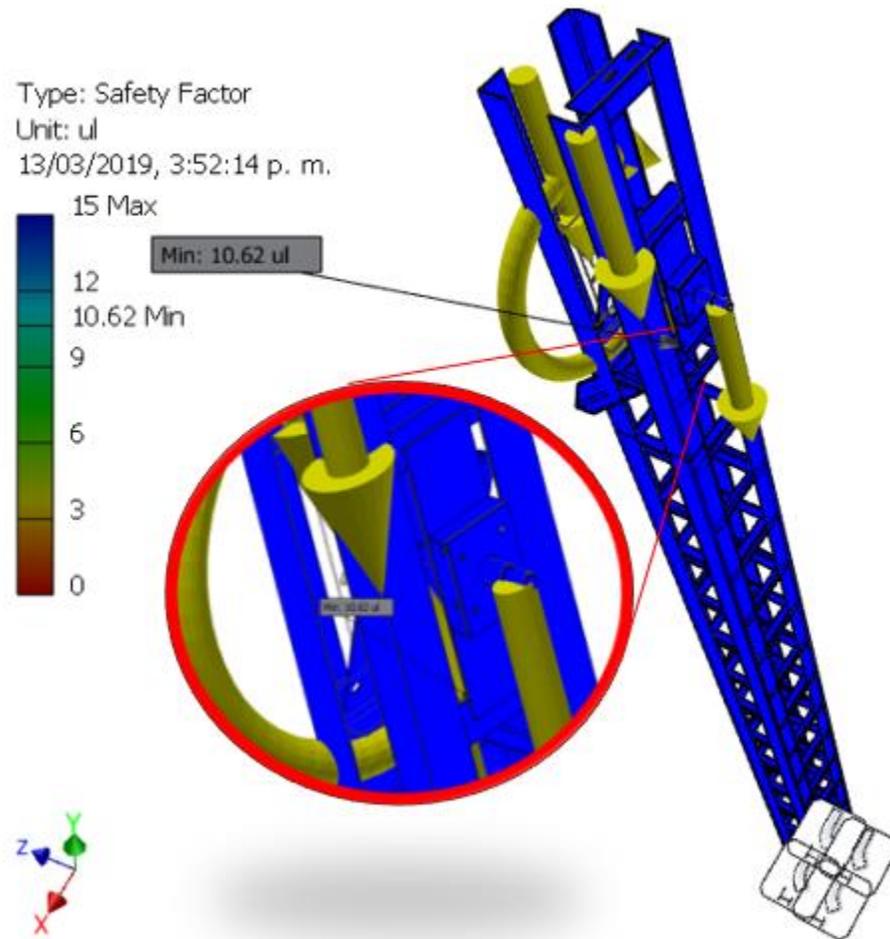


Figura 70. Visualización de factor de seguridad sobre la fluencia de la torre de elevación



Cuadro 13. Resultados de cálculo de unión soldada con mayor momento flector.

Parámetro.	Detalle
Espesor del cordón de soldadura (mm)	4
Material de aporte	60xx
Momento en la unión (Nm)	29.26
Momento máximo admisible (Nm)	494.8
Factor de seguridad contra la fluencia	17.32

Cuadro 14. Resultados de selección de motorreductor de sistema de elevación.

Parámetro.	Detalle
Torque necesario en la salida del motor para aceleración (Nm)	0.46
Torque necesario en la salida del motor para operación (Nm)	0.67
Torque ofrecido durante la aceleración	3.6
Torque máximo ofrecido durante la operación	1.01
Factor de seguridad durante la aceleración	7.82
Factor de seguridad durante la operación	1.49

Cuadro 15. Resultados de acoplamiento Lovejoy L-100, utilizado en la transmisión de potencia del sistema de elevación.

Parámetro.	Detalle
Torque máximo durante arranque (N-m)	20.46
Factor de servicio	1.5
Torque máximo corregido durante arranque (N-m)	30.7
Torque nominal soportado por acoplamiento (N-m)	47.1
Factor de seguridad en uso de acoplamiento	1.53

Cuadro 16. Resultados de uso de cadena de rodillos en el sistema de transmisión de potencia entre torres.

Parámetro.	Detalle
Factor de impacto	1.5
Factor de servicio	1.4
Horas de servicio de operación	50,000
Torque durante operación estacionaria (N-m)	3.38
Velocidad estacionaria (rpm).	17.5
Método de lubricación a utilizar	Manual
Factor de seguridad estático	18.78
Factor de seguridad dinámico	13.19

Estos resultados son idénticos para el sistema de transmisión por cadenas de la segunda torre.

La otra mitad de potencia se distribuye hacia el sistema cadena-sprockets para la elevación. Los resultados se presentan en el Cuadro 17, los cuales son los mismos para la segunda torre.

Cuadro 17. Resultados para el sistema de cadena-sprockets de elevación.

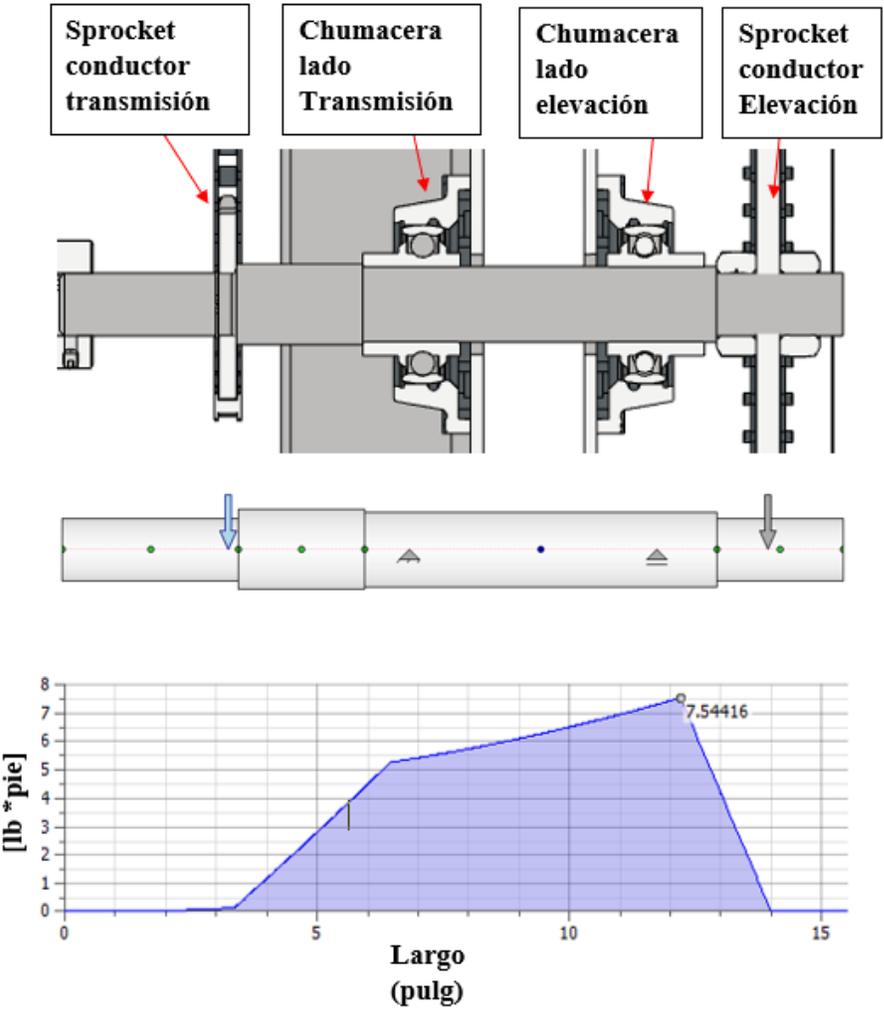
Parámetro.	Detalle
Factor de impacto	1.5
Factor de servicio	1.4
Horas de servicio de operación	50,000
Torque durante operación estacionaria (N-m)	3.38
Velocidad estacionaria (rpm).	17.5
Método de lubricación a utilizar	Manual
Factor de seguridad estático	135.48
Factor de seguridad dinámico	98.46

Basándose en los resultados presentados en Cuadro 16 y el Cuadro 17, se calcularon los factores de seguridad del Eje de transmisión 1. Estos se presentan a continuación.

Cuadro 18. Resultados del eje de transmisión 1.

Parámetro.	Detalle
Torque máximo durante arranque (N-m)	20.46
Factor de servicio	1.5
Torque máximo corregido durante arranque (N-m)	30.7
Torque nominal soportado por acoplamiento (N-m)	47.1
Factor de seguridad en uso de acoplamiento	1.53

Figura 71. Vista seccionada, situación de carga y diagrama de momentos con respecto al Eje de transmisión 1.



Se utilizó el método de ASME-Elíptica para calcular el factor de seguridad en los puntos de interés. Los resultados se presentan en el Cuadro 19 y se redondean a la unidad más cercana.

Cuadro 19. Resultados de cálculo de eje de transmisión 1.

Punto de interés.	Par de torsión medio (N-m)	Momento flector alternante (N-m)	Factor de concentración de esfuerzo	Factor de seguridad contra la fatiga
Región previa a distribución de potencia	7.93	0	0	78.88
Punto con mayor momento flector	3.970	10.22	0	28.98
Punto con concentrador de esfuerzo.	3.97	9.98	1.38	26.12

Este es el eje con mayor número de solicitaciones de carga y con mayor magnitud de éstas, por consiguiente, este fue el único que se sometió a análisis.

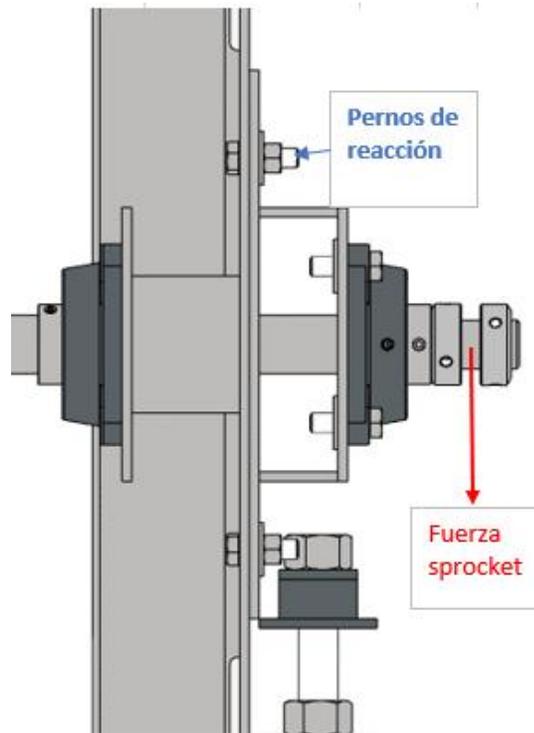
Se analizó la chumacera con una fuerza de reacción más alta utilizando el procedimiento recomendado por el fabricante, en este caso, SKF. Los parámetros necesarios y resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Parámetros y resultados de chumacera con mayor carga.

Parámetro	Valor
Carga radial sobre el punto de apoyo (kN)	
Carga axial sobre el punto de apoyo (kN)	0
Velocidad del punto de interés (rpm)	17.5
Tipo de lubricación	Grasa VT307
Intervalo de lubricación (Hrs)	18,700

Los pernos de sujeción deben provocar una fuerza normal entre las superficies de la base fija y deslizante para lograr una unión por fricción cuando se aflojen las tuercas de tensión. Los pernos superiores reaccionan a tensión dado un momento provocado por peso y fuerza del sprocket, mientras una precarga es necesaria para provocar la fuerza normal necesaria.

Figura 72. Situación sobre los pernos de sujeción de la base deslizante del tensor de sprockets.



Cuadro 21. Resultados de pernos de sujeción.

Parámetro.	Detalle
Fuerza normal necesaria para la sujeción por fricción (N)	54.12
Fuerza normal necesaria para la sujeción por fricción aportada por un perno (N)	27
Precarga mínima requerida (N)	82
Factor de seguridad contra separación	0.75
Nuevo factor de seguridad contra separación	2
Nuevo valor de precarga (N)	217.99
Torque para lograr precarga (N-m)	0.56

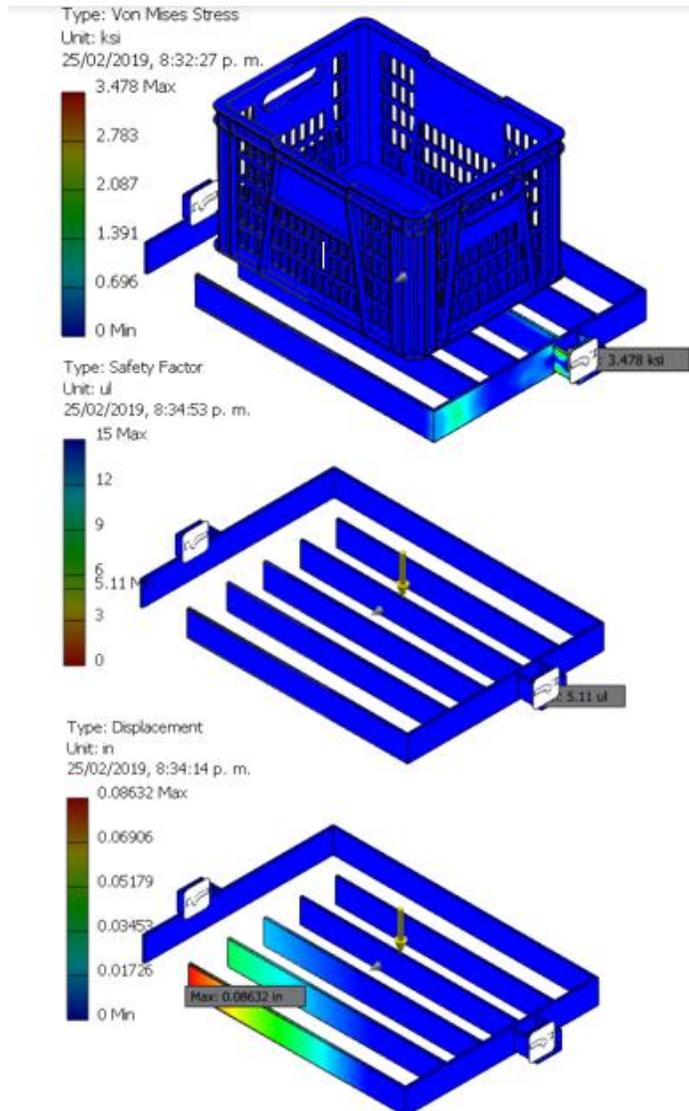
Para la bandeja de elevación se empleó el uso del módulo de análisis de esfuerzos de Autodesk Inventor para calcular el esfuerzo de Von Mises máximo, el desplazamiento máximo y el factor de seguridad mínimo de la bandeja de elevación, al ser sometida al peso de una canasta plástica y una carga de gravedad de 2G, la cual simula el momento donde la canasta es cargada sobre la bandeja.

Esta secuencia de resultados se presenta visualmente en la Figura 73.

Cuadro 22. Resultados de bandeja de elevación.

Parámetro.	Detalle
Esfuerzo máximo (KSI)	3.478
Desplazamiento máximo (in)	0.085
Factor de seguridad mínimo	5.11

Figura 73. Resultados de análisis por elementos finitos de la bandeja de elevación



B. RESULTADOS DEL MÓDULO DE CARGA INFERIOR Y TRANSMISIÓN DE POTENCIA

Cuadro 23. Resultados de selección de motorreductor del transportador del colocador

Parámetro.	Detalle
Torque necesario en la salida del motorreductor para aceleración (Nm)	7.15
Torque ofrecido durante la aceleración	9.47
Factor de seguridad durante la aceleración	1.32

Cuadro 24. Resultados de cadena de sistema de transmisión de potencia del transportador del colocador

Parámetro.	Detalle
Factor de impacto	1.5
Factor de servicio	1.5
Horas de servicio de operación	8,760
Torque durante operación de aceleración (N-m)	2.87
Velocidad estacionaria (rpm).	187.97
Método de lubricación a utilizar	Manual
Factor de seguridad estático	8.406
Factor de seguridad dinámico	5.571

Para verificar la validez estructural del módulo de carga inferior se realizó una simulación estática por elementos finitos, en la cual se aplican cargas externas que representan el cuádruple del peso de la canasta, para simular el caso cuando se descargan canastas sobre el punto de carga inferior. El factor de seguridad mínimo es de 2.6, como puede visualizarse en la Figura 74, el desplazamiento máximo se puede verificar en la Figura 75, con un valor de 0.0742” o 1.778mm.

Figura 74. Visualización de simulación por elementos finitos y resultado de factor de seguridad en el módulo de carga

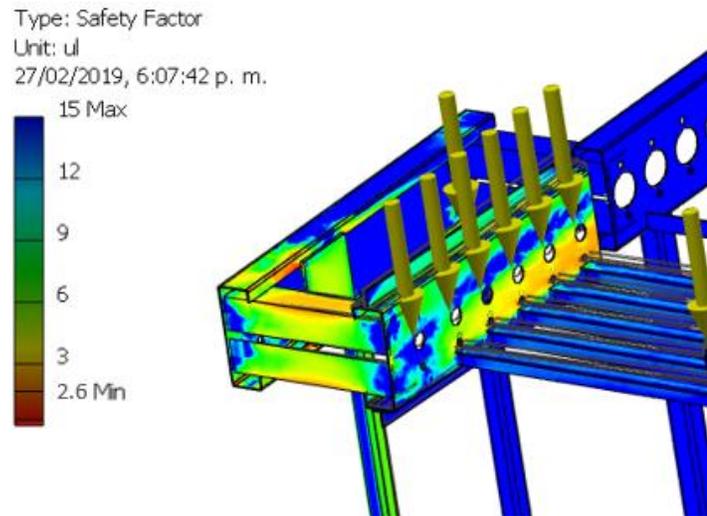
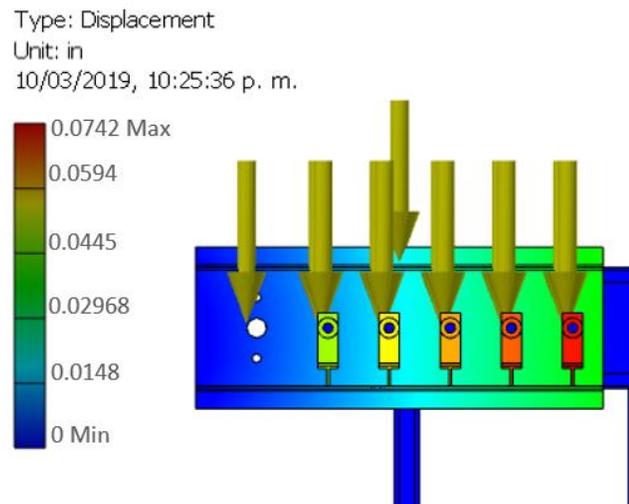


Figura 75. Visualización de simulación por elementos finitos y resultado de desplazamiento en el módulo de carga



Cuadro 25. Resultados estructurales del punto de carga.

Parámetro.	Detalle
Desplazamiento máximo (mm)	0.074
Factor de seguridad mínimo.	2.6

C. RESULTADOS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE RECTILÍNEO.

Cuadro 26. Resultados de selección de motorreductor para banda transportadora.

Parámetro.	Detalle
Fuerza de fricción dinámica (N)	163.47
Torque provocado por la fuerza de fricción (N-m)	8.5
Torque por fricción corregido. (N-m)	14.02
Torque máximo en la salida del motorreductor	27.82
Factor de seguridad en selección del motor	1.98

Parámetro.	Detalle
Tensión máxima admisible en la banda (libras por pulgada de ancho)	36
Tensión máxima admisible en la banda utilizada (lbf)	708
Diámetro mínimo de rodillo motriz (in)	2
Tensión máxima en la banda (lbf)	103.42
Factor de seguridad de la banda	6.84

D. COSTO DEL ELEVADOR

Ítem	Precio	Cantidad		Total
Sprocket 60A90	Q 3,024.00	4	ud	Q 12,096.00
Sprocket 50A20	Q 252.53	4	ud	Q 1,010.10
Idler ID50C15	Q 512.61	2	ud	Q 1,025.22
Acoplamiento L-100 con elastómero SOX.	Q 1,046.43	1	ud	Q 1,457.93
Chumacera SKF FY 1_1_2 (Para sprockets)	Q 825.09	8	ud	Q 6,600.72
Chumacera SKF P2B 100-FM (Para eje trans)	Q 825.09	2	ud	Q 1,650.18
Barra AISI 1018 Para ejes	Q 875.25	1	ud	Q 875.25
Cadena	Q 73.40	92	'	Q 6,752.34
Aditamento WA1	Q 76.86	20	ud	Q 1,537.20
Angular 4"x4"x1/4" ASTM A36	Q 99.96	59.2	m	Q 5,917.45
Angular 3"x3"x1/4" ASTM A36	Q 74.24	8.68	m	Q 644.44
Angular 2"x2"x1/4" ASTM A36	Q 25.12	32.3	m	Q 811.25
Angular 1"x1"x1/4" ASTM A36	Q 14.26	6	m	Q 85.56
Platina 6" x 1/4"	Q 77.43	6	m	Q 464.58
Motor Motovario 71B4 1/2 hp	Q 4,886.62	1	ud	Q 4,886.62
Reductor	Q 5,656.43	1	ud	Q 5,656.43
Collarín 1 1/4" Kana para sprockets	Q 48.83	9	ud	Q 439.50
Collarín 3/4" Kana para eje trans	Q 20.40	4	ud	Q 81.60
Collarín 3/8" Kana para soporte con eje-bandeja	Q 13.95	40	ud	Q 558.10
Tornillo cabeza Hexagonal 1/2"x1" Grado 2	Q 5.60	32	ud	Q 179.27
Tuerca acero 1/2" galvanizada	Q 4.44	32	ud	Q 142.06
Tornillo cabeza Hexagonal 3/8"x1" Grado 2	Q 2.33	4	ud	Q 9.30
Tuerca acero 3/8" galvanizada	Q 4.97	4	ud	Q 19.87
Tornillo cabeza Hexagonal 7/16"x1" Grado 2	Q 9.94	4	ud	Q 39.74
Tuerca acero 7/16" galvanizada	Q 3.12	4	ud	Q 12.47
Barra de bronce para bujes precio por pulgada	Q 39.42	35	"	Q 1,379.61
Controlador Siemens LOGO con módulos	Q 2,800.00	1	ud	Q 2,800.00
Manufactura de soporte con eje para bandeja	Q 25.00	20	ud	Q 500.00
Manufactura de torre	Q 5,700.00	2	ud	Q 11,400.00
Maquinado de eje de transmisión entre torres	Q 950.00	1	ud	Q 950.00
Maquinado de ejes internos	Q 875.00	4	ud	Q 3,500.00
Corte y ensamblado de otras piezas	Q 375.00	2	ud	Q 750.00
Maquinado de bujes para bandeja	Q 75.00	20	ud	Q 1,500.00
Maquinado de ejes para bandeja	Q 95.00	20	ud	Q 1,900.00
		Total		Q 76,346.03

E. COSTO TRANSPORTADOR INFERIOR (COLOCADOR)

Ítem	Precio	Cantidad		Total
Sprocket 20	Q 55.49	20	ud	Q 1,109.85
Chumacera NKB 1/2"	Q 232.00	25	ud	Q 5,800.00
Angular 2 X 2 X 1/8 de 6 m de largo	Q 102.00	1	"	Q 102.00
Costanera 6" x2" x1.8mm de 6m de largo	Q 220.00	1	"	Q 220.00
Pie cadena 25 Diamond (kana)	Q 85.83	28	ud	Q 2,403.20
Barra acero 1018 2" precio por pulgada	Q 2.62	100	"	Q 262.47
Lamina ASTM A36 de 1/16" espesor 4x8"	Q 810.00	1	"2	Q 810.00
Motor 71B4	Q 4,886.62	1	ud	Q 4,886.62
Reductor	Q 5,656.43	1	ud	Q 5,656.43
Motorreductor Baldor WDGMP3348	Q 1,4031.00	1	ud	Q 14031.00
Tubo 2" acero galvanizado cédula 40	Q 62.35	30	'	Q 1,870.57
Barra de bronce 1" para bujes	Q 39.42	21	"	Q 827.76
Manufactura de bujes	Q 75.00	21	"	Q 1,575.00
Costanera 6x2"	Q 160.00	1	ud	Q 160.00
pulgada de Tubo 2" rodillos	Q 5.11	400	"	Q 2,043.53
Manufactura de rodillos	Q 150.00	21	ud	Q 3,150.00
Rueda para patas 6" Bickle	Q 375.00	4	ud	Q 1,500.00
Metro de platina 6" x1/4" para patas de la base	Q 64.96	0.612	m	Q 39.75
Metro Angular 2 X 2 X 1/8	Q 17.00	1.12	m	Q 19.04
			Total	Q 48,573.22

F. COSTO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE RECTILÍNEOS

Ítem	Precio	Cantidad	Total
Lámina de acero inoxidable 304 pulido #4, 4'x8'	Q 792.75	7 ud	Q 5,549.25
Angular 1" x 1/8" acero inoxidable ss305	Q 859.57	2 ud	Q 1,719.14
Chumacera termoplástica MRC (SKF) C2F012ZM de 3/4	Q 906.00	4 ud	Q 3,624.00
Motor	Q 1,415.63	1 ud	Q 1,415.63
Caja reductora	Q 4,926.38	1 ud	Q 4,926.38
Cinta de nitrilo Beltservice, 16m de largo x 50cm de ancho	Q 6,655.00	1 ud	Q 6,655.00
Empalme Flexco de grapa 125 inoxidable	Q 827.00	1 ud	Q 827.00
Barra redonda de acero inoxidable 304 1"x236" (6m)	Q 1,181.25	1 ud	Q 1,181.25
Tubería de acero inoxidable 304 2" cédula 40	Q 517.93	1 ud	Q 517.93
Barra roscada acero inoxidable 1/2"	Q 175.00	1 ud	Q 175.00
Tuerca 1/2" acero inoxidable	Q 17.00	8 ud	Q 136.00
Tornillo cabeza hexagonal 3/8"x1/4" inoxidables	Q 9.72	48 ud	Q 466.77
Tornillo cabeza hexagonal 7/16"x3/4" inoxidable 4pack	Q 88.58	2 ud	Q 177.15
Tuerca 3/8 acero inoxidable 16 pack	Q 101.58	3 ud	Q 304.73
Tuerca 7/16 acero inoxidable 8 pack	Q 61.62	2 ud	Q 123.25
Paquete de electrodos ss308L650, 16 electrodos	Q 961.87	1 ud	Q 961.87
Maquinado de rodillos	Q 750.00	2 ud	Q 1,500.00
Reencauche de rodillos	Q 375.00	2 ud	Q 750.00
Doble y corte de materiales	Q 3950.00	1 ud	Q 3950.00
Manufactura de bujes	Q..... 75.00	5 Ud	Q 375.00
		Total	Q 35,335.34

G. COSTO TOTAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE CANASTAS

Tomando en cuenta los costos de manufactura, y el precio de los componentes y materia prima, el sistema completo tiene un costo total final de Q160,254.6.

VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A. SISTEMA DE ELEVACIÓN

1. Torre de elevación.

El factor de seguridad sobre la fluencia con 10 como valor indica que el uso de angulares de acero es suficiente para elaborar los elementos estructurales del sistema de elevación, por lo cual no es necesario recurrir a utilizar perfiles de más altas envergaduras como perfiles I o WF, comúnmente utilizadas como elementos estructurales en otras aplicaciones. La importancia del factor de seguridad en la estructura de la torre radica en la posibilidad de un atrancamiento durante la operación, donde se prefiere un fallo en los componentes internos a un colapso estructural que podría comprometer la seguridad la planta y su personal.

2. Unión soldada con máximo momento flector.

Ya que en el análisis de elementos finitos, realizado sobre la estructura de la torre de elevación, se asumieron todas las uniones como pegadas (bonded), es necesario calcular las uniones soldadas por separado. En este caso, únicamente se evalúa la unión cuyo momento flector es el máximo.

Para encontrar el mayor momento flector sobre los miembros estructurales se utilizaron diagramas de momentos respecto a los ejes coordenados x, y , y z . El momento flector máximo no necesariamente ocurre en uno de los mencionados ejes, sin embargo, las diferencias entre los momentos máximos respectivos a cada eje coordenado son significativas, por lo que se toma en cuenta el eje coordenado con el diagrama de momentos que contenga los momentos más elevados. Un cordón de 4mm, realizado con un material de aporte 60xx, garantiza que no ocurrirá falla al someter a la unión al momento flector máximo que ocurre bajo la situación de carga límite de la torre de elevación.

3. Sobre la selección del motorreductor del sistema de elevación

La operación suave y continua del corazón del sistema de elevación es necesaria para impedir cualquier tipo de desincronización entre los módulos que conforman el sistema de transporte. Un factor de seguridad de 1.2, aplicado después de un factor de servicio debido al impacto, garantiza una operación sin oscilaciones abruptas en la velocidad.

Si bien es cierto que la aceleración y operación continua ocurren bajo situaciones distintas, el torque que ofrece un motor de inducción al inicio de su operación es lo suficientemente alto para acelerar al sistema en un tiempo menor al tiempo requerido. Esto es favorable ya que se disminuye la variación de velocidad cuando se carga una canasta sobre una bandeja de elevación y la operación de elevación es más suave. Las cajas reductoras con carcasa de aluminio son más costosas que las que están construidas con carcasa de hierro fundido, teniendo la ventaja de ser más compactos y hasta tres veces más ligeros. El punto seleccionado para ensamblar el motorreductor hacia la torre cuenta con suficiente resistencia mecánica para soportar la carga impuesta por el peso de la caja reductora de hierro fundido, por lo que no es necesario el uso de una con carcasa de aluminio.

4. Acoplamiento

El factor de seguridad del acoplamiento seleccionado se puede incrementar al seleccionar un elastómero intermedio con mejores prestaciones. El uso de un elastómero intermedio con mejor resistencia mecánica permite seleccionar acoplamientos con menor tamaño cuando se cuenta con limitaciones de espacio, pero esto incrementaría el costo, incluso al utilizar un acoplamiento más pequeño. En este caso, un acoplamiento L-100, con un elastómero SOX, tiene un precio de venta de Q1,063.23 y un torque nominal permisible de 47.1Nm, mientras un acoplamiento L-99, con menor tamaño, tiene un precio de venta de Q1,388.25 y un torque nominal permisible de 53.9Nm. Otra razón para no seleccionar un acoplamiento muy resistente es porque es preferible que éste falle antes que exista una sobrecarga que comprometa componentes estructurales.

Se cuenta con espacio suficiente para ensamblar un acoplamiento L-100 , y su torque permisible es superior al producido por el motorreductor, por lo que se selecciona este.

5. Sistema de transmisión de potencia entre torres

El set de sprockets conductor y conducido con 20 dientes y paso de 0.625 pulgadas impide pronunciadas oscilaciones de velocidad ocurridas cuando los sprockets principales tienen pocos dientes, ofrece un reducido momento de inercia de masa que favorece la aceleración, provee una elongación moderada debida al uso de menos eslabones, y brinda una resistencia mecánica muy favorable para poder utilizar lubricación manual periódica, según los resultados, lo cual evita el empleo de mecanismo de lubricación asistida. Si se utilizaran cadenas de menor tamaño, sería necesario el uso de sprockets con mayor diámetro que los seleccionados lo cual comprometería la aceleración por el incremento del momento de inercia total. Es deseable un alto factor de seguridad en este sistema debido a que permite la sincronización del movimiento en los dos sistemas cadena-sprocket de ambas torres.

6. Sistema de cadena-sprocket para elevación

La selección del diámetro de sprocket adecuado para ensamblar las bandejas de elevación, sin que exista interferencia entre estas, depende del tamaño de cadena utilizada y el número de dientes. Conforme el tamaño de cadena disminuye, aumenta el máximo número de dientes disponible comercialmente, pero no necesariamente el diámetro máximo. Se seleccionó el tamaño mínimo de cadena, de tal manera que exista un sprocket con un número de dientes para proporcionar el diámetro mínimo requerido para poder ensamblar las bandejas de elevación. La selección de un sprocket con 90 dientes con un paso de 0.75 (cadena número 60), implica la obtención factores de seguridad estático y dinámico bastante elevados, ya que no existen comercialmente sprockets con menor paso que tengan mayor o igual diámetro a éste, por lo que la selección de un sprocket sobredimensionado se debe únicamente a una necesidad espacial y no de resistencia mecánica.

7. Eje de transmisión 1.

Se encuentra ubicado en la torre de elevación 1, sobre la cual se encuentra ensamblado el motorreductor. La potencia del motorreductor se transmite directamente hacia este, por lo cual es el eje sometido a mayor carga.

Tiene la capacidad de transmitir solicitaciones mucho más grandes que a las que está sometido, lo cual sugiere una disminución de tamaño, pero no es posible reducir su tamaño debido a la limitación que presenta el uso de un sprocket con 90 dientes y un paso de 0.75" que requiere un diámetro mínimo de agujero de 28mm o 1.1". El extremo del eje, donde se encuentra ensamblado el sprocket, tiene un diámetro de $1\frac{1}{4}$ ", lo cual implica un mayor diámetro en los hombros y regiones en el centro del eje. Nuevamente, los altos factores de seguridad no se deben a un requerimiento de alta resistencia mecánica, sino a una restricción de otro componente adyacente que impide diseñar un eje con menores diámetros.

8. Chumacera con mayor carga

Se mencionó que el eje debe tener hombros con un diámetro mayor a $1\frac{1}{4}$ ", el diámetro del agujero del sprocket, por lo cual se eligió la chumacera con un agujero inmediatamente más grande de $1\frac{1}{2}$ ". En este caso, no se calculó un factor de seguridad sino la esperanza de vida de la chumacera al utilizar el tipo de lubricación recomendada por SKF. 18,700 horas de esperanza de vida se traducen en 6.4 años si se utiliza durante ocho horas diarias, lo cual es favorable al momento de reemplazar un componente de difícil acceso.

9. Análisis de elementos finitos de la bandeja de elevación

El desplazamiento máximo y el factor de seguridad sobre la plataforma o bandeja de elevación son de suma importancia pues definen si ésta no fallará y si la deformación provocada por las cargas no comprometerá el cruce entre la bandeja y el punto de carga. Un factor de seguridad de 5.11 sobre el esfuerzo de Von Mises es satisfactorio. El desplazamiento máximo de 0.08in o 2.1mm no representa una amenaza de interferencia entre los rodillos del punto de carga y la bandeja por lo que se considera aceptable.

B. COLOCADOR

1. Motorreductor principal del colocador.

El propósito principal del motor utilizado en el transportador del colocador es, más que mantener en movimiento los rodillos, lograr acelerar el sistema en un tiempo reducido para que las canastas se movilizan hacia el punto de carga con rapidez. Por eso únicamente se calcula el factor de seguridad del motor para lograr de manera satisfactoria una aceleración mayor o igual a la requerida de tal manera que las canastas alcancen su velocidad de crucero en un tiempo menor a 0.5 segundos.

2. Transmisión de potencia hacia los rodillos del transportador del colocador

La lubricación manual periódica es ventajosa para evitar el uso de dispositivos adicionales que mantengan aceptables los niveles de lubricación de la cadena. Los factores de seguridad estático y dinámico son suficientemente tolerables para garantizar una vida estimada de 8,760 horas de operación, es decir, durante 3 años. Adicional, las cadenas de rodillos estándar están disponibles con un paso mínimo de 0.25 o número 25, por lo que, bajo las condiciones de operación, no es posible disminuir el factor de seguridad del sistema de transmisión con finalidad de reducir su costo.

3. Punto de carga

Al igual que la plataforma o bandeja de elevación, el desplazamiento máximo y el factor de seguridad sobre la resistencia a la fluencia son satisfactorios ya que existe un desplazamiento máximo de 1.9mm, por lo que no existe interferencia entre los rodillos del punto de carga y la bandeja de elevación. El factor de seguridad mínimo de 2.6 garantiza que no existirá falla estática al acomodar una canasta sobre los rodillos del punto de carga

C. SISTEMA DE TRANSPORTE RECTILÍNEO

1. Motorreductor de sistema de transporte rectilíneo.

Casi sobre el límite, un factor de seguridad de 1.1 se considera aceptable al tomar en cuenta que se utilizó un factor de servicio recomendado y un factor contra pérdidas menores que sobreestima ligeramente las pérdidas, según Carrity (1992.). Como se utiliza un brazo de reacción durante el montaje del motorreductor y el chasis de la banda transportadora no cuenta con suficiente resistencia mecánica, se utiliza una caja reductora con carcasa de aluminio.

2. Banda o cinta del sistema de transporte rectilíneo

Se corrobora que la tensión que ejerce la fuerza de fricción provocada por el contacto de la cinta y la superficie deslizante no representa ninguna amenaza de falla. El espesor de la banda seleccionada es el mínimo ofrecido por parte del fabricante Beltservice, en las cintas de grado alimenticio, por lo que no es posible seleccionar una de menor espesor con finalidad de disminuir costos.

D. COSTOS

La principal inquietud que puede resultar de obtener factores de seguridad muy elevados es cómo éstos se reflejan en los costos. Se vio con anterioridad que el haber obtenido un alto factor de seguridad en diversos componentes o piezas es inevitable debido a que sus dimensiones del son directa o indirectamente dependientes de las de otro componente, cuyas dimensiones se seleccionan por características funcionales y no por su resistencia mecánica, como el caso más destacado del tamaño de la cadena y sprockets utilizados en el sistema de elevación. Por fortuna, no se excedió, contando con un excedente de Q19,745.41, el cual podría ser utilizado para encapsulamientos y resguardos que se encuentran fuera del alcance de este trabajo.

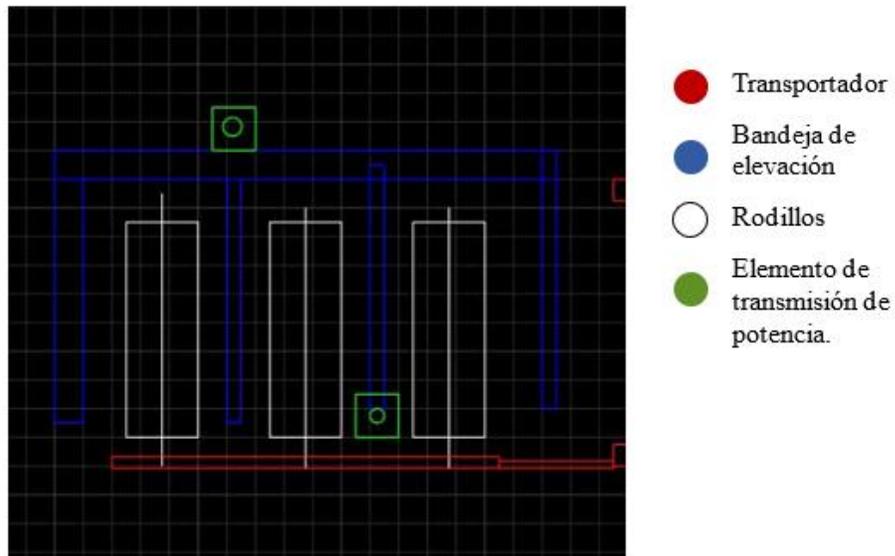
VIII. CONCLUSIONES

1. El sistema tiene un costo de Q160,254.6; que representa Q19,745.41 por debajo del presupuesto impuesto por la empresa matriz de Q180,000.
2. Los puntos de acceso y entrega de canastas están ubicados sobre áreas que permiten que el sistema de transporte logre atravesar un recorrido óptimo sin necesidad de remover obstáculos o realizar desvíos.
3. Un elevado Paternóster, con una serie de modificaciones, es la mejor opción para la aplicación en cuestión debido al costo de fabricación, rapidez y mantenibilidad.
4. La estructura, fabricada a partir de angulares de acero ASTM A36, tiene un factor de seguridad mínimo de 10.62.
5. El sistema de transporte cuenta con la capacidad de conducir 10,374 canastas en 8 horas de operación, el doble de lo especificado originalmente.

IX. RECOMENDACIONES

1. La bandeja de elevación está diseñada para atravesar sin interferencia el punto de carga del colocador y el de descarga del transportador lineal superior. Uno de los apoyos de la bandeja no se encuentra unido a las horquillas de esta debido a la forma especial que debe adoptar la bandeja para que ésta pueda atravesar los extremos del punto de carga y el sistema de transporte rectilíneo (puntos de carga/descarga). Esto funciona con un desplazamiento máximo de 2mm con un factor de seguridad mínimo contra la fluencia de 5.11. Para utilizar el diseño de este sistema de elevación para transportar cargas más pesadas, se recomienda rediseñar el apoyo discutido de tal forma que este se encuentre directamente ensamblado sobre una de las horquillas como se muestra en la Figura 76. Esta alternativa tendría como consecuencia modificar el punto de carga del colocador, adoptando el mismo diseño que el punto de carga del sistema de transporte rectilíneo, el cual tiene un diseño más simple

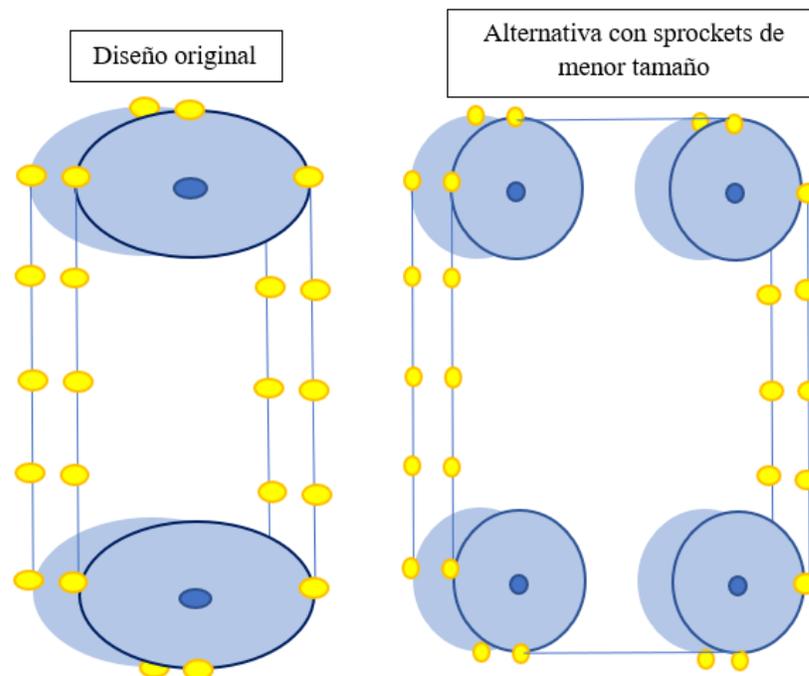
Figura 76. Vista esquemática de propuesta de bandeja de elevación pendiente de evaluar



2. El sistema de elevación permite que la plataforma de elevación describa una curva al alcanzar los extremos de su carrera, pero realiza una traslación curvilínea de tal forma que las canastas mantengan su orientación, sin embargo, el sistema requiere sprockets de gran diámetro que únicamente se ofrecen comercialmente para cadenas con pasos superiores 0.75 pulgadas. Se recomienda evaluar el rediseño del sistema de elevación de tal forma que se pueda utilizar sprockets de menor tamaño, basándose en la alternativa presentada en la vista esquemática de la Figura 77.

Es prudente mencionar que el ángulo de contacto entre el sprocket motorizado y la cadena de la alternativa de diseño se encuentra sobre el límite inferior recomendado de 90° , por lo que debe considerarse accionar los cuatro sprockets superiores para evitar el riesgo de salto de eslabones.

Figura 77. Vista esquemática de diseño original alternativo para el sistema de tracción en el sistema de elevación.



X. BIBLIOGRAFÍA

- Anon., 2004. *Engineering ToolBox*. [Online]
Available at: https://www.engineeringtoolbox.com/friction-coefficients-d_778.html
[Accessed 22 febrero 2019].
- Anon., 2009. *The Material Handling Industry*. [Online]
Available at:
<http://www.mhi.org/learning/cicmhe/resources/taxonomy/TransEq/Conv/index.htm#Vertical%20lift%20conveyor>
- Anon., 2018. *Quimarox Prorunner MK5.* [Online]
Available at: <https://www.vertical-conveyor.com/index.php?pageId=206>
- Beer, F. P., Johnston, E. R. & Cornwell., P. J., 2013. *Mecánica vectorial para ingenieros: Dinámica.* 10ma. ed. Mexico, D.F.: McGraw-Hill..
- Beer, F. P., Johnston, E. R., DeWolf, J. T. & Mazurek., D. F., 2013. *Mecánica de materiales.* 6ta ed. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Bolton, W., 2006. *Programmable logic controllers.* 6ta ed. Oxford: Elsevier
Newnes .
- Budynas, R. G. & Nisbett, J. K., 2012. *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley.*
9na. ed. México, D.F: McGraw-Hill.
- Carrity, R., 1992.. *The basics of conveyor engineering (belt, roller and gravity).*
Shepherdsville., Material Handling Institute, pp. 12-13.
- Chalmers, B. J., 1988. *Electric Motro Handbook.* 1ra ed. Londres: Butterworths &
Co. .
- Chapman, S. J., 2012. *Máquinas.* México, D.F.: McGraw-Hill.
- Faulkner, F. F., 2006. *Standard handbook of chains: Chains for power
transmission.* 2da ed. Boca Raton.: CRC Press.
- Fayed, M. E. & Skocir, T., 1996. *Mechanical Conveyors: Selection and Operation.*
Lancaster: Technomic Publishing Company..
- Fayed, M. & Skocir, T., 1997. *Mechanical conveyors: Selection and Operation.*
1ra. ed. Pennsylvania: Technomic Publishing Company, Inc..
- Goneng, T., 2012. *Electrical machines with MATLAB.* 2da ed. Boca Raton. : CRC
Press.
- Guo, Y. y otros, 2018. *Mechanical and unlubricated sliding wear properties of
nitrile rubber reinforced with micro glass flake.* [En línea]

Available at: https://www.mdpi.com/2073-4360/10/7/705?type=check_update&version=1
[Último acceso: 22 febrero 2019].

Hughes, A., 2006. *Electric motors and drives: Fundamental, Types and Applications*. Burlingong: Elsevier Linacre House. .

Keshava, V. V. S., 2007. *Aspects of Materials Handling*. Dehli.: Firewall Media,.

Malinowski, J., 2013. *Where motor energy losses occur*. [Online]
Available at: <https://www.fmanet.org/blog/2013/12/04/motor-energy-losses-occur>

McGuire, P. M., 2009. *Conveyors: Application, Selection, and Integration*. Boca Ratón. : Taylor & Francis Group. .

Mott, R. L., 2006. *Diseño de elementos de máquinas..* México.: Pearson Educación..

Norton, R. L., 2009. *Diseño de maquinaria: Síntesis y análisis de máquinas y mecanismos..* México, D.F.: McGraw-Hill..

Strakosch, . G. R., 2010. *The Vertical Transportation Handbook*. 4ta ed. Somerset: Wiley.

XI. ANEXOS

En las páginas mostradas a continuación, se expondrán los planos necesarios para la manufactura del sistema de transporte. Primero se muestran los planos del módulo de elevación, luego los del módulo de colocación y por último los del sistema de transporte rectilíneo. Cada hoja se presenta en tamaño ANSI A (carta) por motivos de formato de este trabajo de graduación.

2

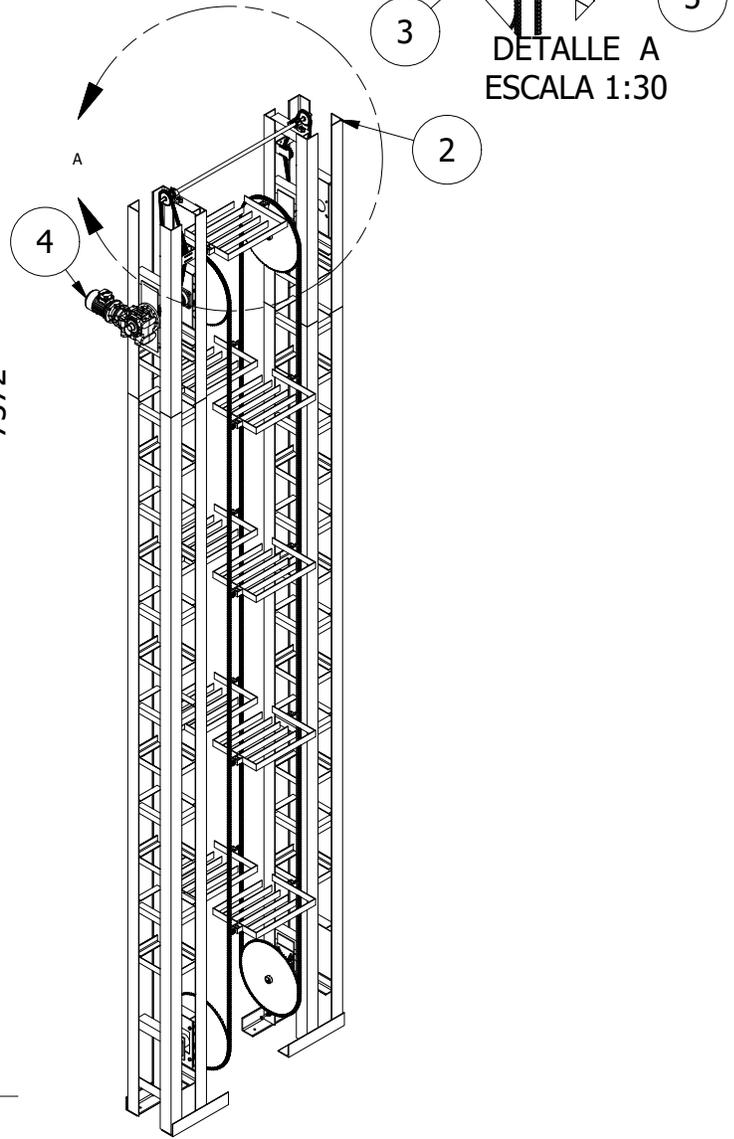
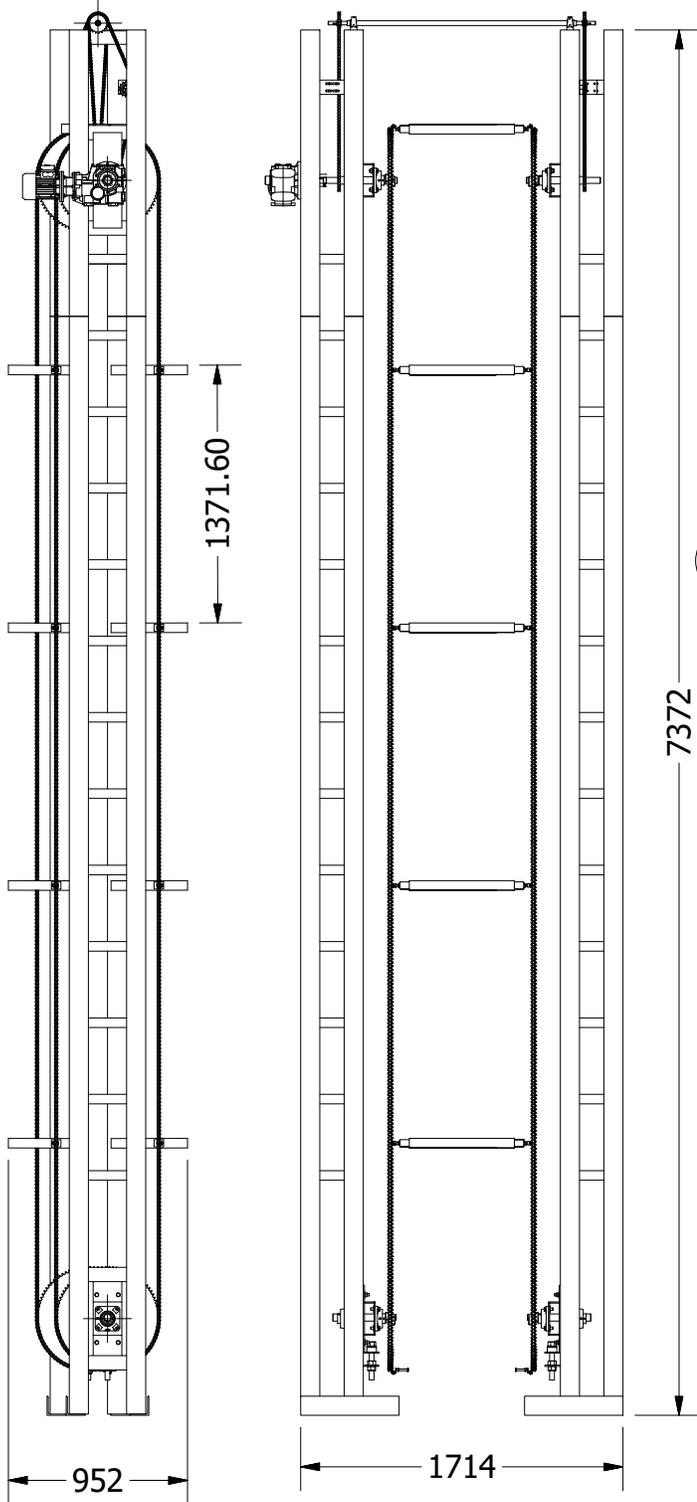
1

B

B

A

A



LISTA DE SUBENSAMBLAJES

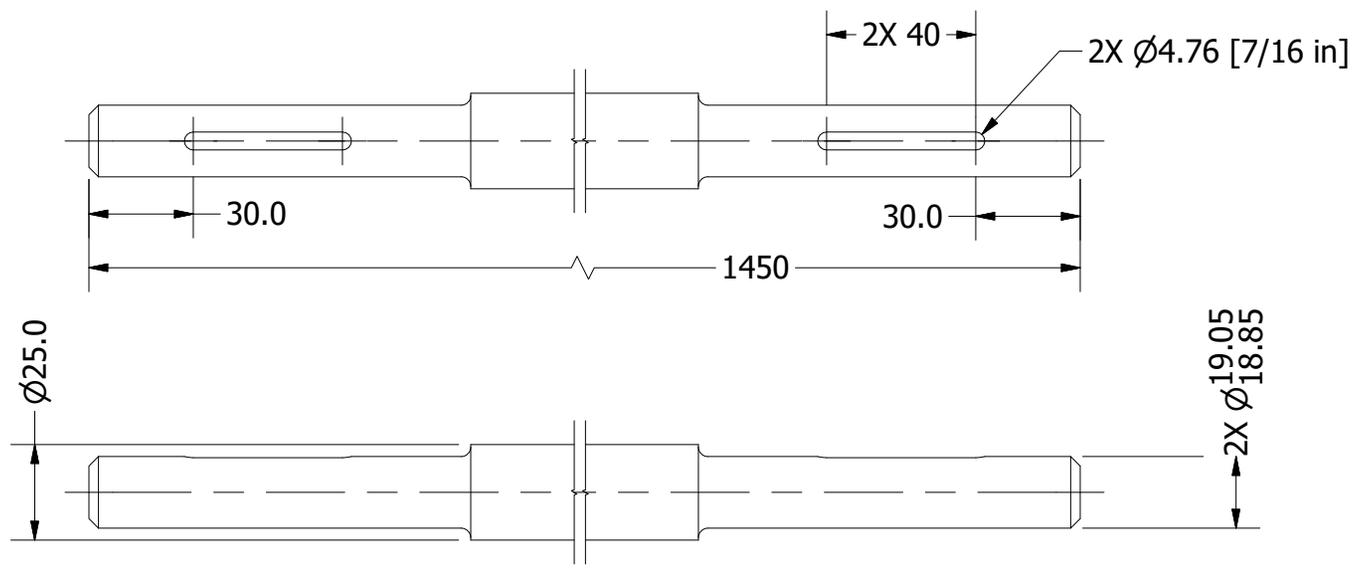
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	EJE DE TRANSMISIÓN ENTRE TORRES	AN 1.2	AISI 1018	1
2	TORRE ESTRUCTURAL	AN 1.3	VARÍA	2
3	BANDEJA DE ELEVACIÓN	AN 1.13	VARÍA	10
4	MOTORREDUCTOR DE ELEVADOR	-	MOTOVARIO T071IC- B063_SC77	1
5	SISTEMA DE TRACCIÓN	AN 1.17		

ELEVADOR

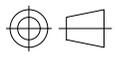
		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	FEBRERO 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:40	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.1	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 .X=+- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1°	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm

2

1

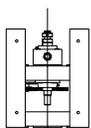
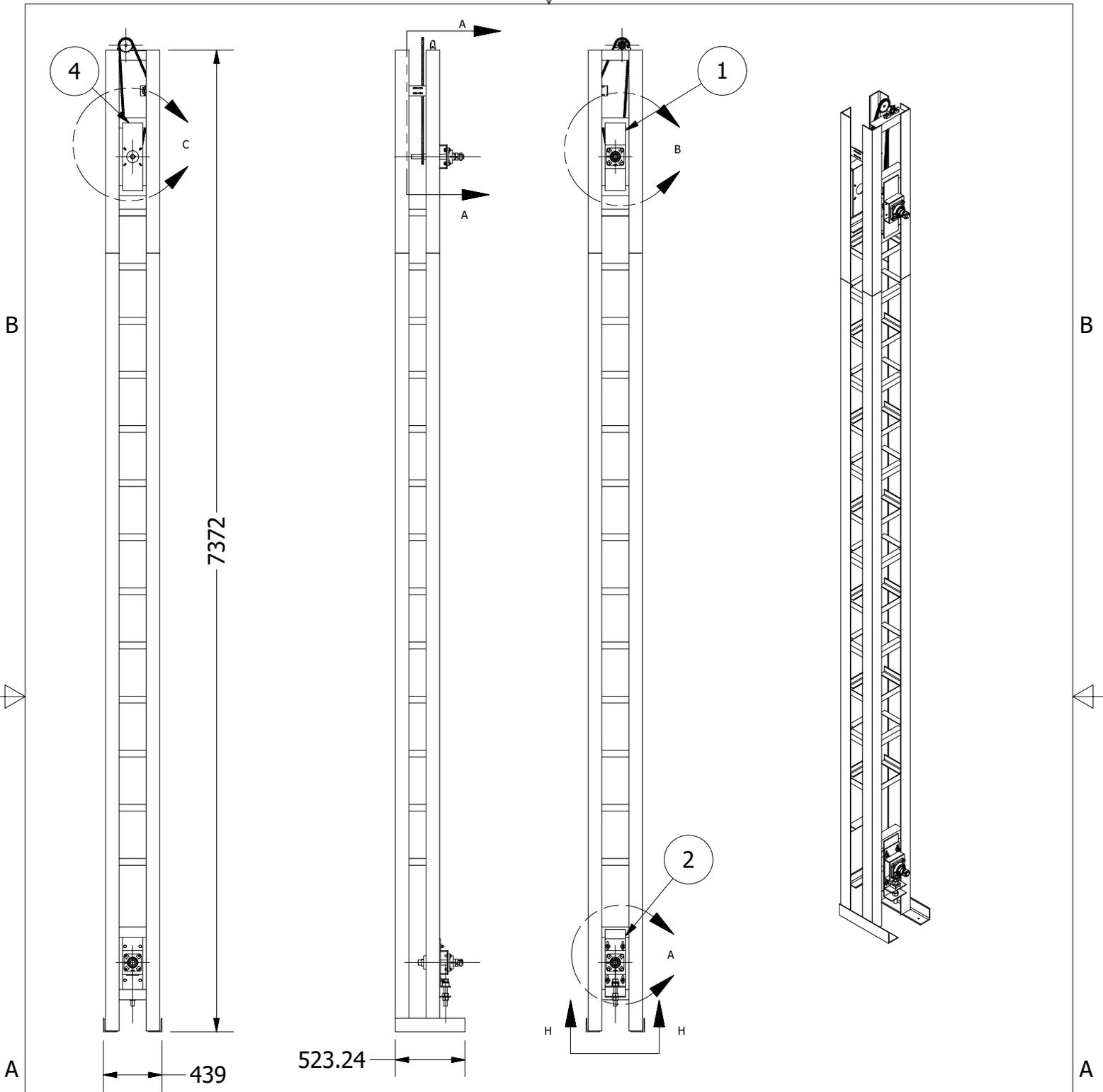


1. RADIOS DE 3mm
2. BISELES DE 3mm X 45°
3. PROFUNDIDAD DE CUÑERO DE 3mm

EJE DE TRANSMISIÓN ENTRE TORRES		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	FEBRERO 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:2	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.2	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL AISI 1018	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm

2

1



VISTA H-H ESCALA 1:40

1. DETALLES Y SECCIONES
DISPONIBLES EN HOJA AN 1.4

LISTA DE PARTES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	APOYO SUPERIOR DE CADENA DE TRACCIÓN	AN 1.8	VARÍA	1
2	APOYO INFERIOR (TENSOR) DE CADENA DE TRACCIÓN	AN 1.9	VARÍA	1
3	ALBION RODILLO CON FRENO PARA PATA 02CA04001S41GL	-	ALBION 02CA04001S41GL	4
4	APOYO PARA MOTORREDUCTOR DE ELEVADOR	AN 1.14	MOTOVARIO T0711C- B063_SC77	1

TORRE DE ELEVACIÓN		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	FEBRERO 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:40	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.3	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm

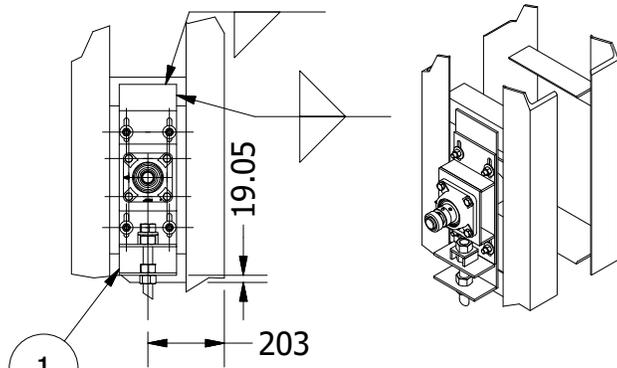
2

1

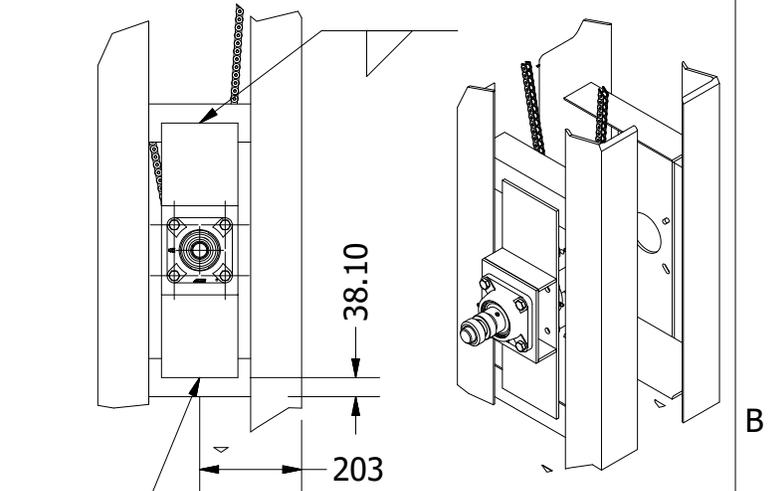
2

1

B



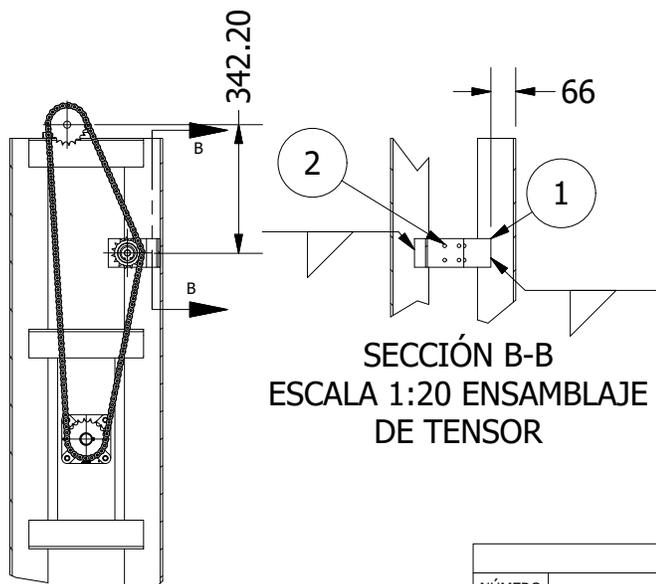
1
DETALLE A (AN 1.3)
ESCALA 1:20 ENSAMBLAJE DE
APOYO INFERIOR (TENSOR)
HACIA ESTRUCTURA



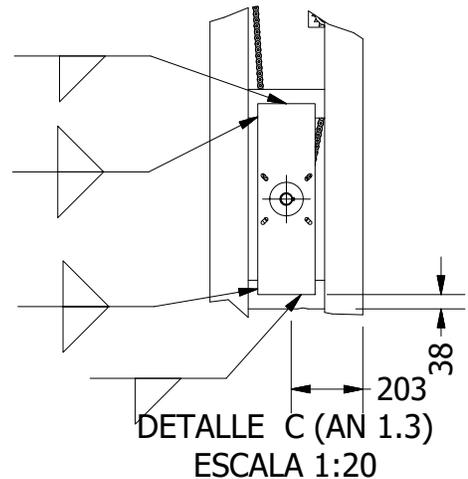
DETALLE B (AN 1.3)
ESCALA 1:15 ENSAMBLAJE DE APOYO
SUPERIOR DE ELEVADOR

B

A



SECCIÓN B-B
ESCALA 1:20 ENSAMBLAJE
DE TENSOR



DETALLE C (AN 1.3)
ESCALA 1:20

A

SECCIÓN A-A (AN 1.3)
ESCALA 1:20

LISTA DE PARTES

NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	APOYO SUPERIOR DE CADENA DE TRACCIÓN	AN 1.7	VARÍA	1
2	APOYO INFERIOR (TENSOR) DE CADENA DE TRACCIÓN	AN 1.8	VARÍA	1
3	ALBION RODILLO CON FRENO PARA PATA 02CA04001S41GL	-	ALBION 02CA04001S41GL	4
4	APOYO PARA MOTORREDUCTOR DE ELEVADOR	AN 1.14	MOTOVARIO T0711C- B063_SC77	1

DETALLES DE ENSAMBLAJE DE APOYOS PARA EJES

DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA

FEBRERO 2019

REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS

29 ABRIL 2019

DIBUJO AN 2.4

TAMAÑO HOJA: A

1. SOLDADURA: 60XX

ESCALA: 1:20

REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS

MATERIAL
VARÍAA MENOS QUE SE
ESPECIFIQUE LO CONTRARIO,
DIMENSIONES EN mm

TOLERANCIAS:
X=+- 2 ÁNGULOS= +-1°
.X= +- .5
.XX=+- .05

2

1

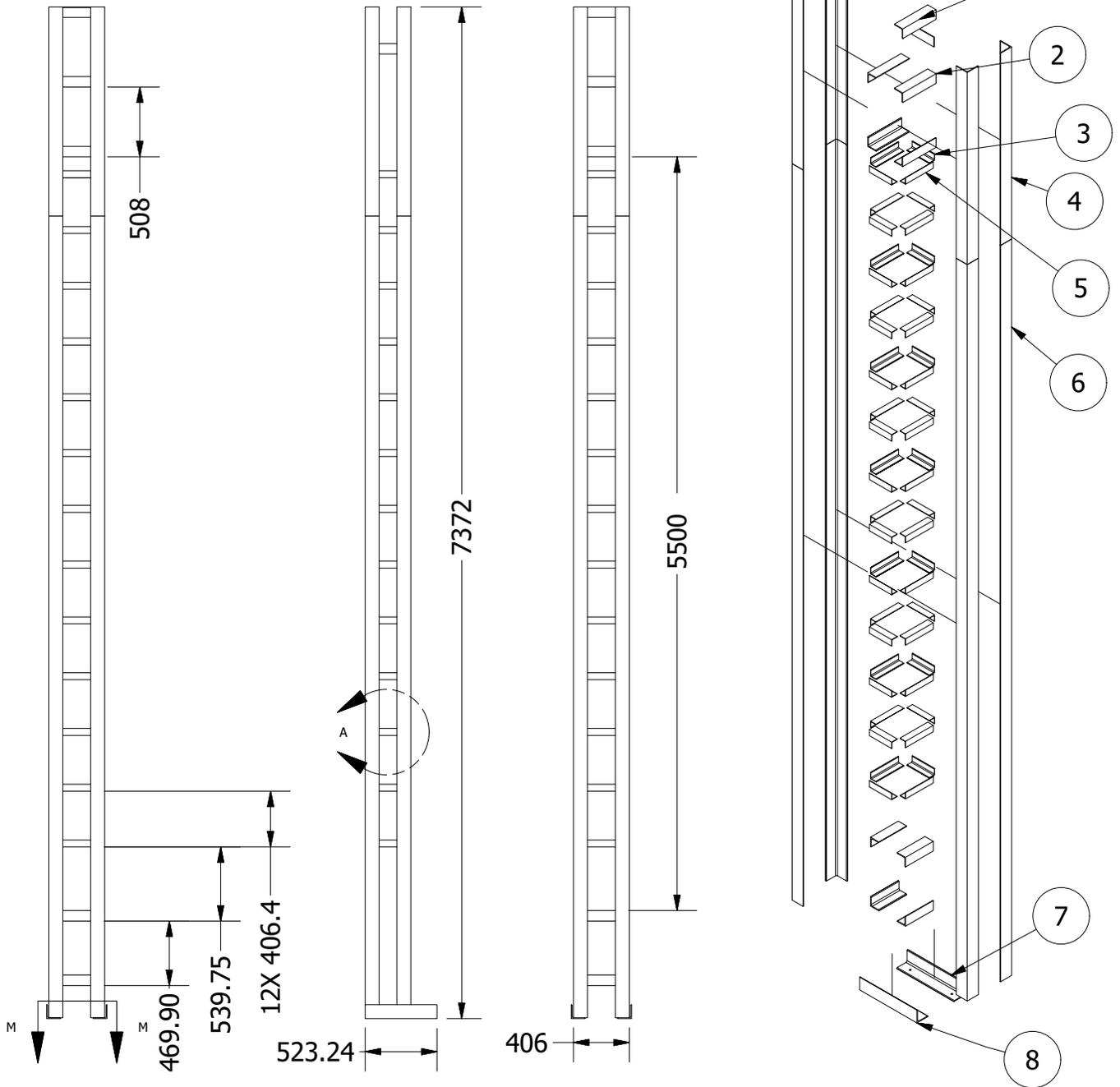
2



1

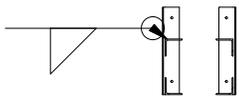
B

B



A

A



SECCIÓN M-M
ESCALA 1:45

LISTA DE SUBENSAMBLAJES

NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	ANGULAR BASE DE CHUMACERA PARA EJE ENTRE TORRES	AN 1.6	ANGULAR 3X1/8 ASTM A36	1
2	ANGULAR TRANSVERSAL PARA MONTAJE DE APOYOS	AN 1.6	ANGULAR 3X1/8 ASTM A36	2
3	TRAVESAÑO	AN 1.6	ANGULAR 2X1/8 ASTM A36	26
4	ANGULAR VERTICAL DE COLUMNA DE TORRE (CORTO)	AN 1.6	ANGULAR 4X1/4 ASTM A36	4
5	LARGUERO	AN 1.6	ANGULAR 2X1/8 ASTM A36	26
6	ANGULAR VERTICAL DE COLUMNA DE TORRE (LARGO)	AN 1.6	ANGULAR 4X1/4 ASTM A36	4
7	BASE DERECHA	AN 1.6	ANGULAR 4X1/4 ASTM A36	1
8	BASE IZQUIERDA	AN 1.6	ANGULAR 4X1/4 ASTM A36	1

ESTRUCTURA DE TORRE DE ELEVACIÓN

DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA

MARZO 2019

REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS

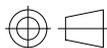
19 ABRIL 2019

ESCALA: 1:45

REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS

DIBUJO AN 2.5

TAMAÑO HOJA: A



TOLERANCIAS:
X=+- 2
.X=+- .5
.XX=+- .05

ÁNGULOS= +-1°

MATERIAL
VARÍAA MENOS QUE SE
ESPECIFIQUE LO CONTRARIO,
DIMENSIONES EN mm

2

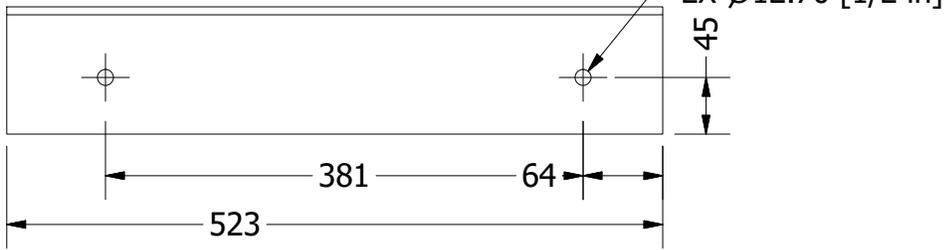


1

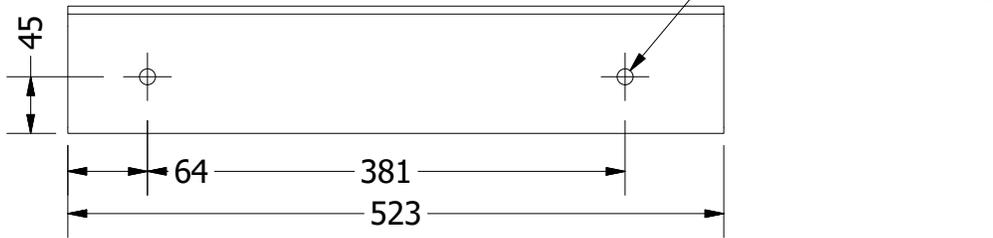
2

1

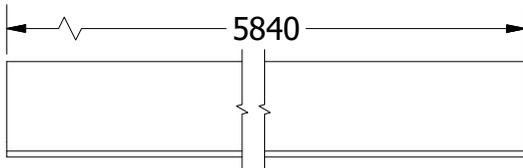
8 [1:6]



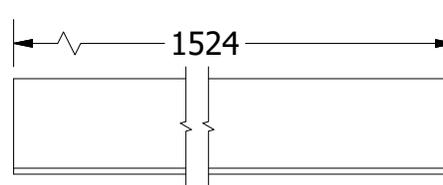
7 [1:6]



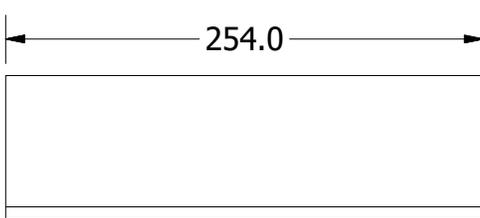
6 [1:8]



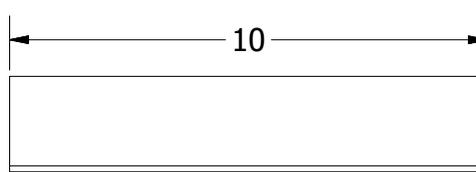
4 [1:4]



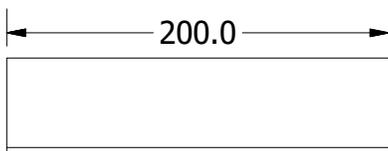
2 [1:4]



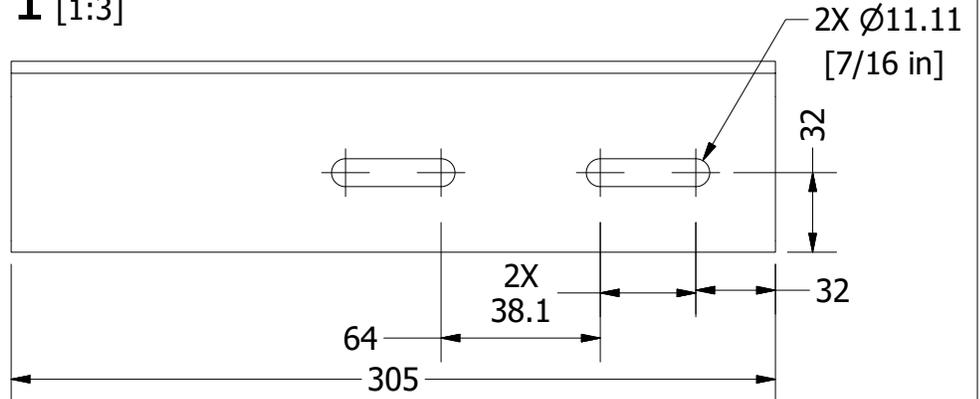
5 [1:2]



3 [1:4]



1 [1:3]



PIEZAS DE TORRE DE ELEVACIÓN		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	MARZO 2019
ESCALA: 1/6		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS		DIBUJO AN 2.6	TAMAÑO HOJA: A
 	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm

2

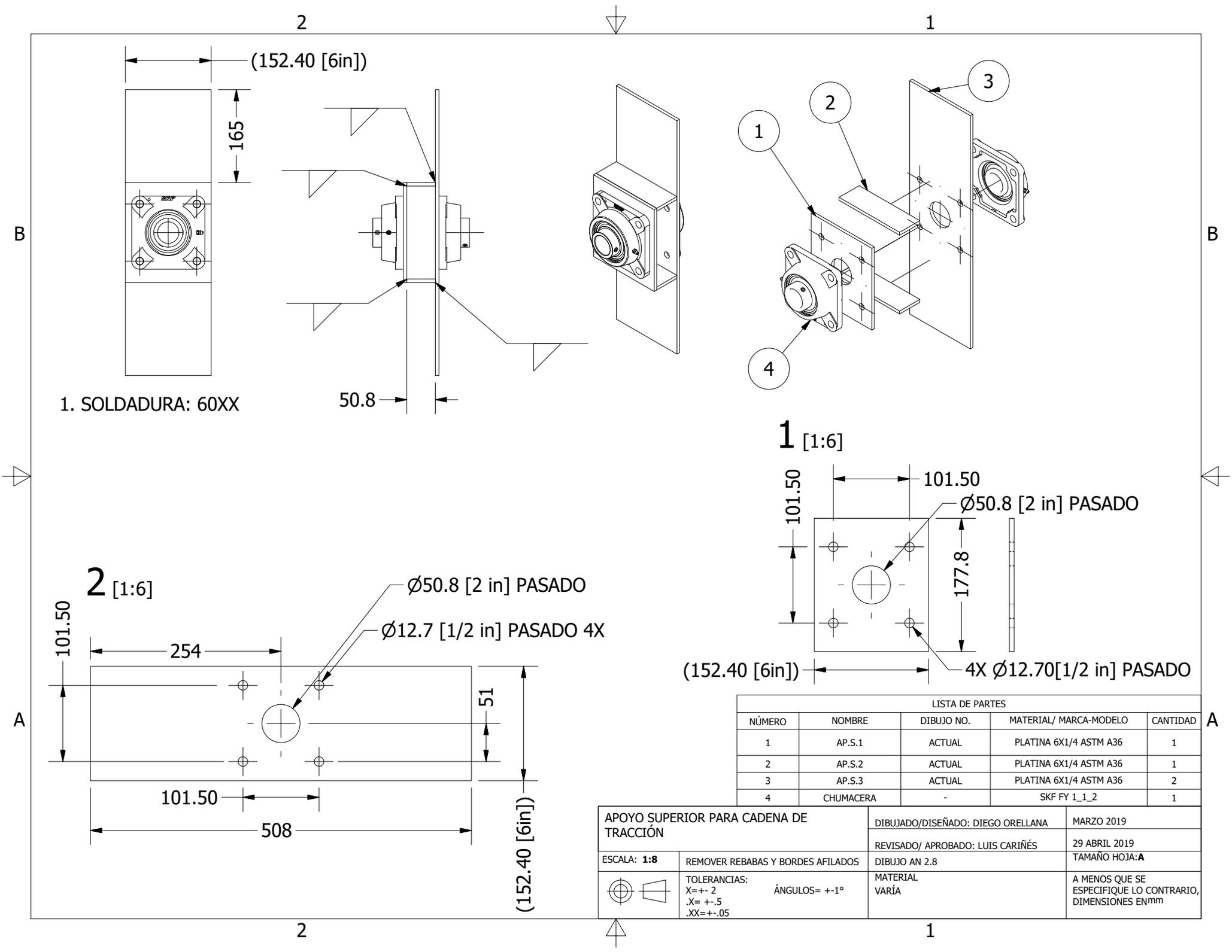
1

B

B

A

A



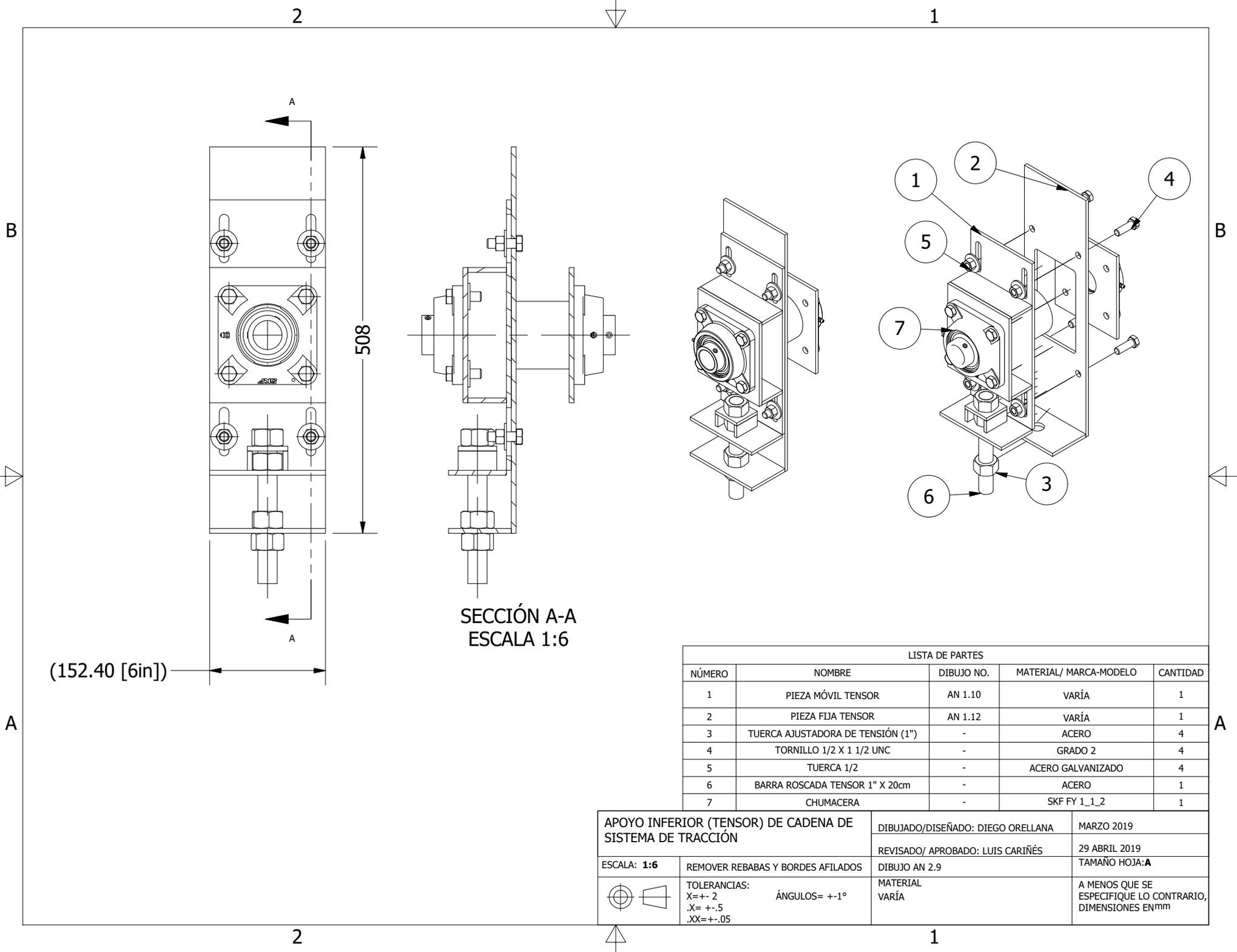
1. SOLDADURA: 60XX

2 [1:6]

1 [1:6]

LISTA DE PARTES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	AP.S.1	ACTUAL	PLATINA 6X1/4 ASTM A36	1
2	AP.S.2	ACTUAL	PLATINA 6X1/4 ASTM A36	1
3	AP.S.3	ACTUAL	PLATINA 6X1/4 ASTM A36	2
4	CHUMACERA	-	SKF FY 1_1_2	1

APOYO SUPERIOR PARA CADENA DE TRACCIÓN		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	MARZO 2019
REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS		29 ABRIL 2019	
ESCALA: 1:8	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.8	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- .2 .X=+- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1° MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



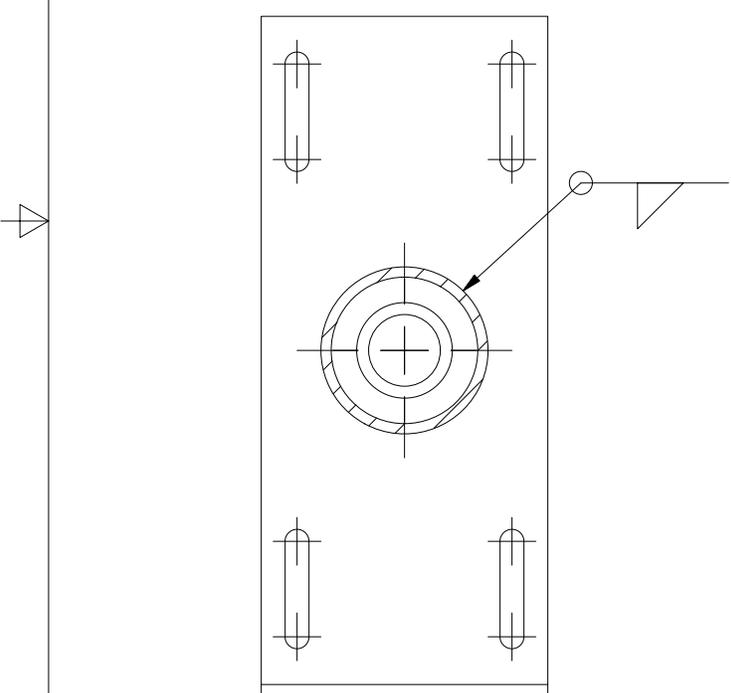
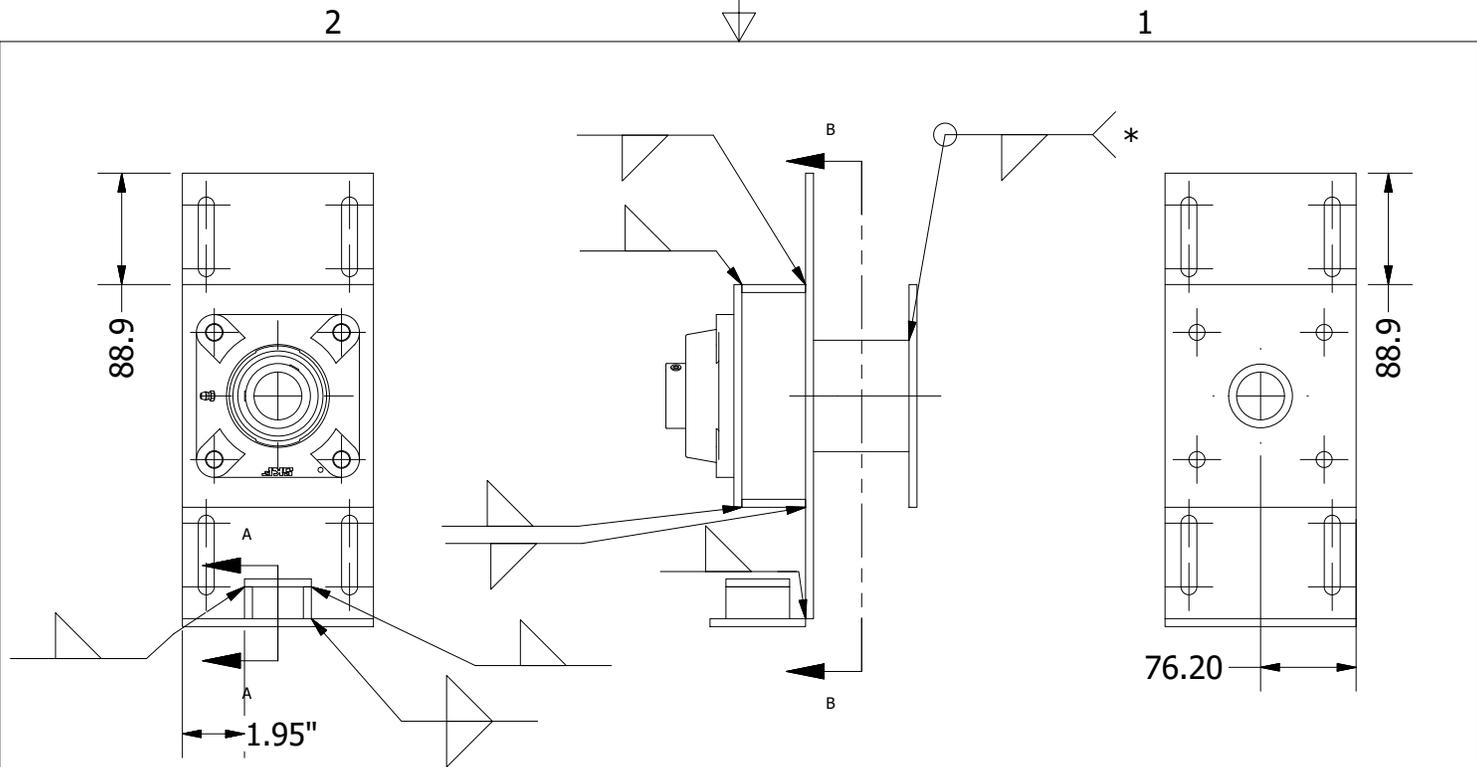
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:6

(152.40 [6in])

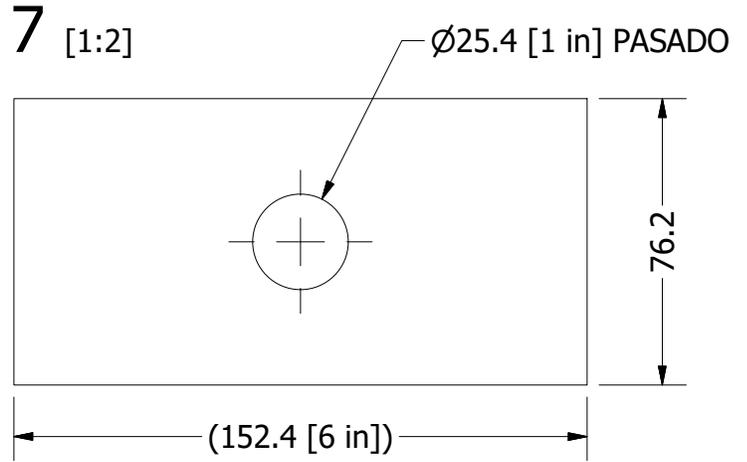
508

LISTA DE PARTES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	PIEZA MÓVIL TENSOR	AN 1.10	VARÍA	1
2	PIEZA FIJA TENSOR	AN 1.12	VARÍA	1
3	TUERCA AJUSTADORA DE TENSIÓN (1")	-	ACERO	4
4	TORNILLO 1/2 X 1 1/2 UNC	-	GRADO 2	4
5	TUERCA 1/2	-	ACERO GALVANIZADO	4
6	BARRA ROSCADA TENSOR 1" X 20cm	-	ACERO	1
7	CHUMACERA	-	SKF FY 1_1_2	1

APOYO INFERIOR (TENSOR) DE CADENA DE SISTEMA DE TRACCIÓN		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	MARZO 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:6	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.9	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- .2 .X=+- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1°	MATERIAL VARÍA
			A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm

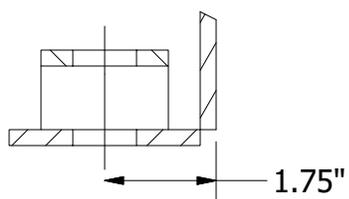


SECCIÓN B-B
ESCALA 1:4



7 [1:2]

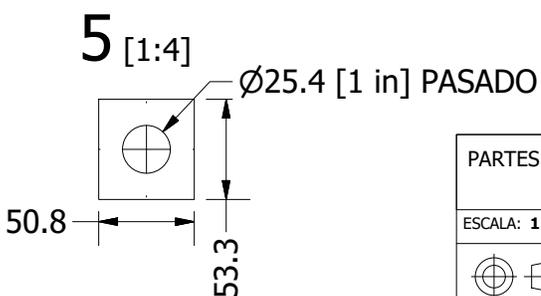
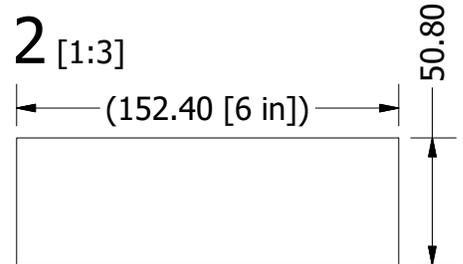
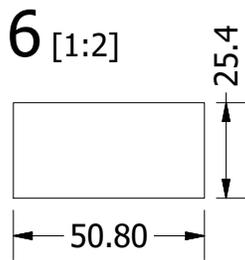
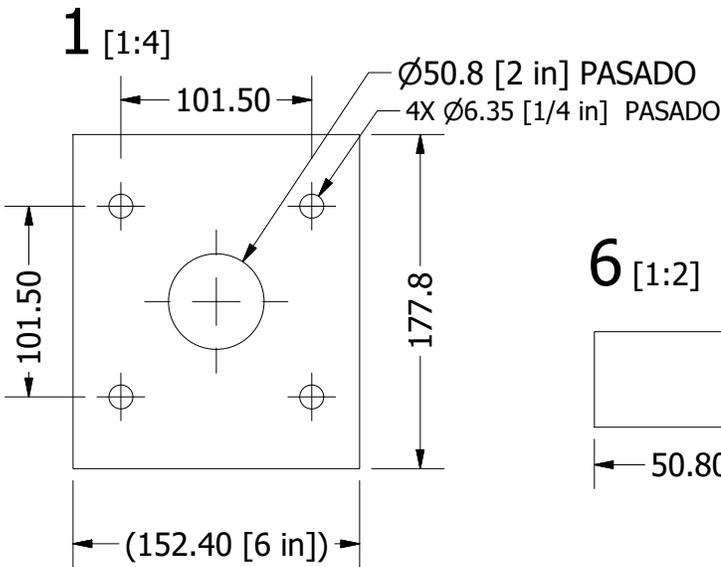
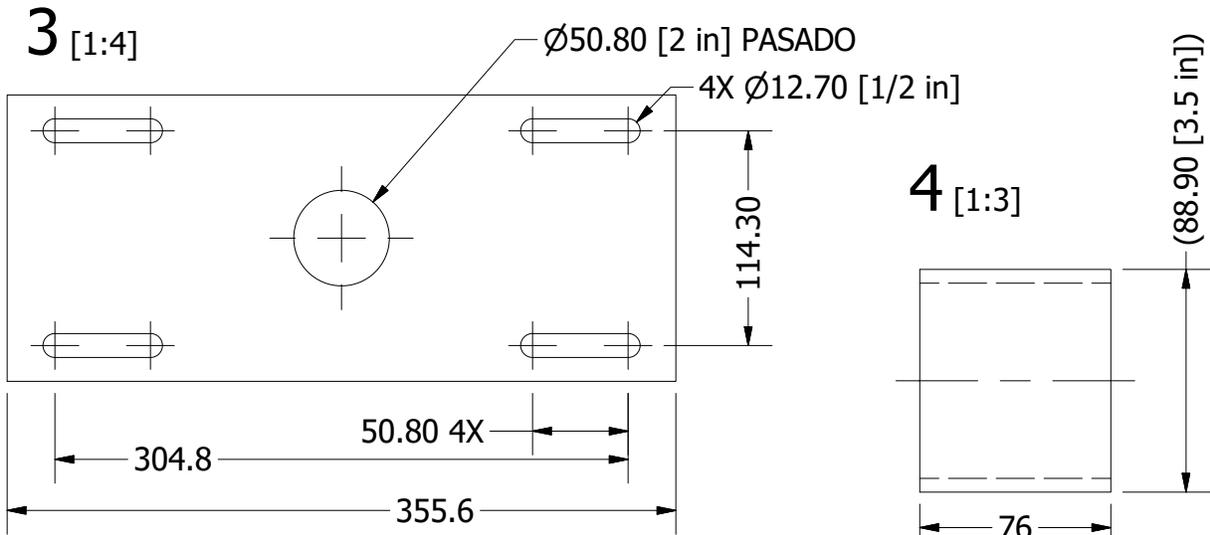
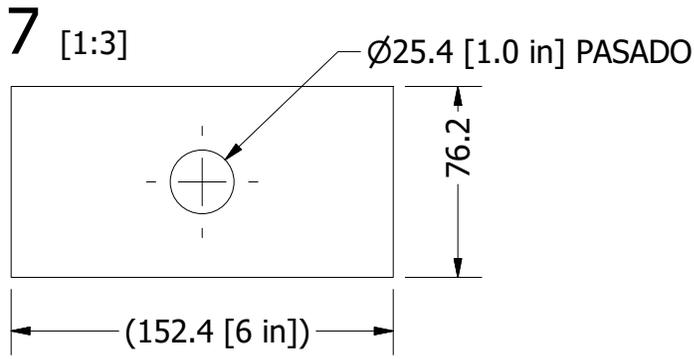
Ø25.4 [1 in] PASADO



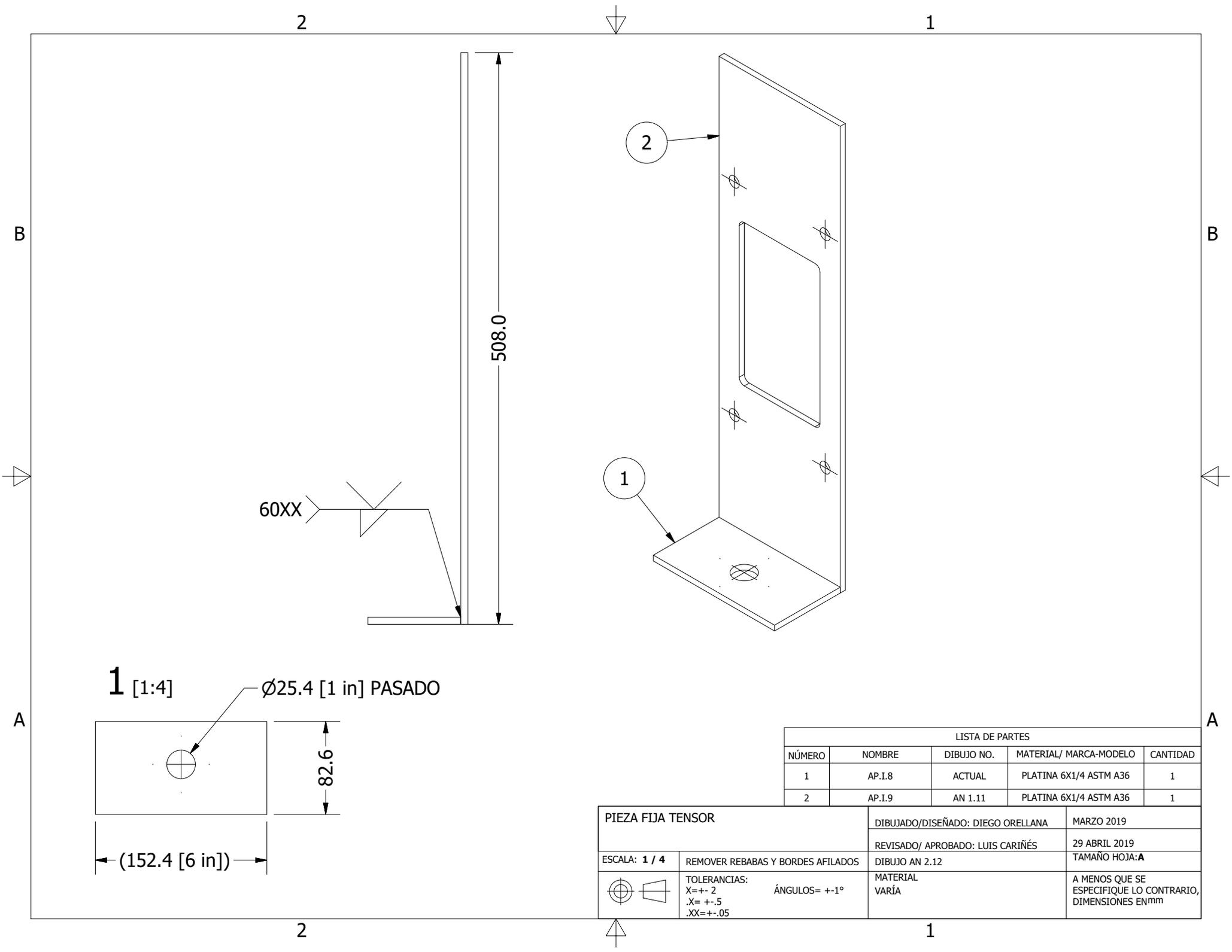
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:3

LISTA DE PARTES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	AP.I.1	AN 1.11	PLATINA 6X1/4 ASTM A36	2
2	AP.I.2	AN 1.11	PLATINA 6X1/4 ASTM A36	2
3	AP.I.3	AN 1.11	PLATINA 6X1/4 ASTM A36	1
4	AP.I.4	AN 1.11	TUBO 3" SCH 40 ASTM A36	1
5	AP.I.5	AN 1.11	PLATINA 6X1/4 ASTM A36	1
6	AP.I.6	AN 1.11	PLATINA 6X1/4 ASTM A36	2
7	AP.I.7	AN 1.11	PLATINA 6X1/4 ASTM A36	1

PIEZA MÓVIL TENSOR		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	MARZO 2019
ESCALA: 1:6	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
	TOLERANCIAS: X=+- 2 .X= +- .5 .XX=+- .05	DIBUJO AN 2.10	TAMAÑO HOJA: A
	ÁNGULOS= +-1°	MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



PARTES DE PIEZA MÓVIL TENSOR		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	MARZO 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:4	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.11	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 .X=+- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1°	MATERIAL VARÍA
			A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



60XX

508.0

1 [1:4]

Ø25.4 [1 in] PASADO

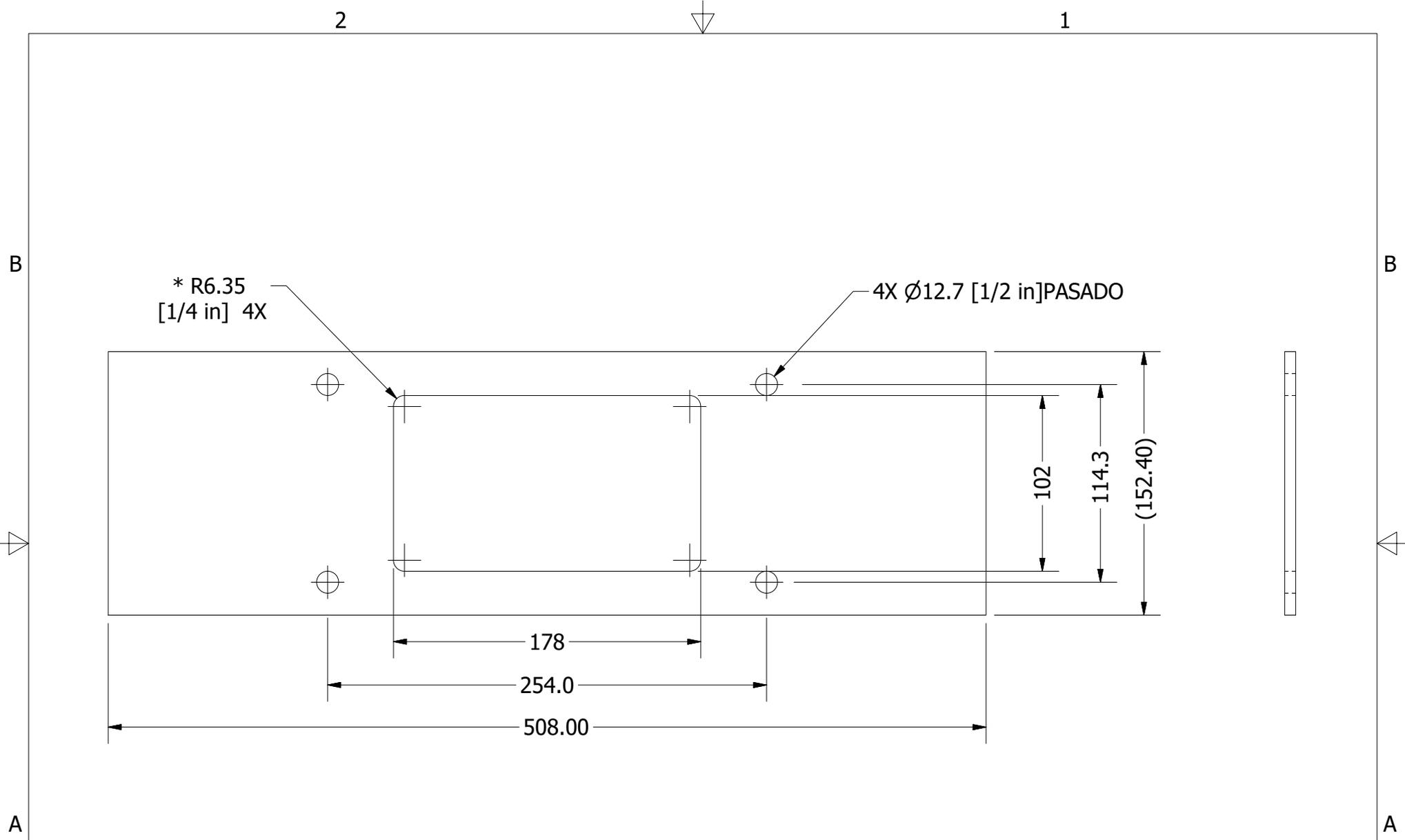
82.6

(152.4 [6 in])

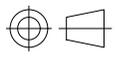
LISTA DE PARTES

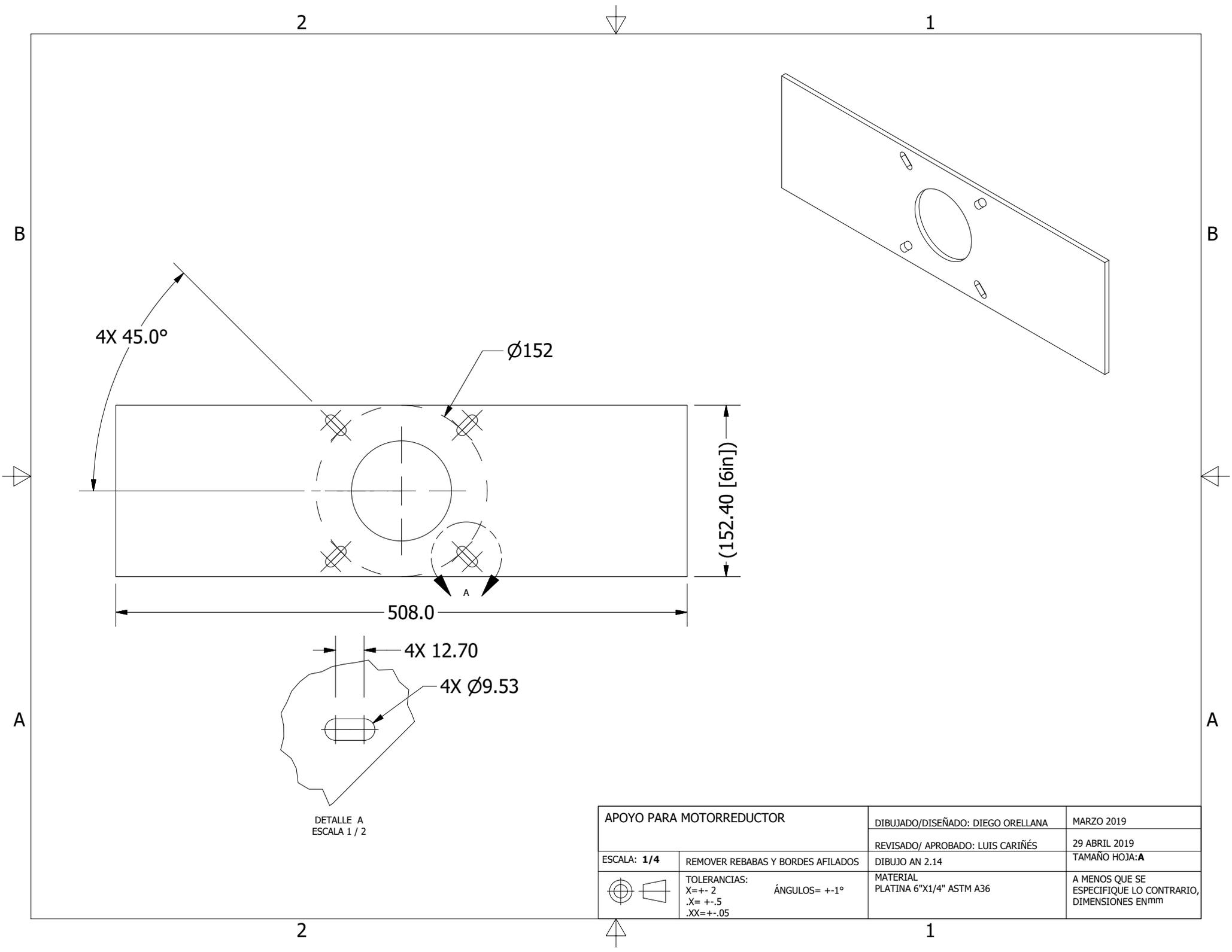
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	AP.I.8	ACTUAL	PLATINA 6X1/4 ASTM A36	1
2	AP.I.9	AN 1.11	PLATINA 6X1/4 ASTM A36	1

PIEZA FIJA TENSOR		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA		MARZO 2019
REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS		29 ABRIL 2019
ESCALA: 1 / 4	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.12		TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 .X= +- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1°	MATERIAL VARÍA	
			A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm	



1. * EN CASO DE CORTARSE
 MEDIANTE FRESADO.
 OMITIR EN CASO CONTRARIO.

AP.I.9		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	MARZO 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:3	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.13	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL PLATINA 6"X1/4" ASTM A36	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



2

1

B

B

4X 45.0°

Ø152

(152.40 [6in])

508.0

4X 12.70

4X Ø9.53

A

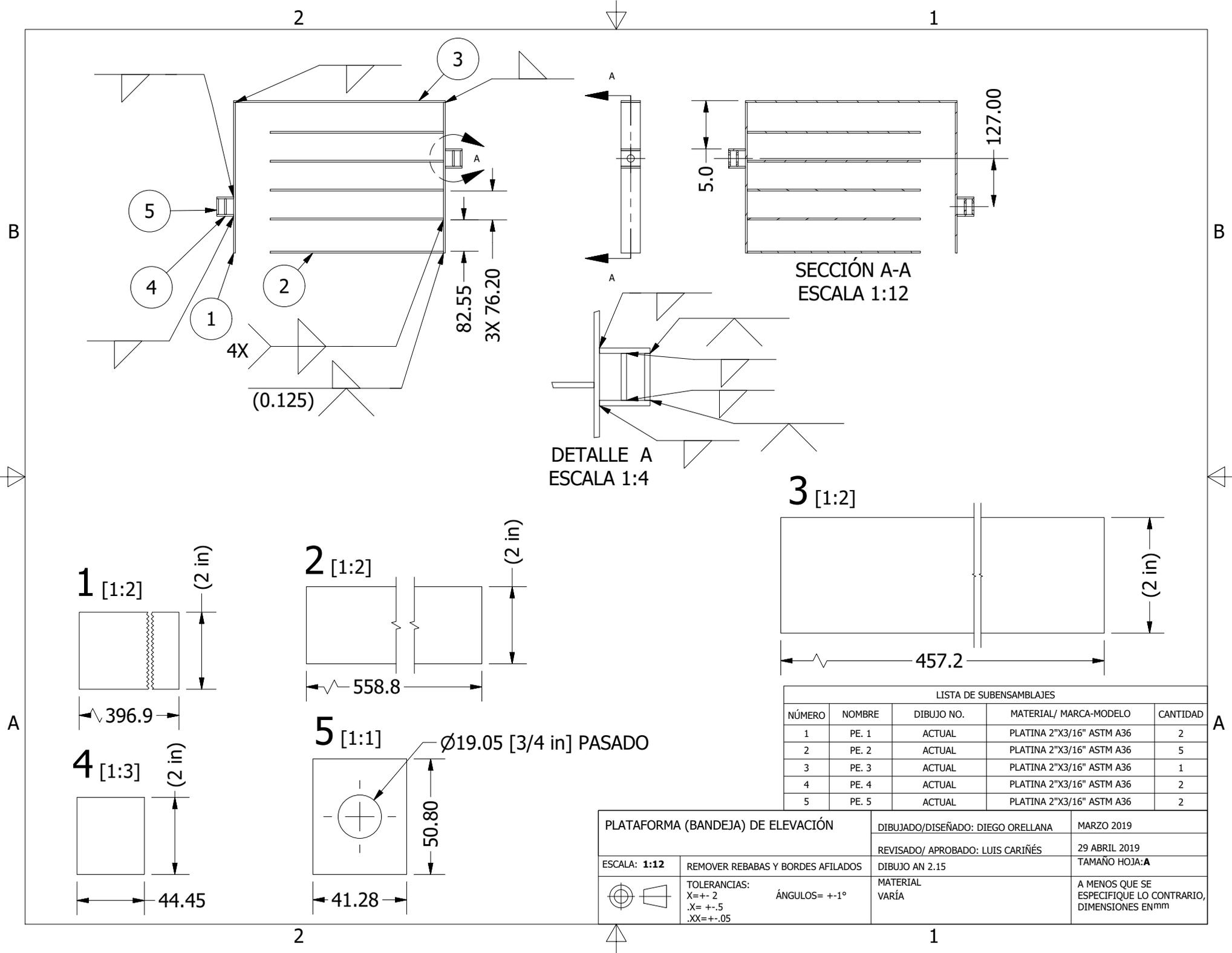
A

DETALLE A
ESCALA 1 / 2

APOYO PARA MOTORREDUCTOR		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	MARZO 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1/4	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.14	TAMAÑO HOJA: A
 	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL PLATINA 6"x1/4" ASTM A36	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm

2

1



SECCIÓN A-A
ESCALA 1:12

DETALLE A
ESCALA 1:4

3 [1:2]

1 [1:2]

2 [1:2]

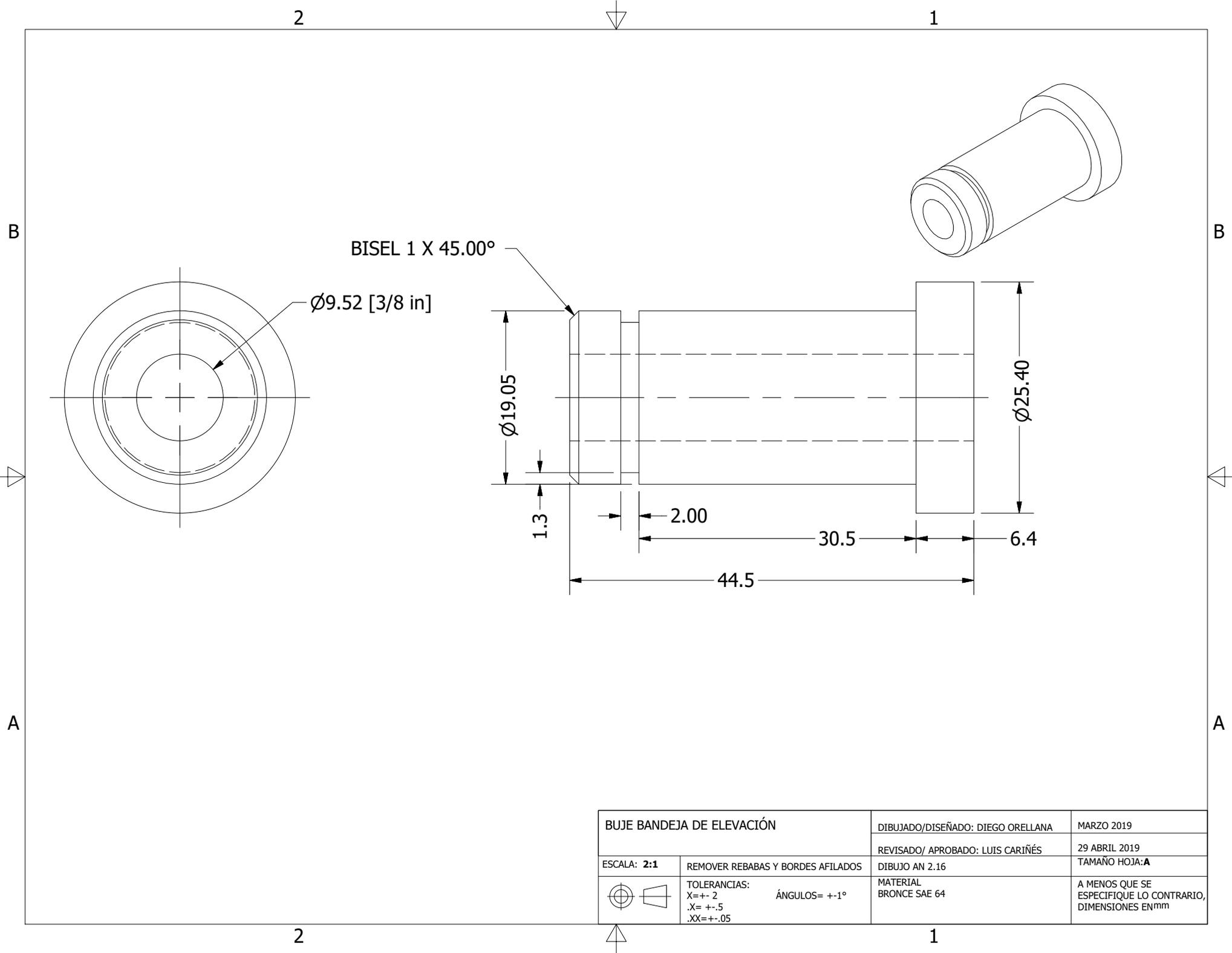
4 [1:3]

5 [1:1]

Ø19.05 [3/4 in] PASADO

LISTA DE SUBENSAMBLAJES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	PE. 1	ACTUAL	PLATINA 2"X3/16" ASTM A36	2
2	PE. 2	ACTUAL	PLATINA 2"X3/16" ASTM A36	5
3	PE. 3	ACTUAL	PLATINA 2"X3/16" ASTM A36	1
4	PE. 4	ACTUAL	PLATINA 2"X3/16" ASTM A36	2
5	PE. 5	ACTUAL	PLATINA 2"X3/16" ASTM A36	2

PLATAFORMA (BANDEJA) DE ELEVACIÓN		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	MARZO 2019
REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS		29 ABRIL 2019	
ESCALA: 1:12	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.15	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- .2 .X=+- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1°	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



2

1

B

B

BISEL 1 X 45.00°

Ø9.52 [3/8 in]

Ø19.05

Ø25.40

1.3

2.0

30.5

6.4

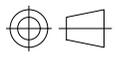
44.5

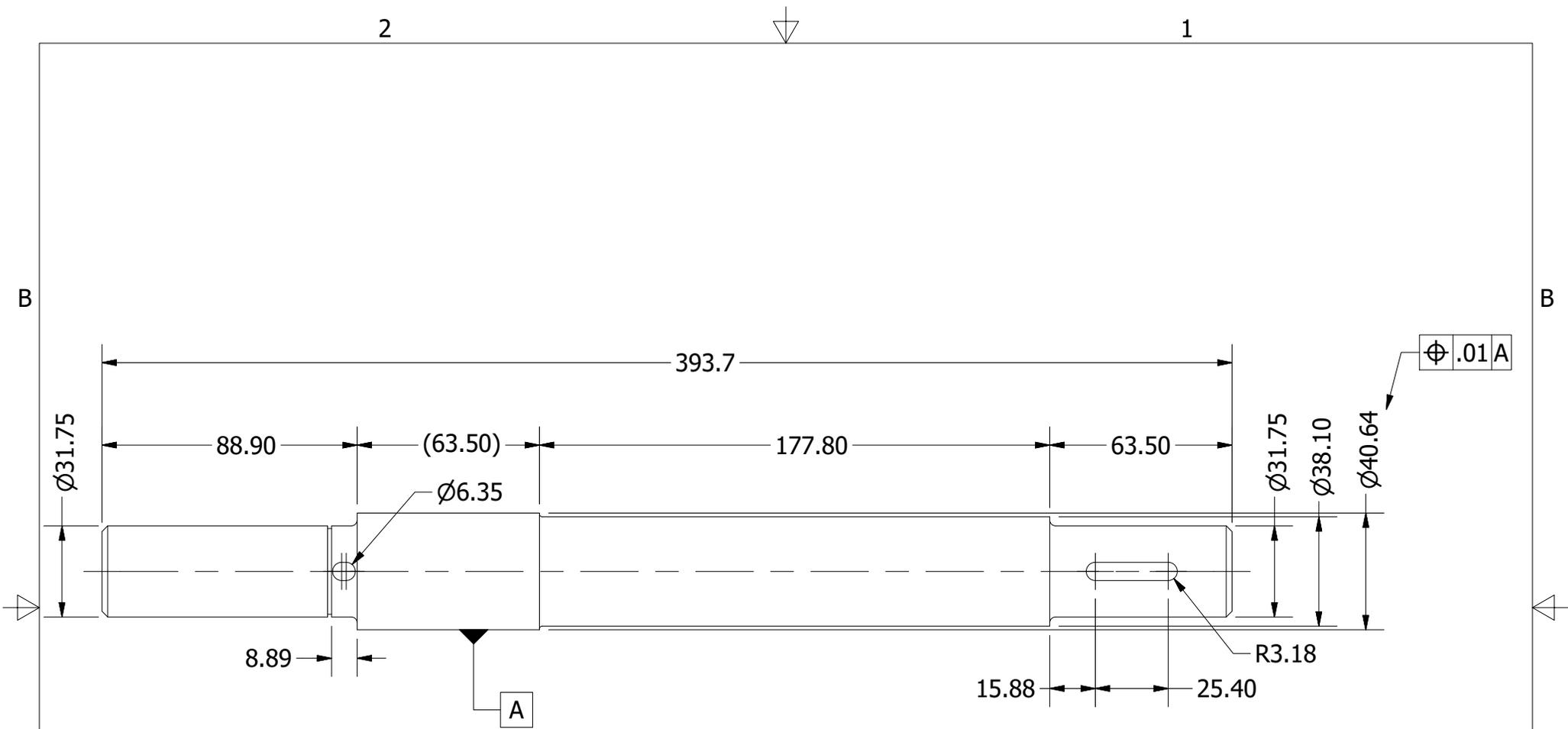
A

A

2

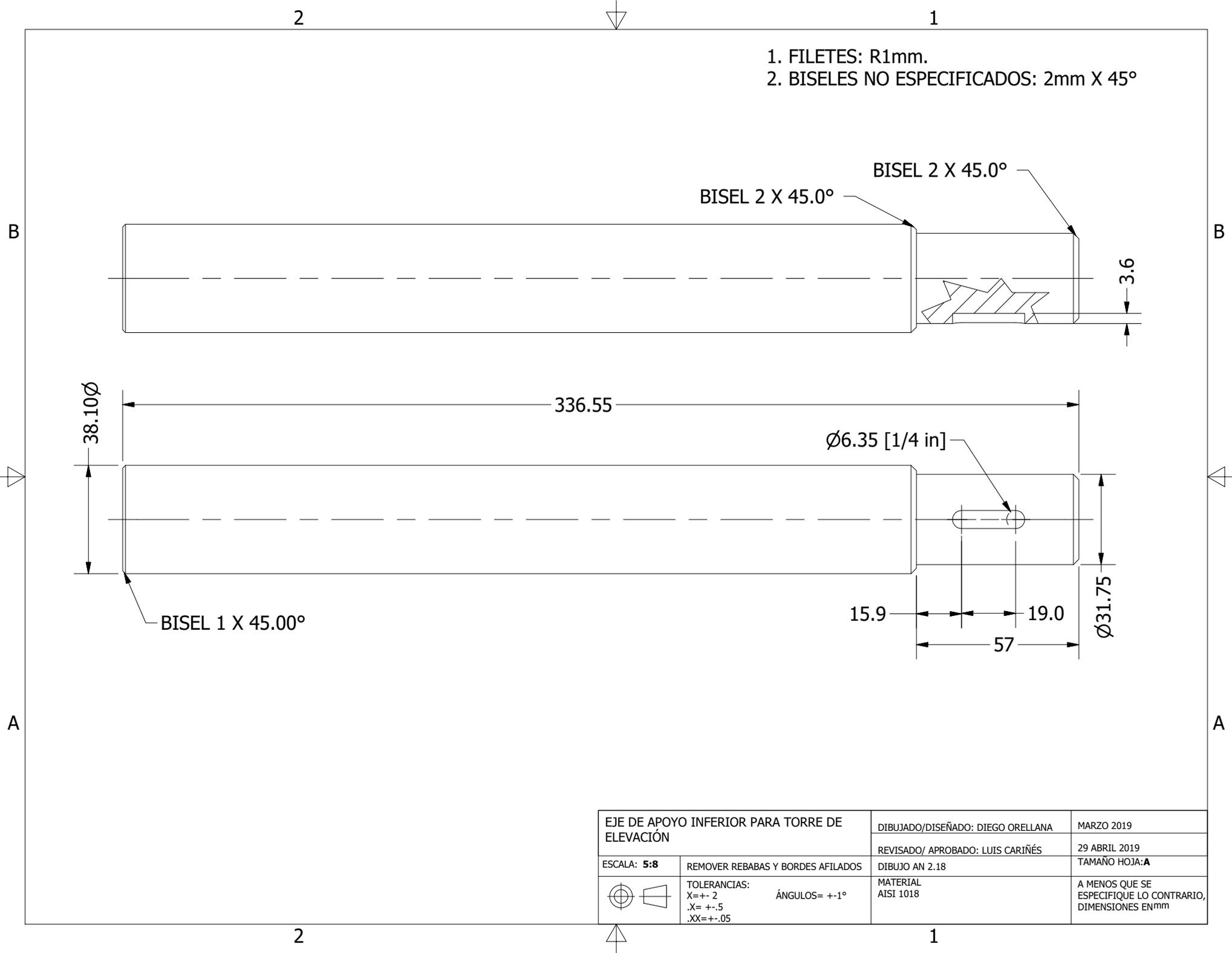
1

BUJE BANDEJA DE ELEVACIÓN		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	MARZO 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 2:1	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.16	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL BRONCE SAE 64	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



1. FILETES: R1mm.
2. BISELES: 2mm X 45°
3. RANURAS DE ANILLO DE RETENCIÓN:
1.5mm de espesor X 1mm de profundidad
4. CUÑEROS CON 3.5mm DE PROFUNDIDAD

EJE DE APOYO SUPERIOR PARA TORRE DE ELEVACIÓN		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	MARZO 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:2	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.17	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL AISI 1018	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm
	ÁNGULOS= +-1°		



- 1. FILETES: R1mm.
- 2. BISELES NO ESPECIFICADOS: 2mm X 45°

BISEL 2 X 45.0°

BISEL 2 X 45.0°

BISEL 2 X 45.0°

3.6

38.10 \varnothing

336.55

$\varnothing 6.35$ [1/4 in]

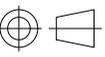
BISEL 1 X 45.00°

15.9

19.0

57

$\varnothing 31.75$

EJE DE APOYO INFERIOR PARA TORRE DE ELEVACIÓN		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	MARZO 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 5:8	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.18	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL AISI 1018	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm

2

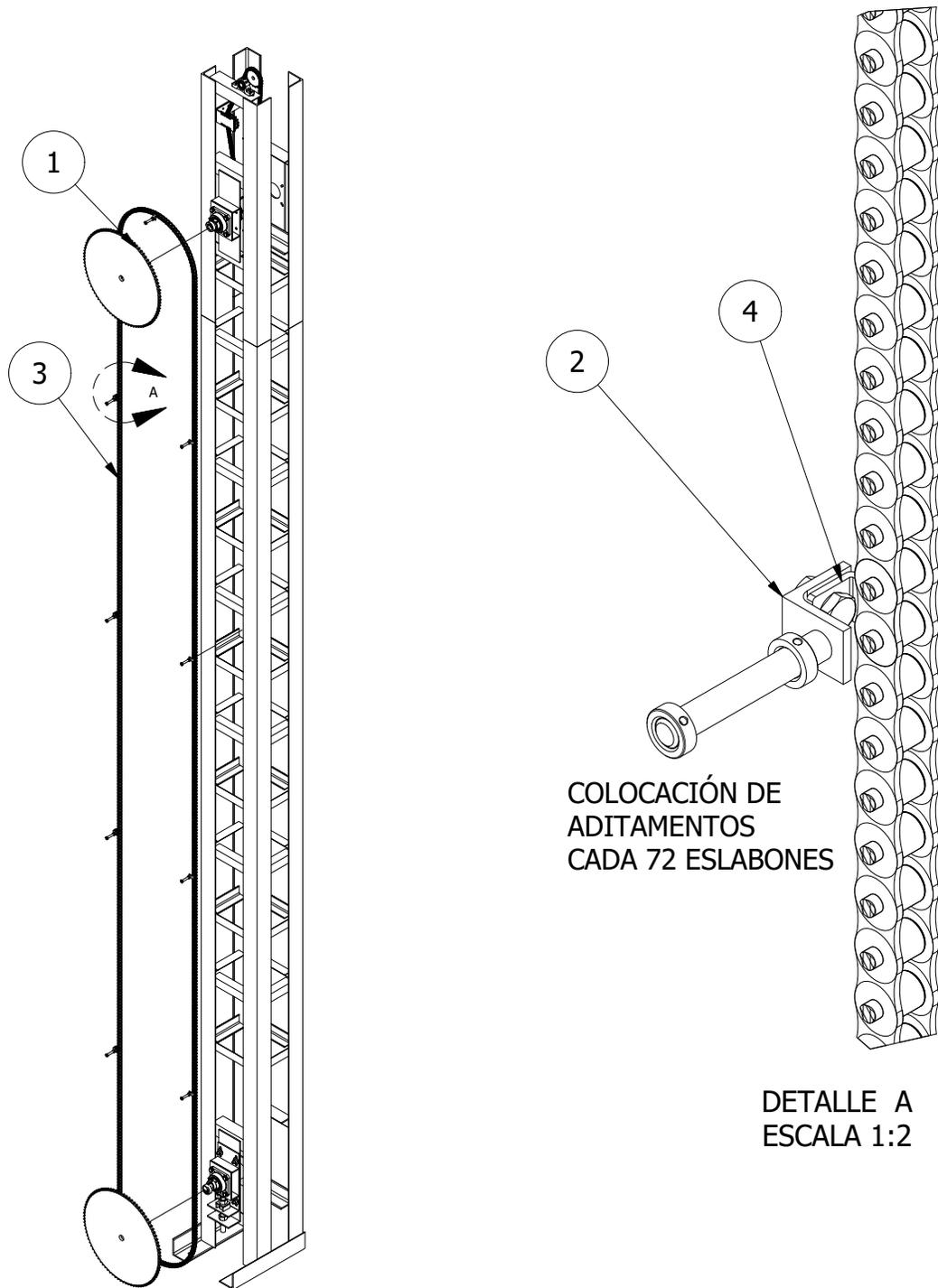
1

B

B

A

A



COLOCACIÓN DE
ADITAMENTOS
CADA 72 ESLABONES

DETALLE A
ESCALA 1:2

LISTA DE SUBENSAMBLAJES

NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	SPROCKET NO 60, 90 DIENTES, TIPO A (KANA)	-	KANA	2
2	JUNTA ENTRE ADITAMENTO Y CADENA PARA CADENA DE ELEVACIÓN	AN 1.20	VARÍA	10
3	CADENA DE RODILLOS ESTÁNDAR NO. 60 (107 ESLABONES)	-	KANA	1
4	ADITAMENTO TIPO HK PARA CADENA ESTÁNDAR	-	KANA	10

SISTEMA DE TRACCIÓN PARA ELEVACIÓN

DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA

FEBRERO 2019

REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS

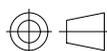
29 ABRIL 2019

ESCALA: 1:35

REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS

DIBUJO AN 2.19

TAMAÑO HOJA: A



TOLERANCIAS:

X=+- 2

.X=+- .5

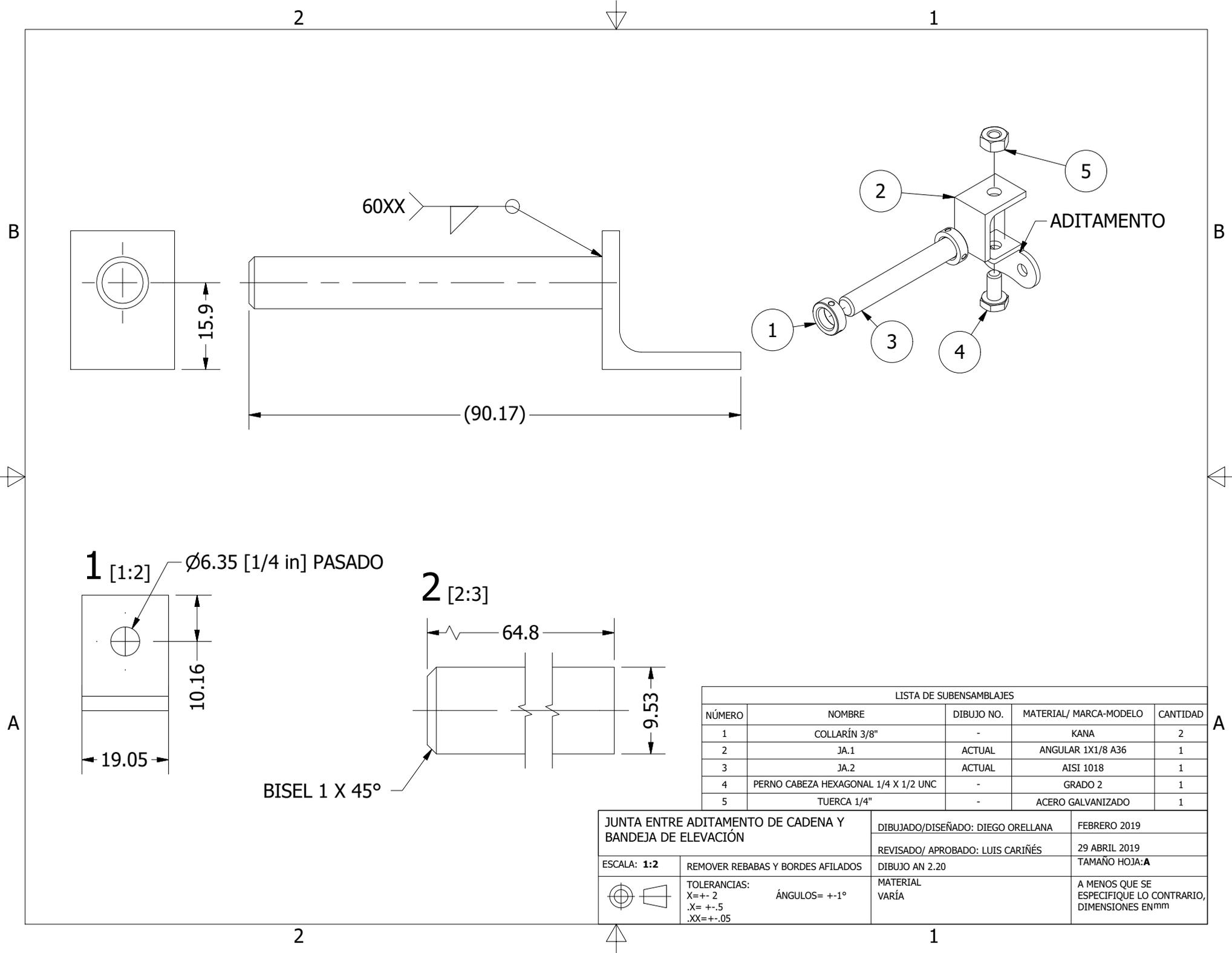
.XX=+- .05

ÁNGULOS= +-1°

MATERIAL
VARÍAA MENOS QUE SE
ESPECIFIQUE LO CONTRARIO,
DIMENSIONES EN mm

2

1



60XX

15.9

(90.17)

1 [1:2]

Ø6.35 [1/4 in] PASADO

10.16

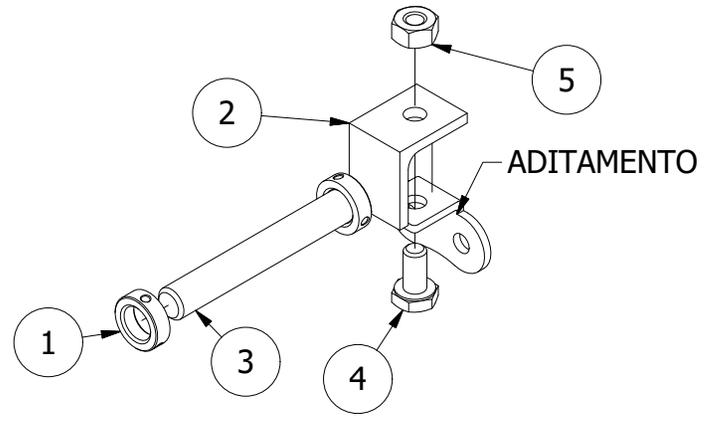
19.05

2 [2:3]

64.8

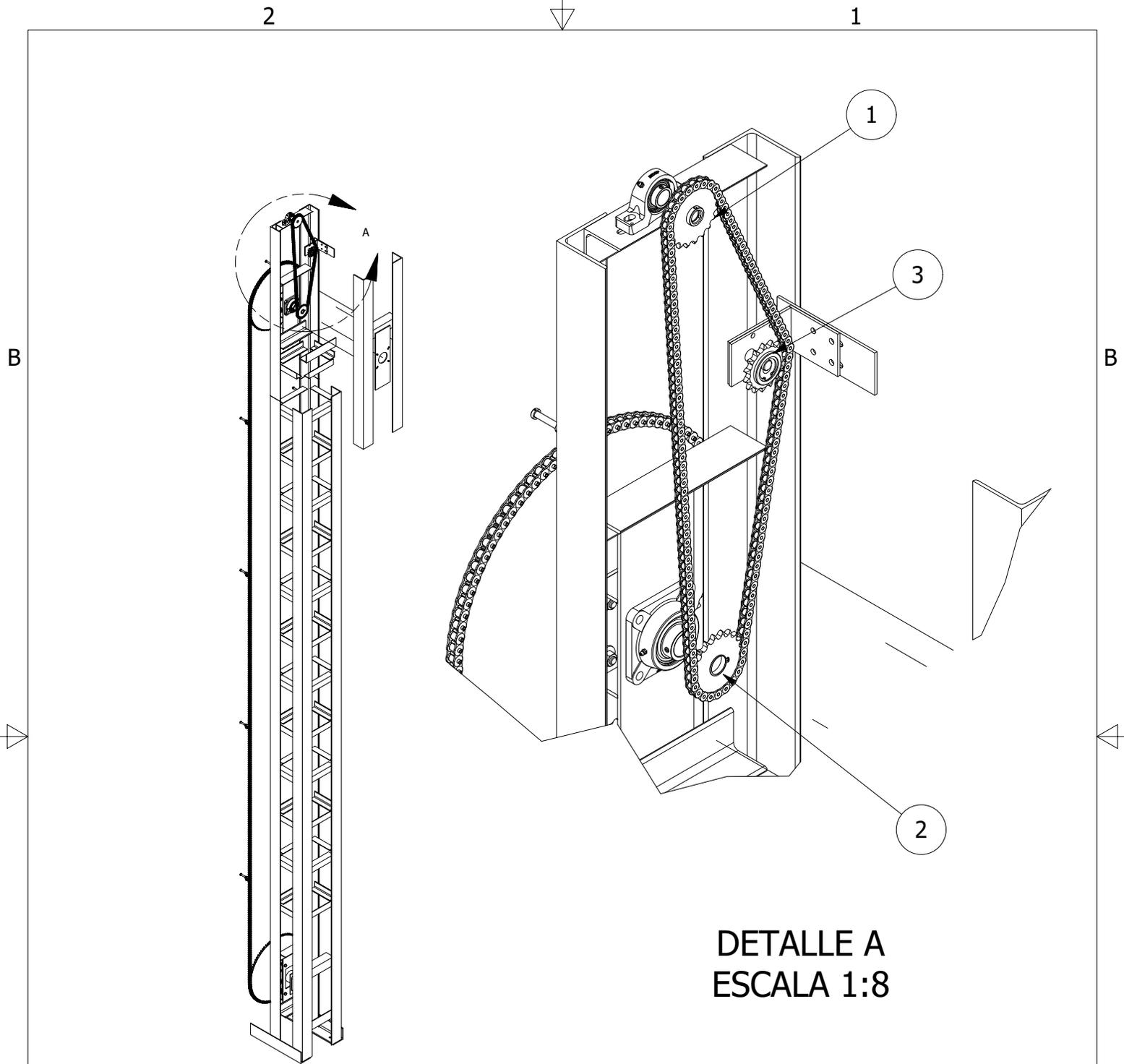
9.53

BISEL 1 X 45°



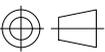
LISTA DE SUBENSAMBLAJES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	COLLARÍN 3/8"	-	KANA	2
2	JA.1	ACTUAL	ANGULAR 1X1/8 A36	1
3	JA.2	ACTUAL	AISI 1018	1
4	PERNO CABEZA HEXAGONAL 1/4 X 1/2 UNC	-	GRADO 2	1
5	TUERCA 1/4"	-	ACERO GALVANIZADO	1

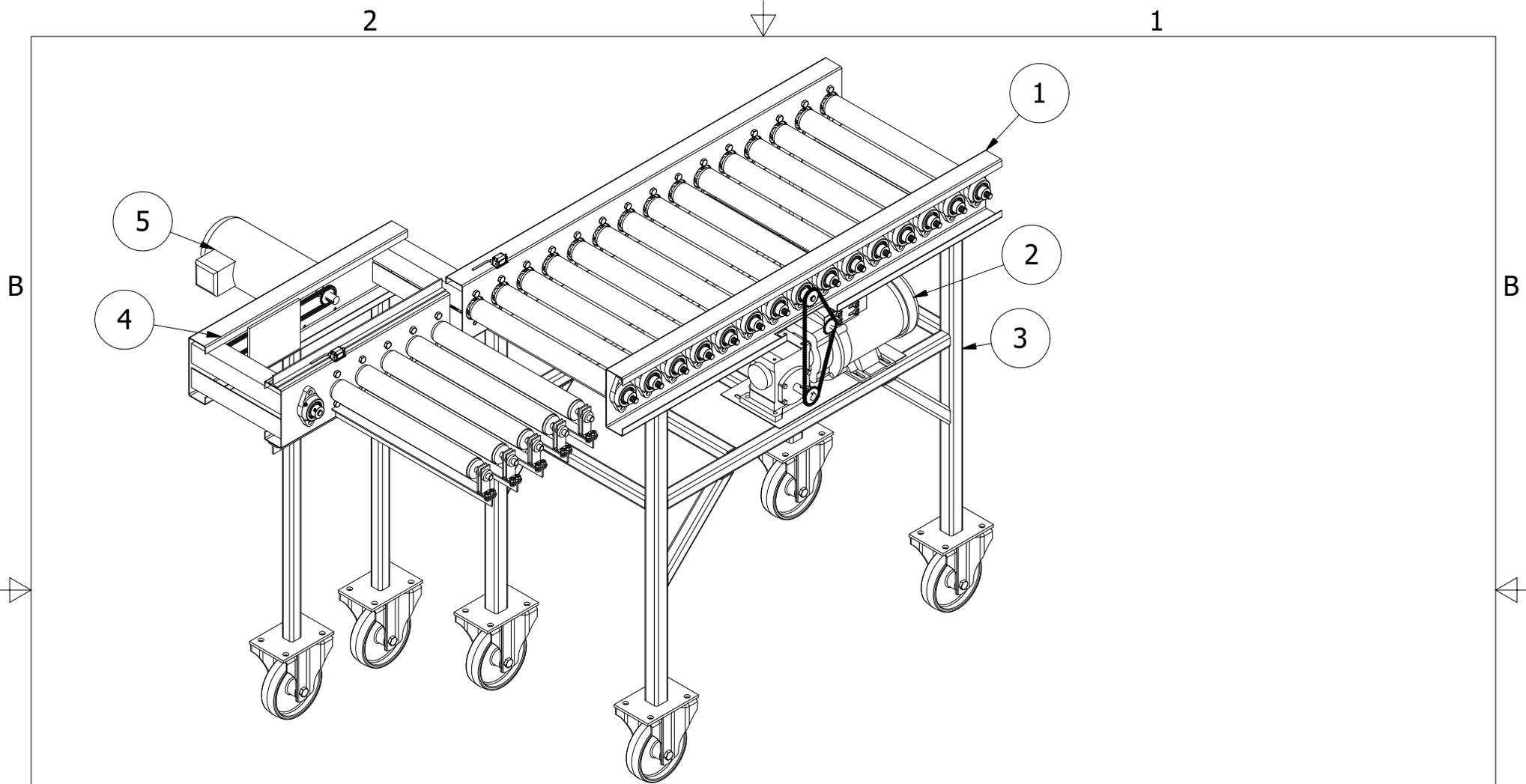
JUNTA ENTRE ADITAMENTO DE CADENA Y BANDEJA DE ELEVACIÓN		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA FEBRERO 2019	
ESCALA: 1:2		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS 29 ABRIL 2019	
REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS		DIBUJO AN 2.20 TAMAÑO HOJA: A	
TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X=+- .5 .XX=+- .05		MATERIAL VARÍA A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm	



**DETALLE A
ESCALA 1:8**

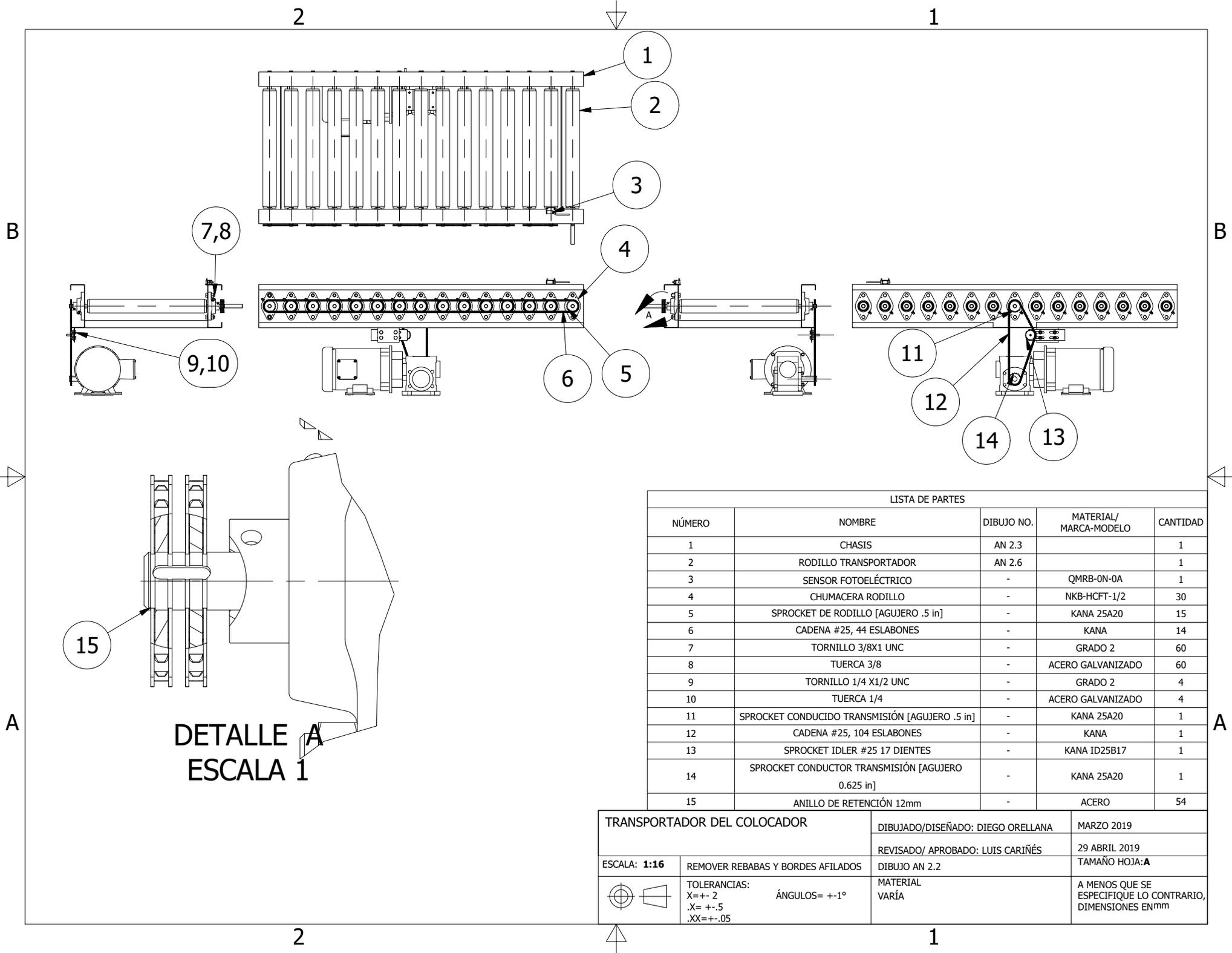
LISTA DE SUBENSAMBLAJES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	KANA 50A20 (SUPERIOR) AGUJERO 3/4 IN	-	KANA	1
2	KANA 50A20 (INFERIOR)	-	KANA	1
3	KANA ID50C15D17 (IDLER) AGUJERO 1 1/4 IN	-	KANA	1

SISTEMA DE TRANSMISIÓN		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	FEBRERO 2019
REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS		29 ABRIL 2019	
ESCALA: 1:40	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.21	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- .2 .X= +- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1° MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



LISTA DE SUBENSAMBLAJES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	TRANSPORTADOR DE REGIÓN DE CONDUCCIÓN	AN2.2		1
2	MOTORREDUCTOR PRINCIPAL DE TRANSPORTADOR INFERIOR	-	BALDOR-CM3538-1/2hp-1725rpm/ DODGE 13Q10L56	1
3	ESTRUCTURA DE TRANSPORTADOR INFERIOR	AN2.14		1
4	PUNTO DE CARGA	AN 2.7-2.8		1
5	SEGUNDO MOTORREDUCTOR DE PUNTO DE CARGA	-	BALDOR WDGMP3348	1

SISTEMA DE COLOCACIÓN		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	MARZO 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:12	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.1	TAMAÑO HOJA: A
 	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm

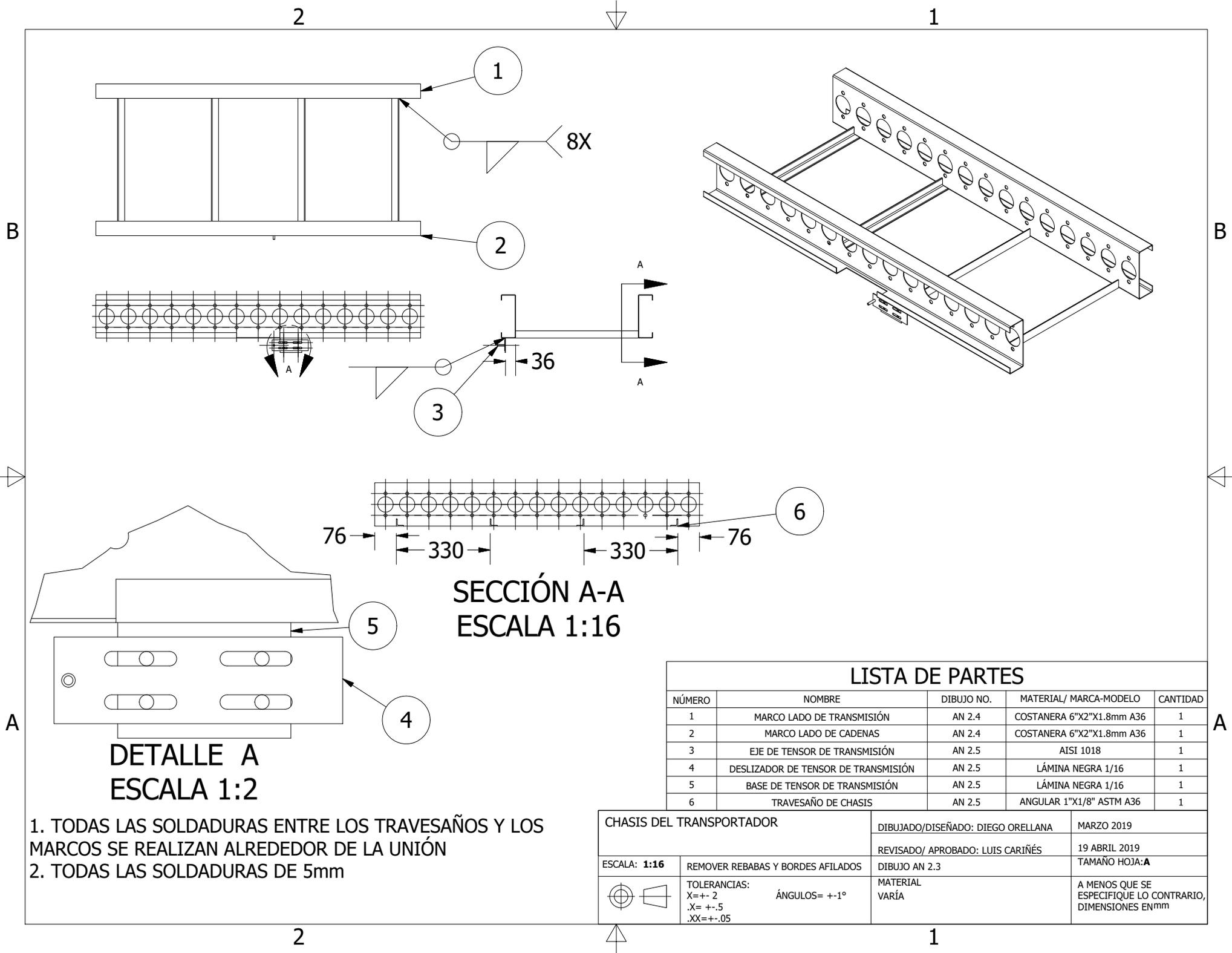


**DETALLE A
ESCALA 1**

LISTA DE PARTES

NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	CHASIS	AN 2.3		1
2	RODILLO TRANSPORTADOR	AN 2.6		1
3	SENSOR FOTOELÉCTRICO	-	QMRB-0N-0A	1
4	CHUMACERA RODILLO	-	NKB-HCFT-1/2	30
5	SPROCKET DE RODILLO [AGUJERO .5 in]	-	KANA 25A20	15
6	CADENA #25, 44 ESLABONES	-	KANA	14
7	TORNILLO 3/8X1 UNC	-	GRADO 2	60
8	TUERCA 3/8	-	ACERO GALVANIZADO	60
9	TORNILLO 1/4 X1/2 UNC	-	GRADO 2	4
10	TUERCA 1/4	-	ACERO GALVANIZADO	4
11	SPROCKET CONDUCCION TRANSMISIÓN [AGUJERO .5 in]	-	KANA 25A20	1
12	CADENA #25, 104 ESLABONES	-	KANA	1
13	SPROCKET IDLER #25 17 DIENTES	-	KANA ID25B17	1
14	SPROCKET CONDUCTOR TRANSMISIÓN [AGUJERO 0.625 in]	-	KANA 25A20	1
15	ANILLO DE RETENCIÓN 12mm	-	ACERO	54

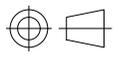
TRANSPORTADOR DEL COLOCADOR		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	MARZO 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:16	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.2	TAMAÑO HOJA: A
 TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm	



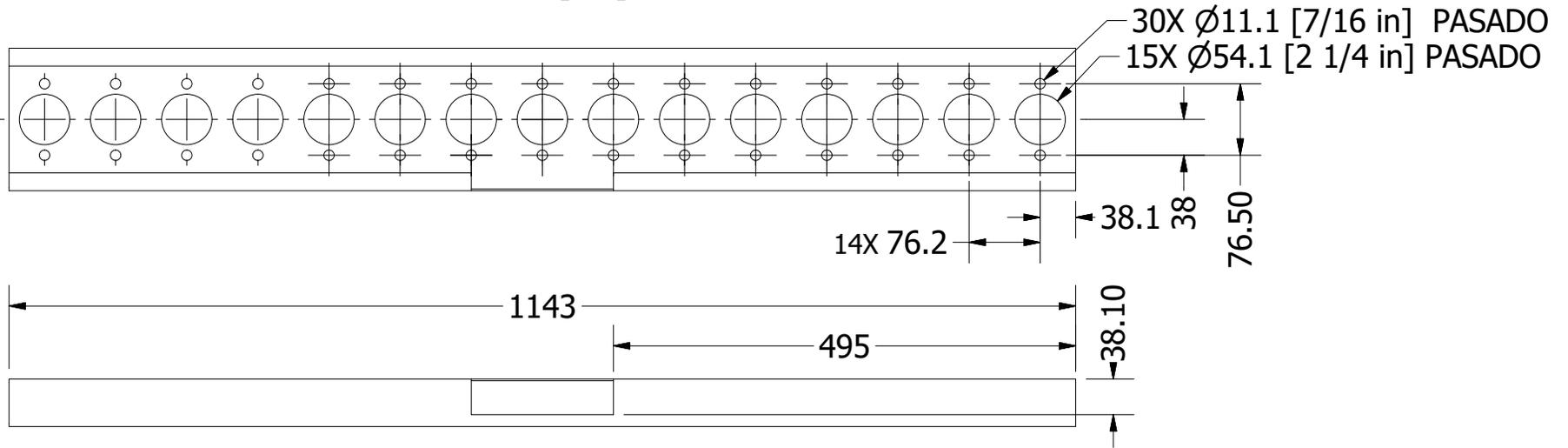
1. TODAS LAS SOLDADURAS ENTRE LOS TRAVESAÑOS Y LOS MARCOS SE REALIZAN ALREDEDOR DE LA UNIÓN
 2. TODAS LAS SOLDADURAS DE 5mm

LISTA DE PARTES

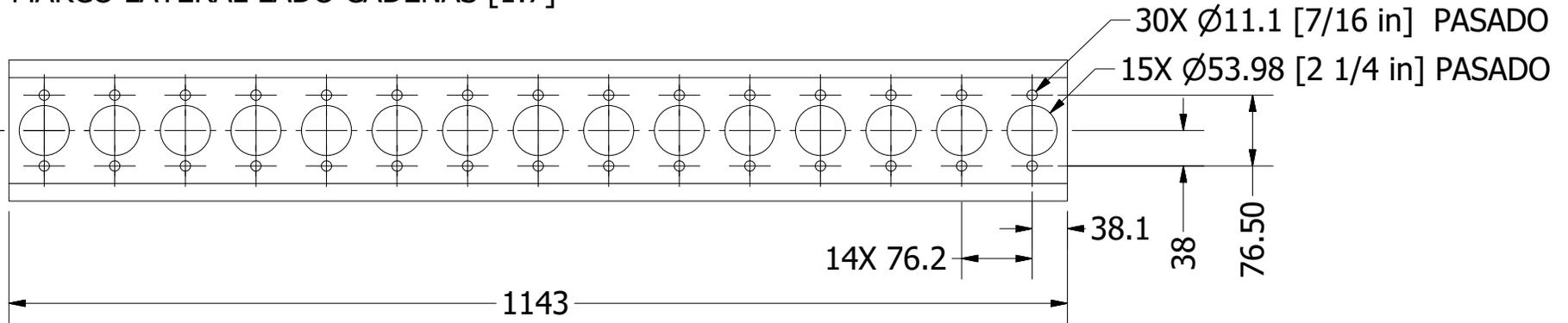
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	MARCO LADO DE TRANSMISIÓN	AN 2.4	COSTANERA 6"X2"X1.8mm A36	1
2	MARCO LADO DE CADENAS	AN 2.4	COSTANERA 6"X2"X1.8mm A36	1
3	EJE DE TENSOR DE TRANSMISIÓN	AN 2.5	AISI 1018	1
4	DESLIZADOR DE TENSOR DE TRANSMISIÓN	AN 2.5	LÁMINA NEGRA 1/16	1
5	BASE DE TENSOR DE TRANSMISIÓN	AN 2.5	LÁMINA NEGRA 1/16	1
6	TRAVESAÑO DE CHASIS	AN 2.5	ANGULAR 1"X1/8" ASTM A36	1

CHASIS DEL TRANSPORTADOR		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	MARZO 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	19 ABRIL 2019
ESCALA: 1:16	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.3	TAMAÑO HOJA: A
 TOLERANCIAS: X=+- .2 .X=+- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1°	MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm

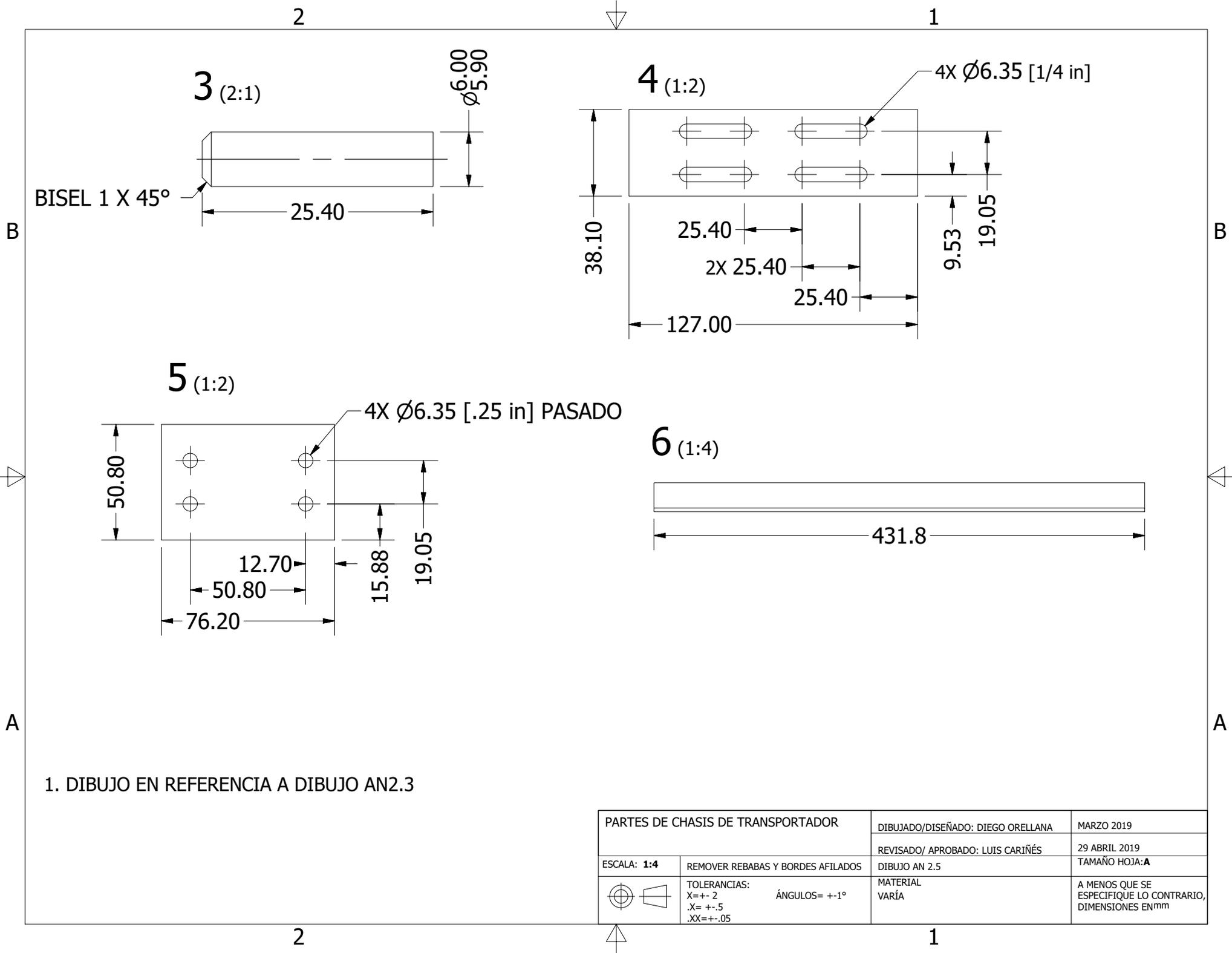
MARCO LATERAL LADO TRANSMISIÓN [1:7]



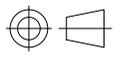
MARCO LATERAL LADO CADENAS [1:7]

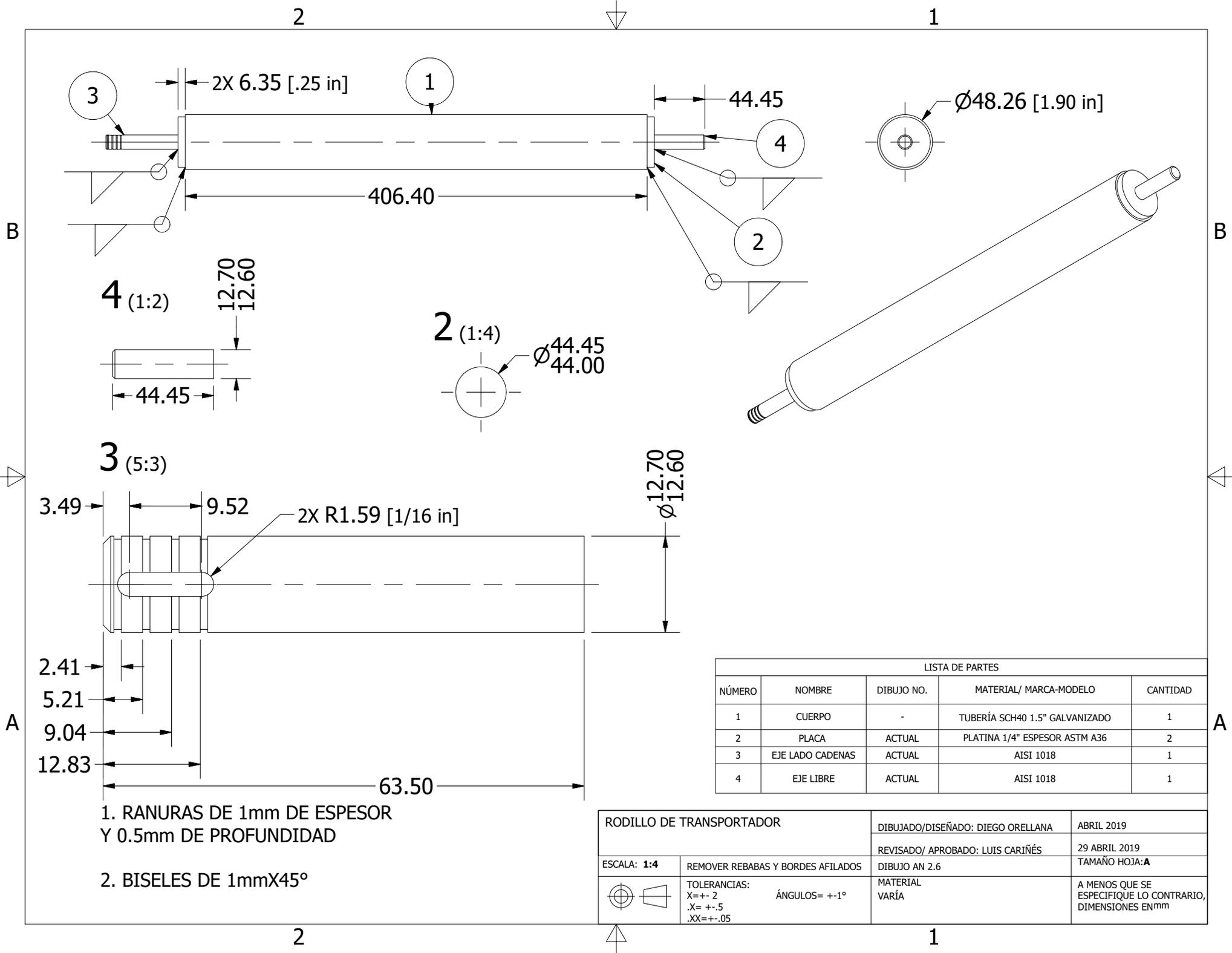


MARCO LADO DE TRANSMISIÓN/ MARCO LATERAL LADO CADENAS		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	MARZO 2019
ESCALA: 1:7		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 DE ABRIL 2019
REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS		DIBUJO AN 2.4	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 .X= +- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1°	MATERIAL COSTANERA 6"X2"X1.8mm ASTM A36
			A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm

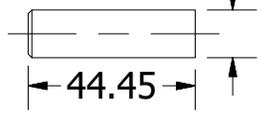


1. DIBUJO EN REFERENCIA A DIBUJO AN2.3

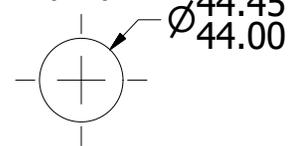
PARTES DE CHASIS DE TRANSPORTADOR		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	MARZO 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:4	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.5	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



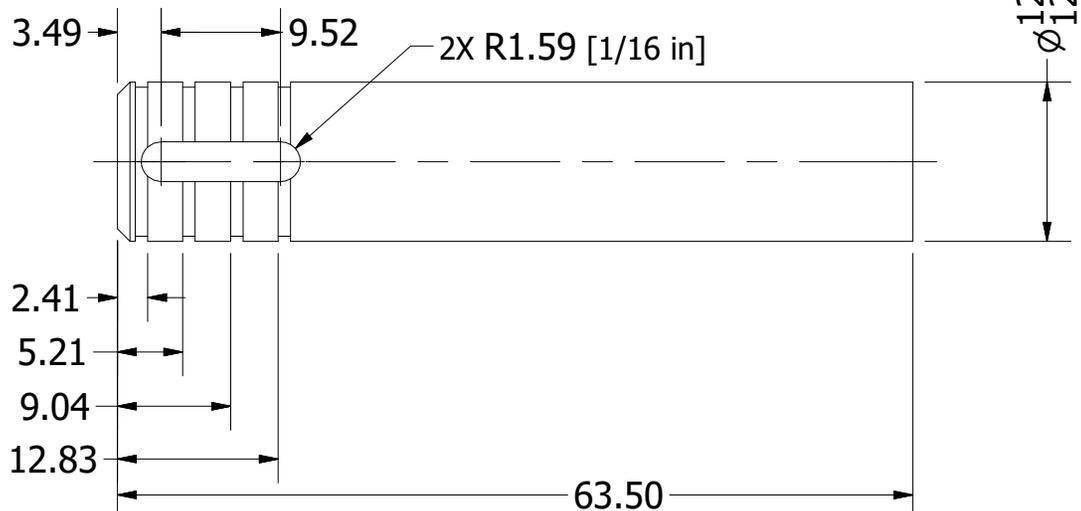
4 (1:2)



2 (1:4)



3 (5:3)

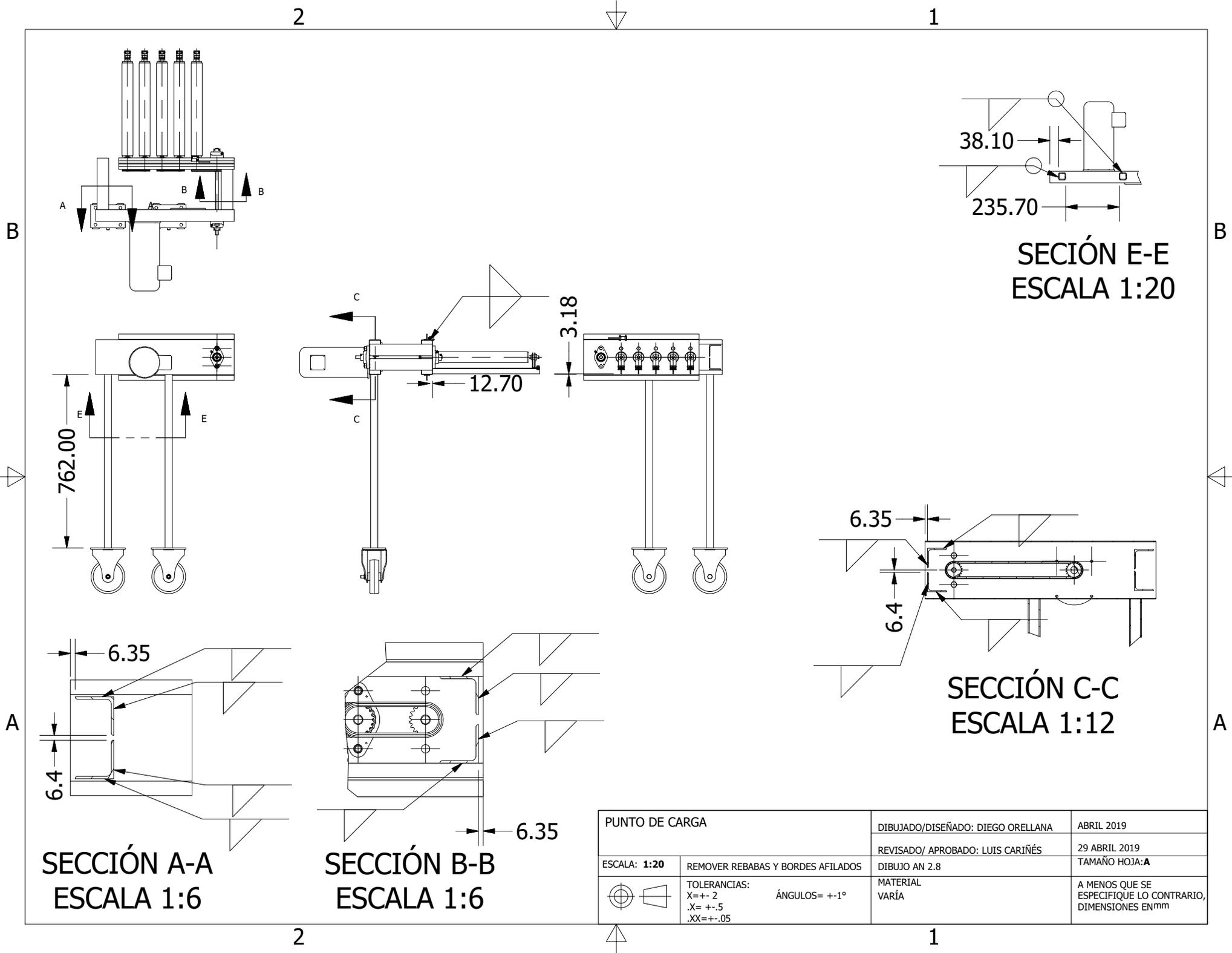


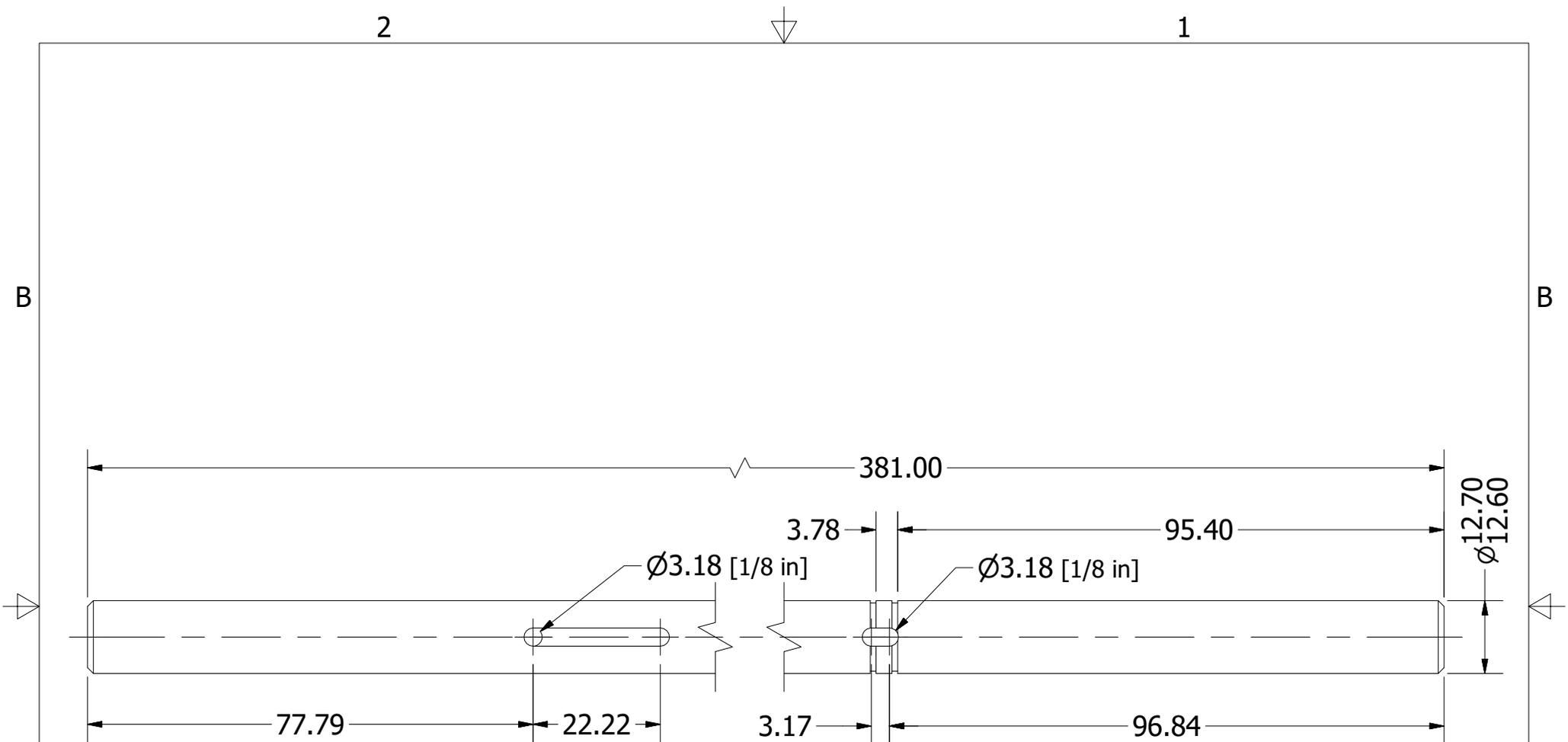
1. RANURAS DE 1mm DE ESPESOR Y 0.5mm DE PROFUNDIDAD

2. BISELES DE 1mmX45°

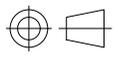
LISTA DE PARTES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	CUERPO	-	TUBERÍA SCH40 1.5" GALVANIZADO	1
2	PLACA	ACTUAL	PLATINA 1/4" ESPESOR ASTM A36	2
3	EJE LADO CADENAS	ACTUAL	AISI 1018	1
4	EJE LIBRE	ACTUAL	AISI 1018	1

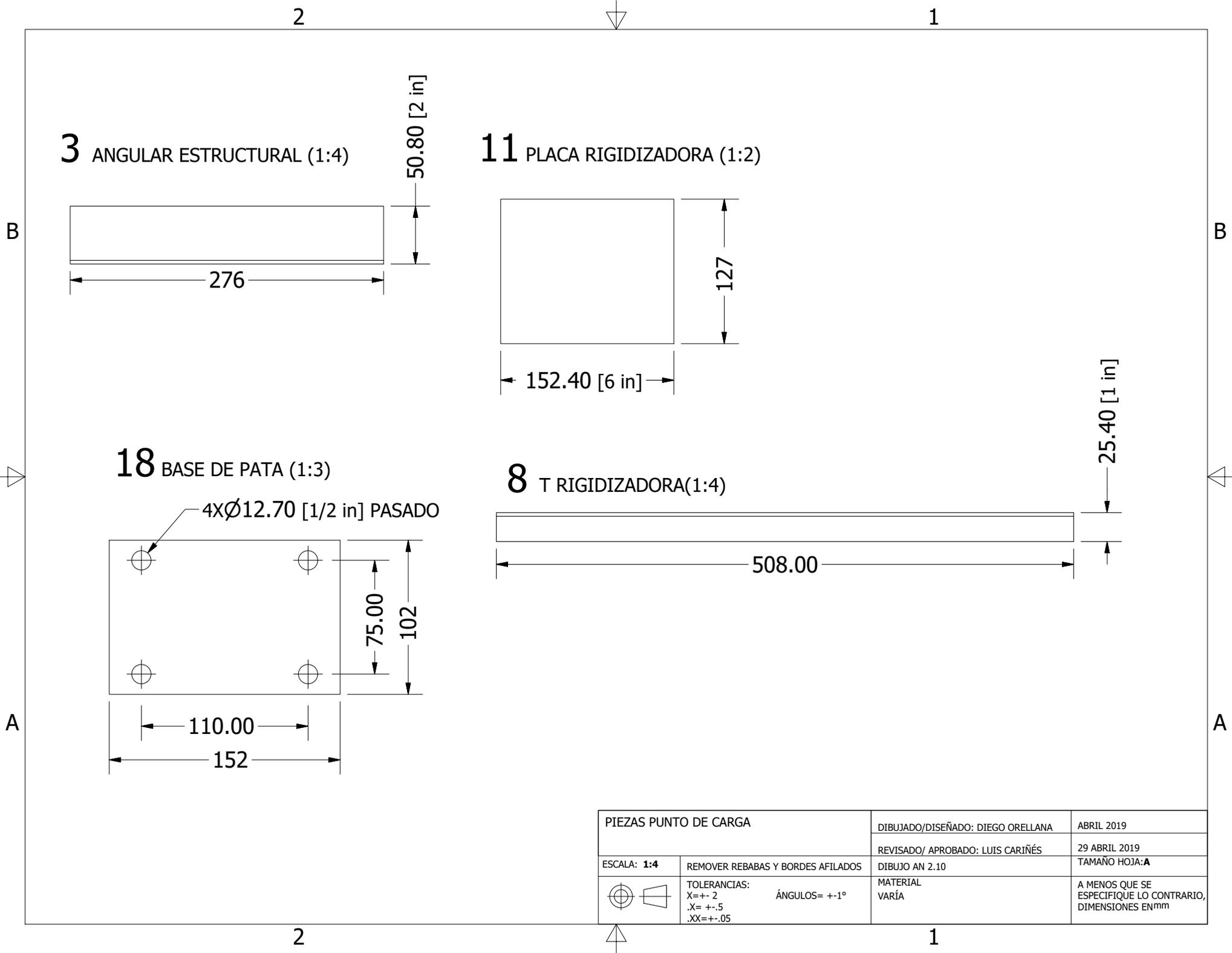
RODILLO DE TRANSPORTADOR		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS <td colspan="2">29 ABRIL 2019</td>		29 ABRIL 2019	
ESCALA: 1:4	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.6	TAMAÑO HOJA: A
 	TOLERANCIAS: X=+- 2 .X= +- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1° MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



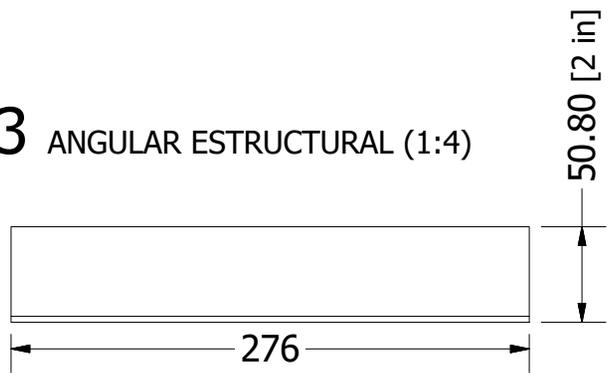


1. RANURAS DE 1mm DE ESPESOR Y 0.5mm DE PROFUNDIDAD.
2. BISELES DE 1mm X 45°.
3. ASIENTOS PARA CUÑA CON PROFUNDIDAD DE 1.8mm.

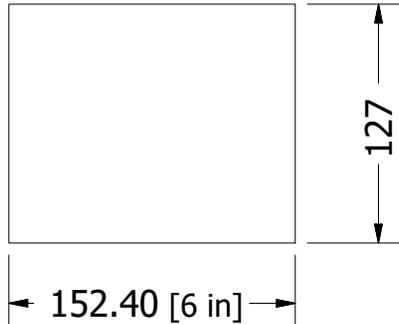
EJE DE TRANSMISIÓN MOTOR-RODILLOS		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	19 ABRIL 2019
ESCALA: 1:1	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.9	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL AISI 1018	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



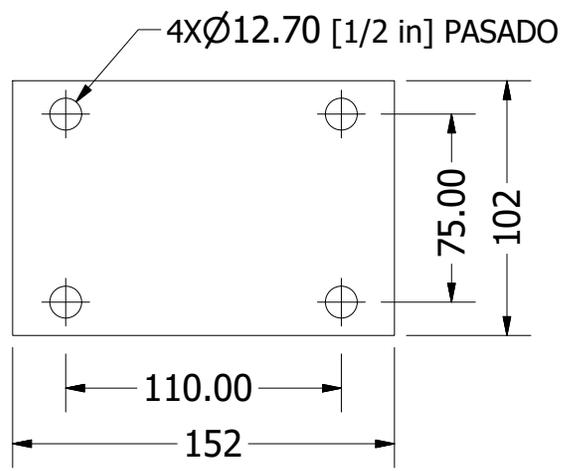
3 ANGULAR ESTRUCTURAL (1:4)



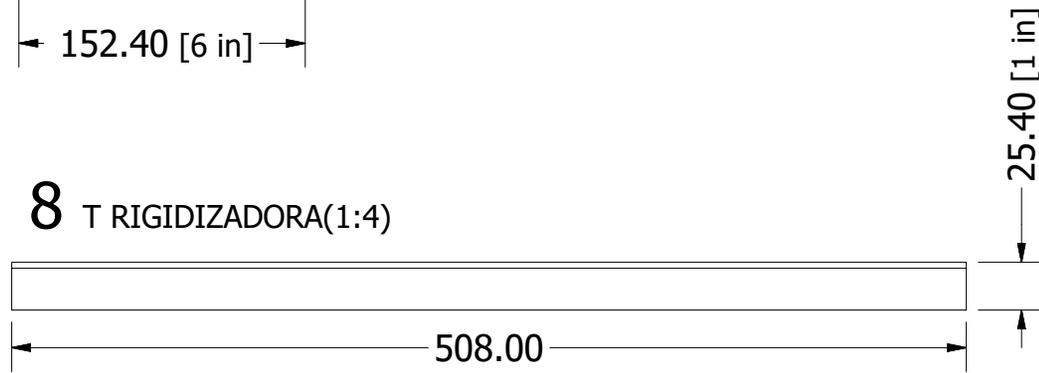
11 PLACA RIGIDIZADORA (1:2)



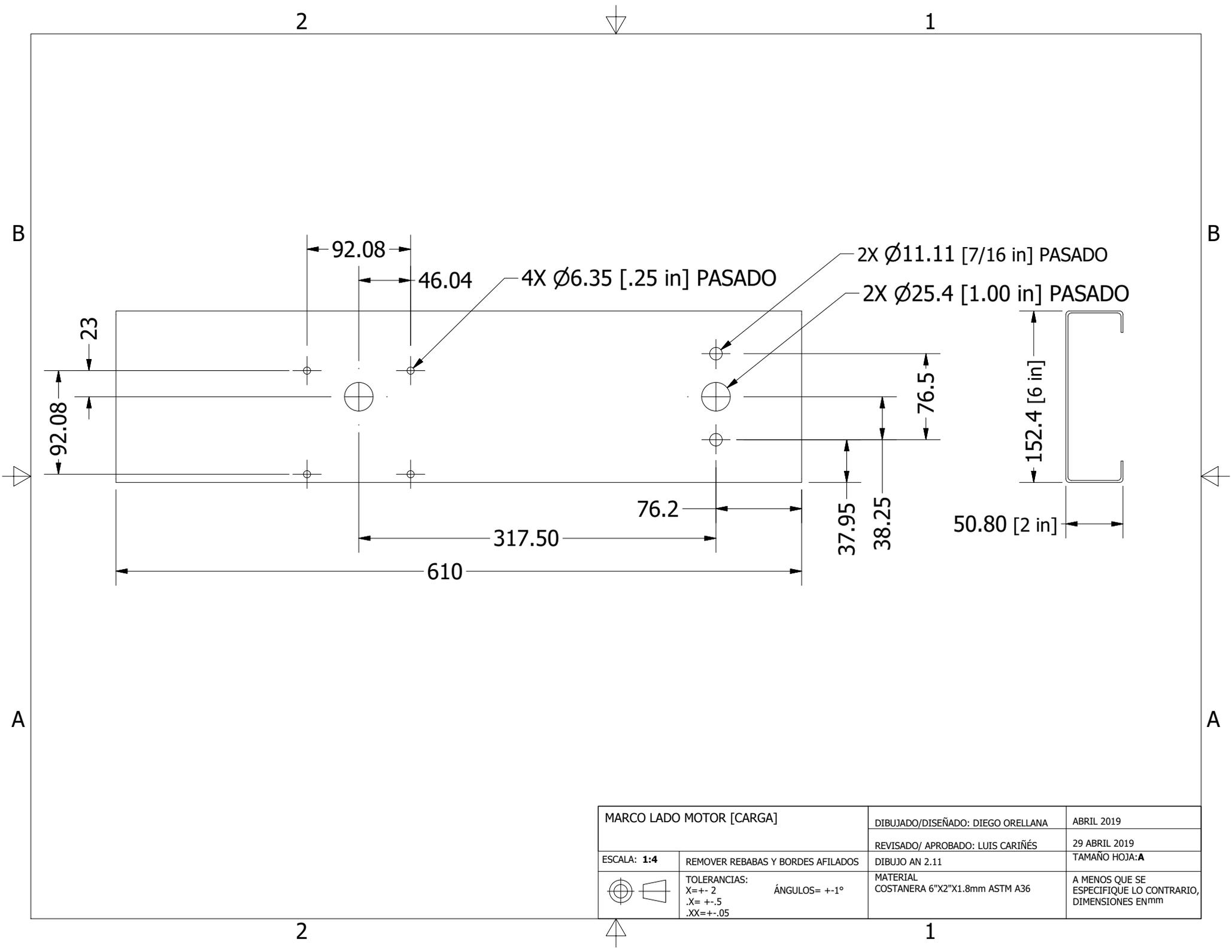
18 BASE DE PATA (1:3)

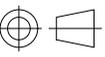


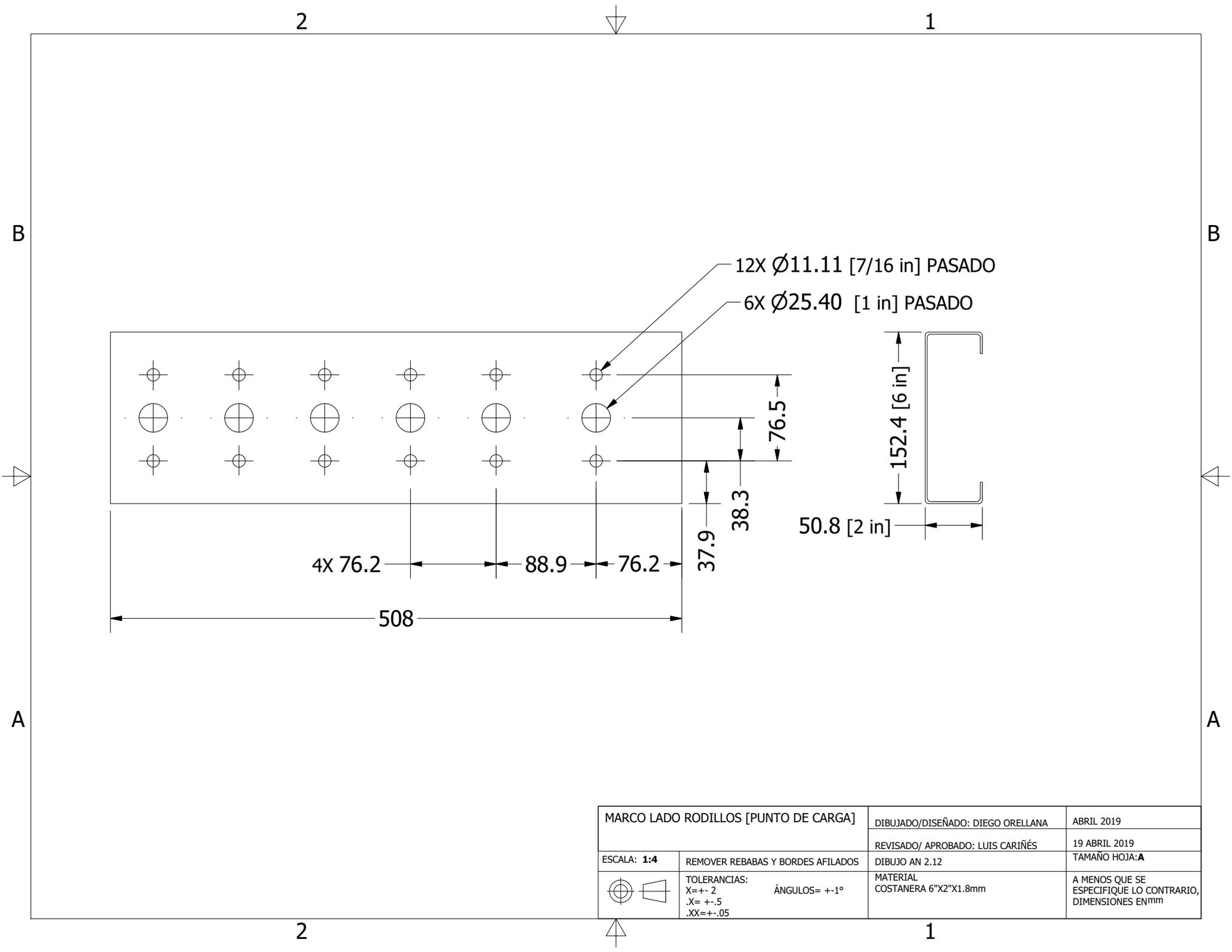
8 T RIGIDIZADORA(1:4)



PIEZAS PUNTO DE CARGA		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑES	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:4	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.10	TAMAÑO HOJA: A
 	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



MARCO LADO MOTOR [CARGA]		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:4	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.11	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL COSTANERA 6"X2"X1.8mm ASTM A36	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



12X Ø11.11 [7/16 in] PASADO
 6X Ø25.40 [1 in] PASADO

4X 76.2 88.9 76.2

508

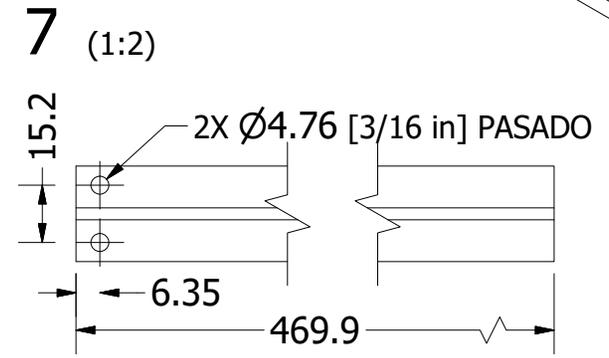
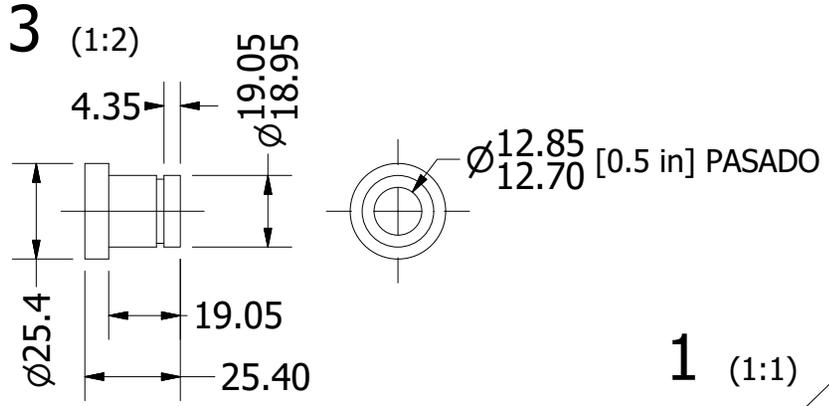
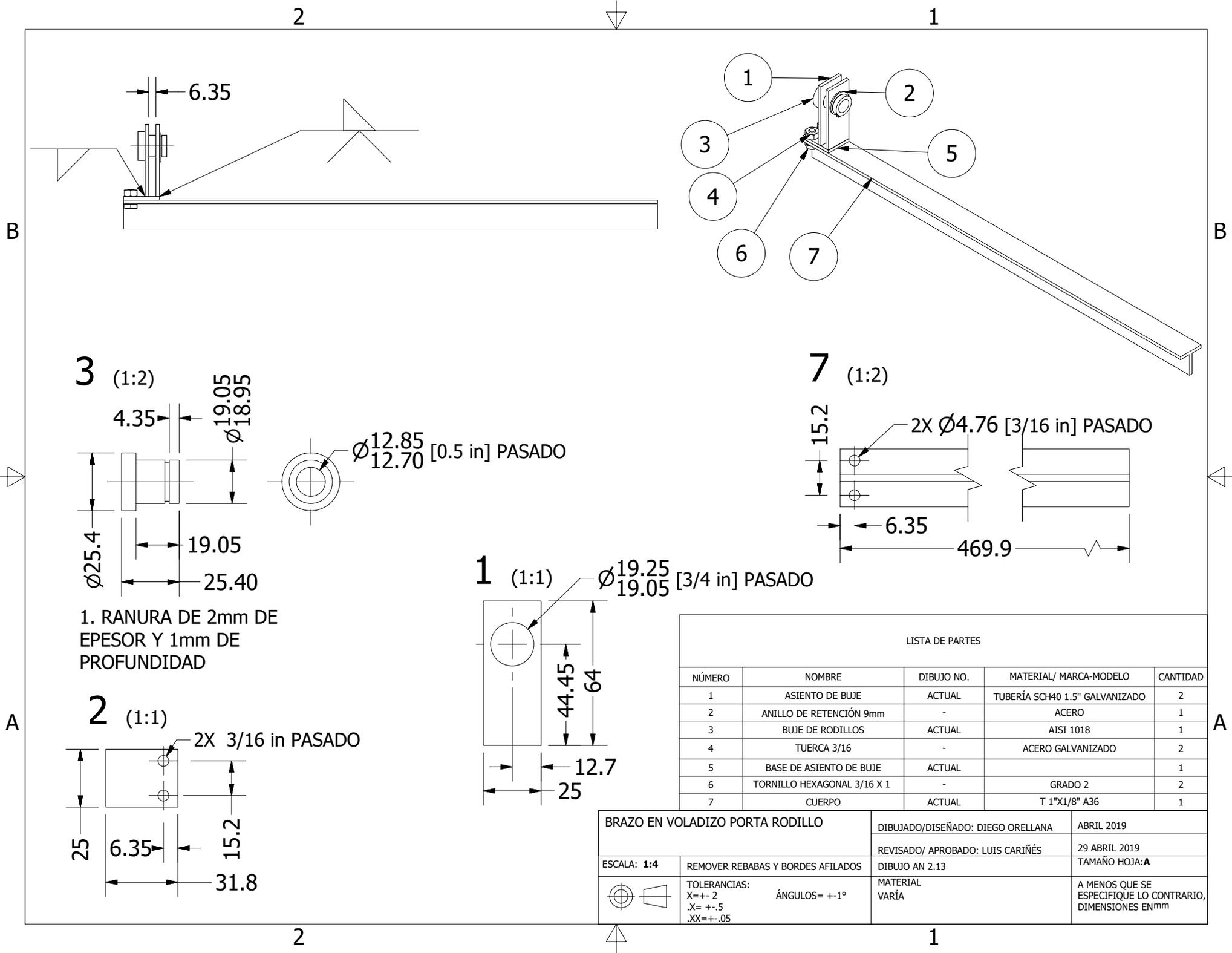
37.9
 38.3

76.5

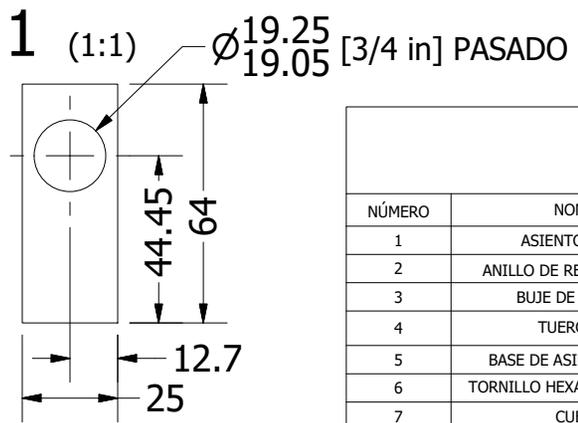
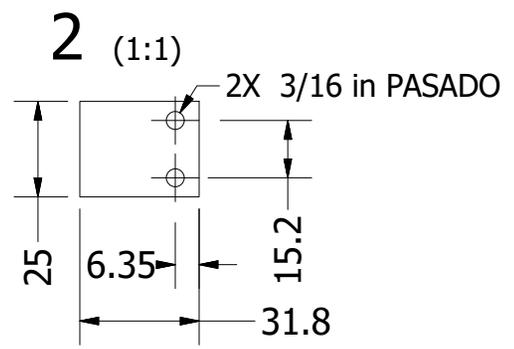
50.8 [2 in]



MARCO LADO RODILLOS [PUNTO DE CARGA]		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	19 ABRIL 2019
ESCALA: 1:4	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.12	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL COSTANERA 6"X2"X1.8mm	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm

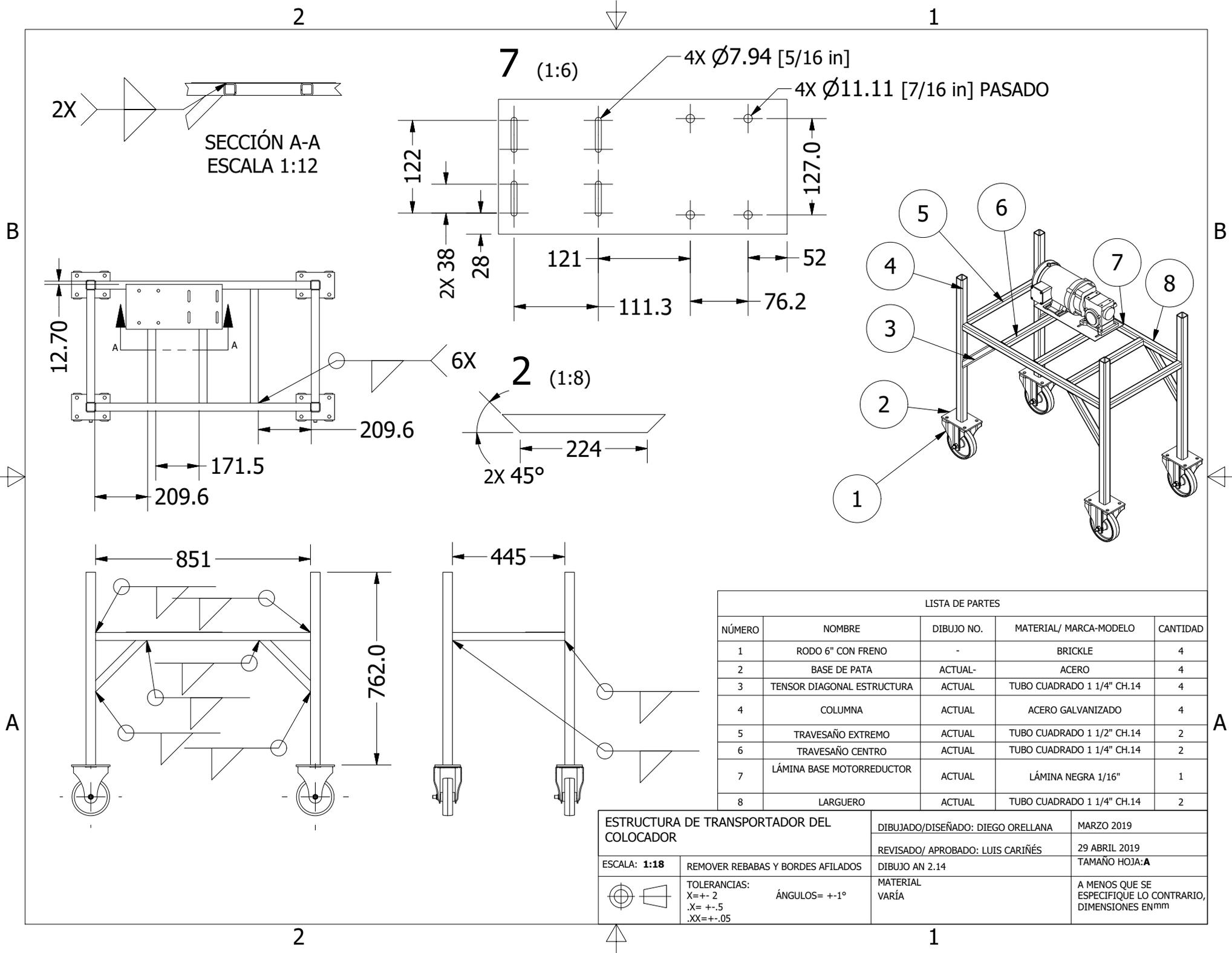


1. RANURA DE 2mm DE EPESOR Y 1mm DE PROFUNDIDAD



LISTA DE PARTES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	ASIENTO DE BUJE	ACTUAL	TUBERÍA SCH40 1.5" GALVANIZADO	2
2	ANILLO DE RETENCIÓN 9mm	-	ACERO	1
3	BUJE DE RODILLOS	ACTUAL	AISI 1018	1
4	TUERCA 3/16	-	ACERO GALVANIZADO	2
5	BASE DE ASIENTO DE BUJE	ACTUAL		1
6	TORNILLO HEXAGONAL 3/16 X 1	-	GRADO 2	2
7	CUERPO	ACTUAL	T 1"X1/8" A36	1

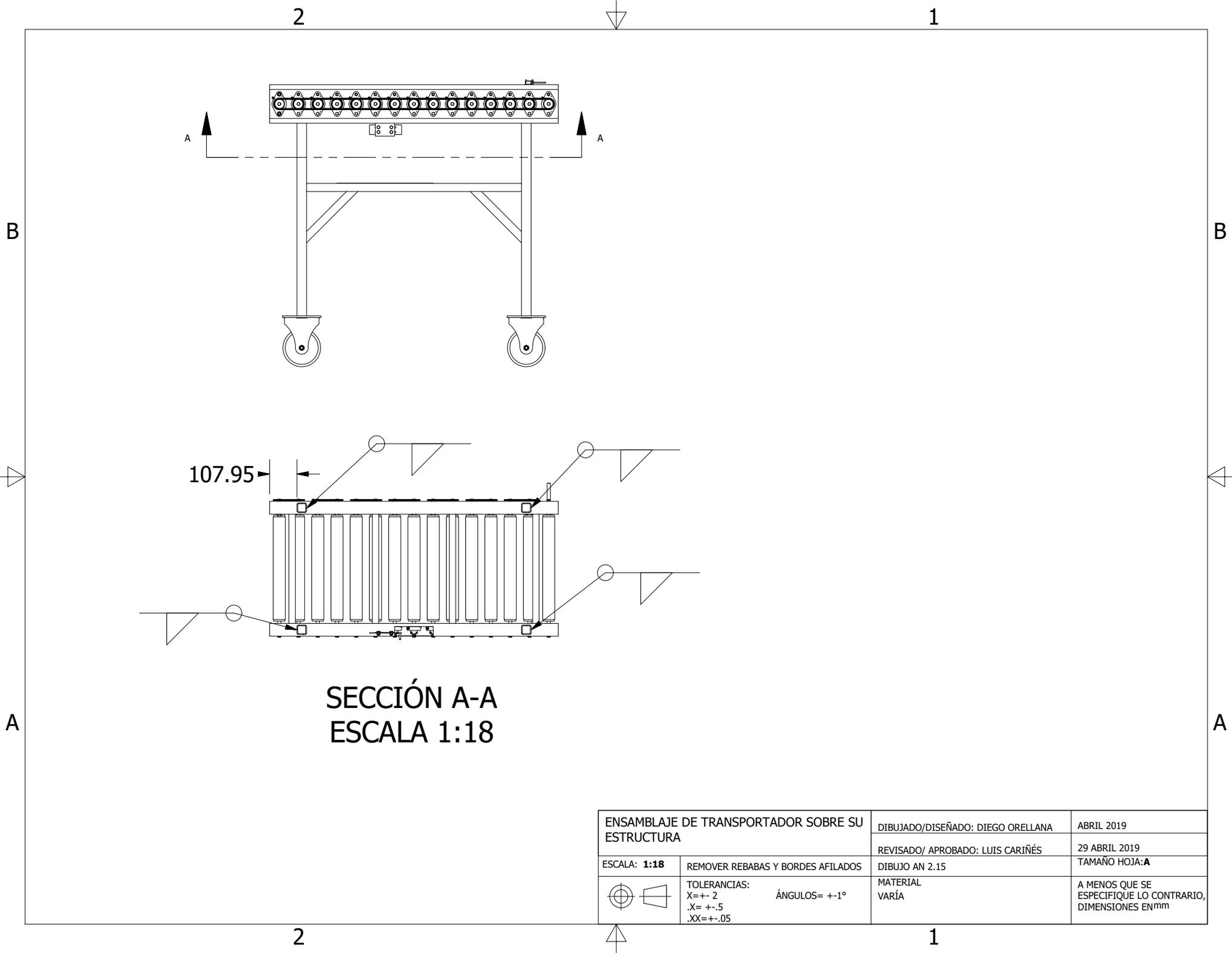
BRAZO EN VOLADIZO PORTA RODILLO		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS		DIBUJO AN 2.13	TAMAÑO HOJA: A
ESCALA: 1:4	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm
TOLERANCIAS: X=+- .2 ÁNGULOS= +-1° .X=+- .5 .XX=+- .05			



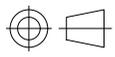
LISTA DE PARTES

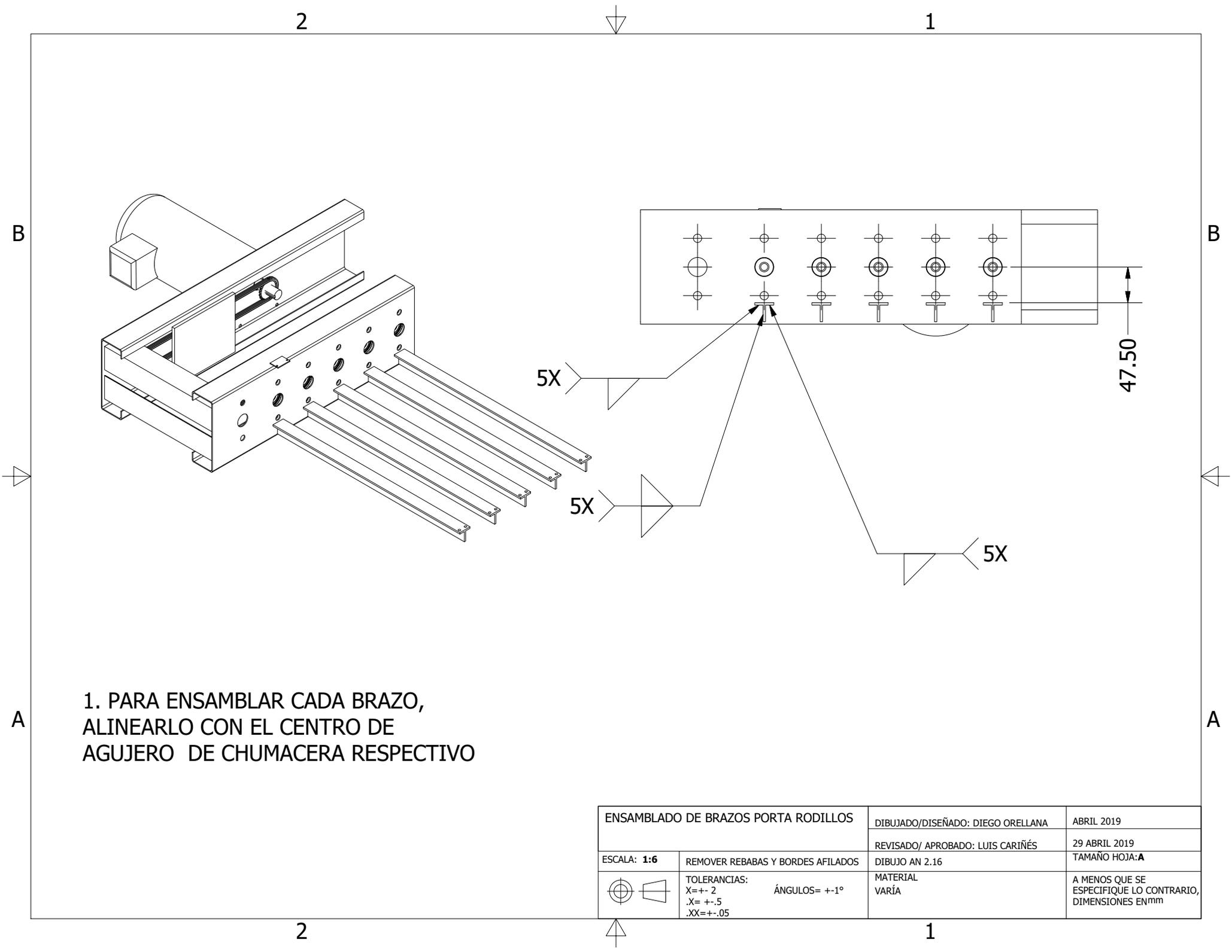
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	RODO 6" CON FRENO	-	BRICKLE	4
2	BASE DE PATA	ACTUAL-	ACERO	4
3	TENSOR DIAGONAL ESTRUCTURA	ACTUAL	TUBO CUADRADO 1 1/4" CH.14	4
4	COLUMNA	ACTUAL	ACERO GALVANIZADO	4
5	TRAVESAÑO EXTREMO	ACTUAL	TUBO CUADRADO 1 1/2" CH.14	2
6	TRAVESAÑO CENTRO	ACTUAL	TUBO CUADRADO 1 1/4" CH.14	2
7	LÁMINA BASE MOTORREDUCTOR	ACTUAL	LÁMINA NEGRA 1/16"	1
8	LARGUERO	ACTUAL	TUBO CUADRADO 1 1/4" CH.14	2

ESTRUCTURA DE TRANSPORTADOR DEL COLOCADOR		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	MARZO 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:18	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.14	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 .X=+- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1°	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



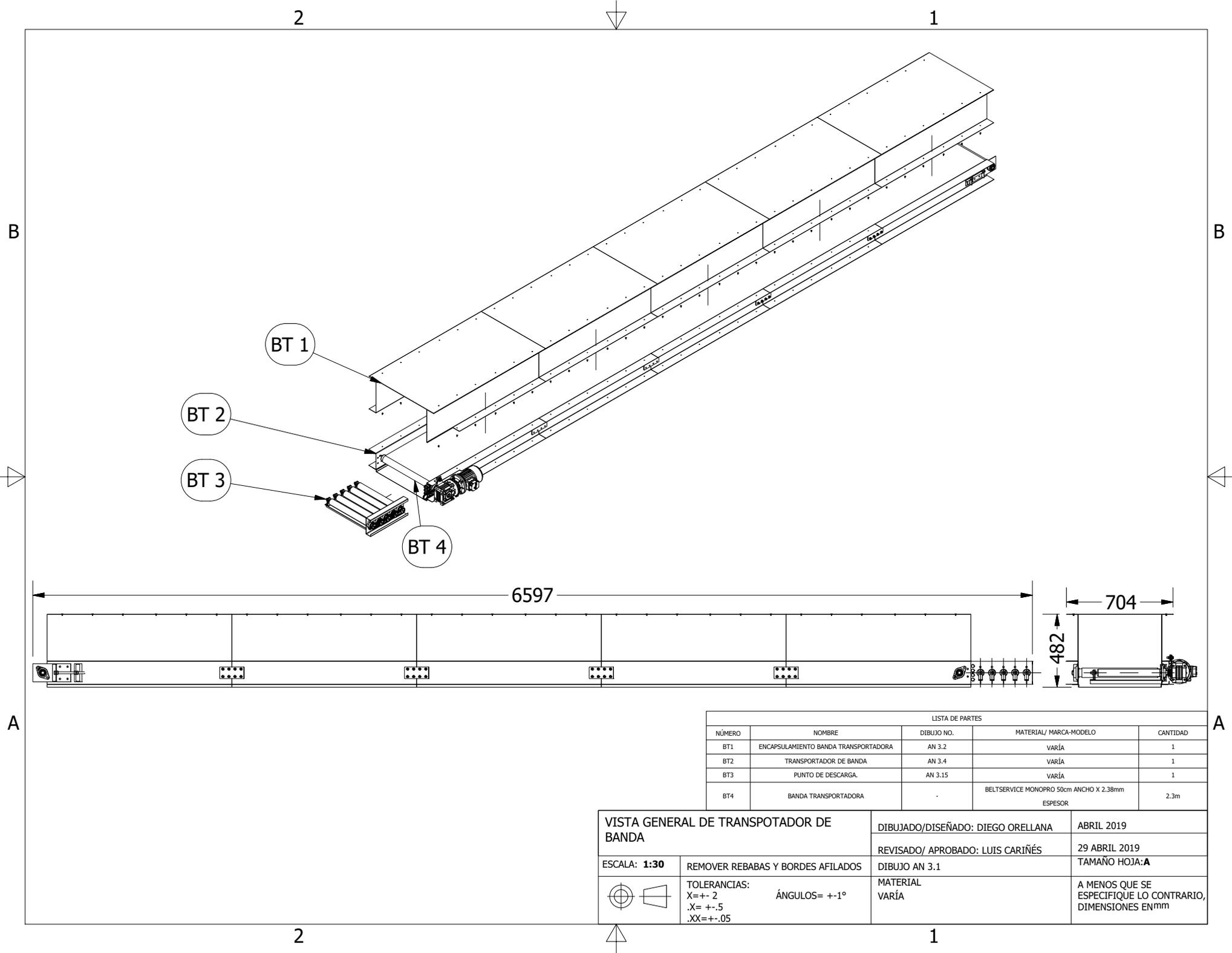
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:18

ENSAMBLAJE DE TRANSPORTADOR SOBRE SU ESTRUCTURA		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:18	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.15	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm

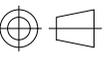


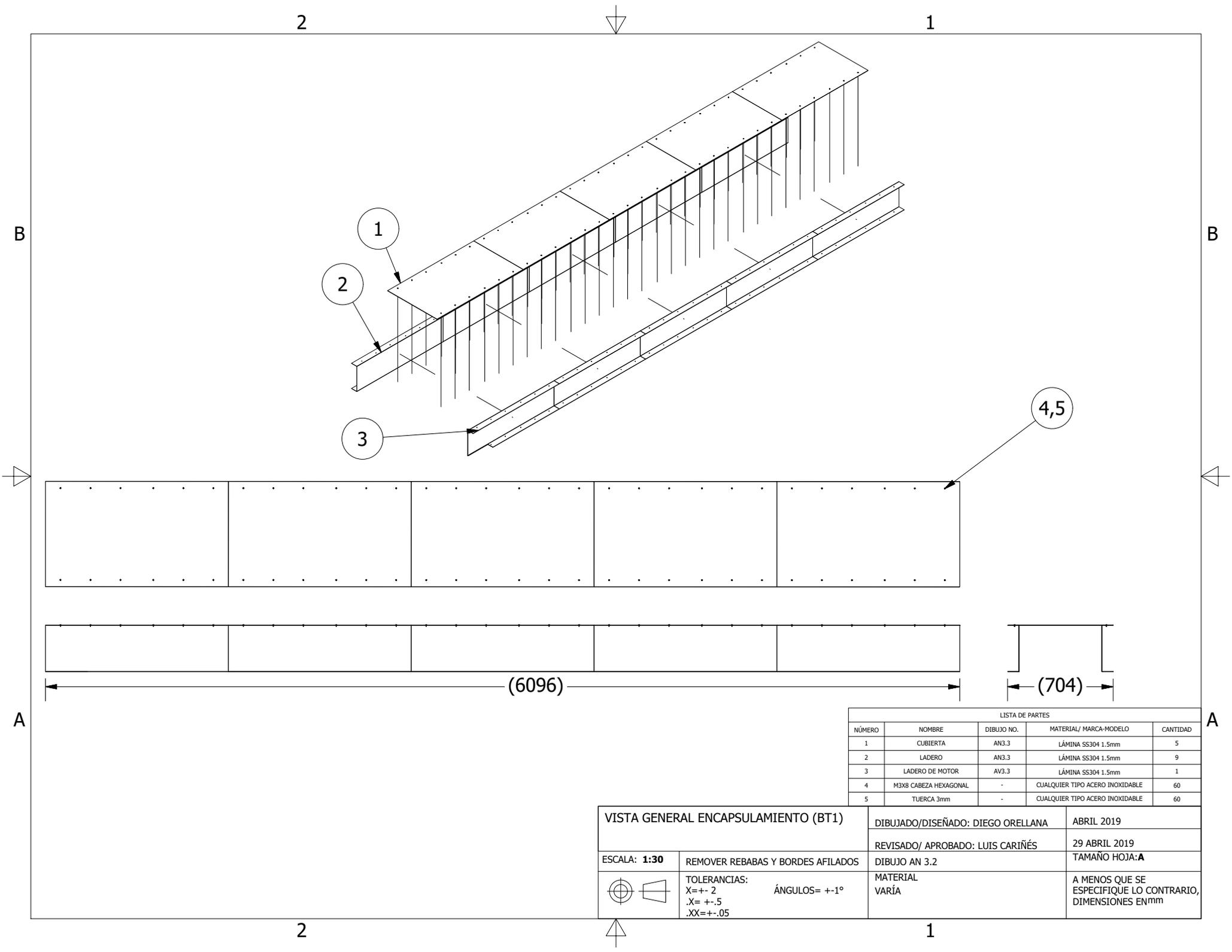
1. PARA ENSAMBLAR CADA BRAZO,
 ALINEARLO CON EL CENTRO DE
 AGUJERO DE CHUMACERA RESPECTIVO

ENSAMBLADO DE BRAZOS PORTA RODILLOS		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:6	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 2.16	TAMAÑO HOJA: A
 	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



LISTA DE PARTES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
BT1	ENCAPSULAMIENTO BANDA TRANSPORTADORA	AN 3.2	VARÍA	1
BT2	TRANSPORTADOR DE BANDA	AN 3.4	VARÍA	1
BT3	PUNTO DE DESCARGA	AN 3.15	VARÍA	1
BT4	BANDA TRANSPORTADORA	-	BELTSERVICE MONOPRO 50cm ANCHO X 2.38mm ESPESOR	2.3m

VISTA GENERAL DE TRANSPORTADOR DE BANDA		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
ESCALA: 1:30		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS		DIBUJO AN 3.1	TAMAÑO HOJA: A
 TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X=+- .5 .XX=+- .05		MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



2

1

B

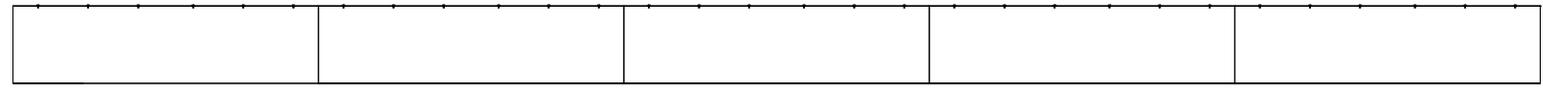
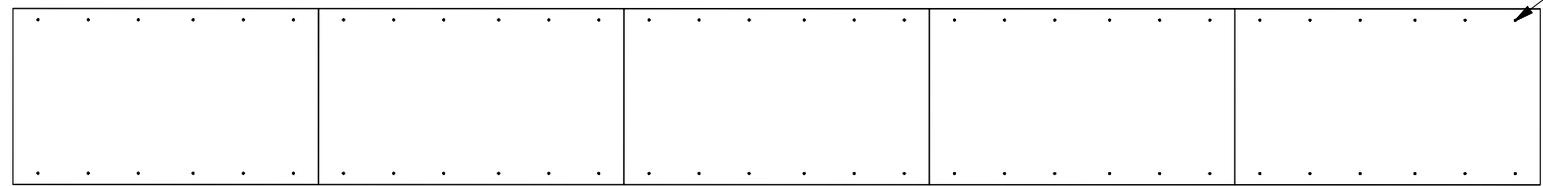
B

1

2

3

4,5



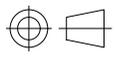
(6096)

(704)

A

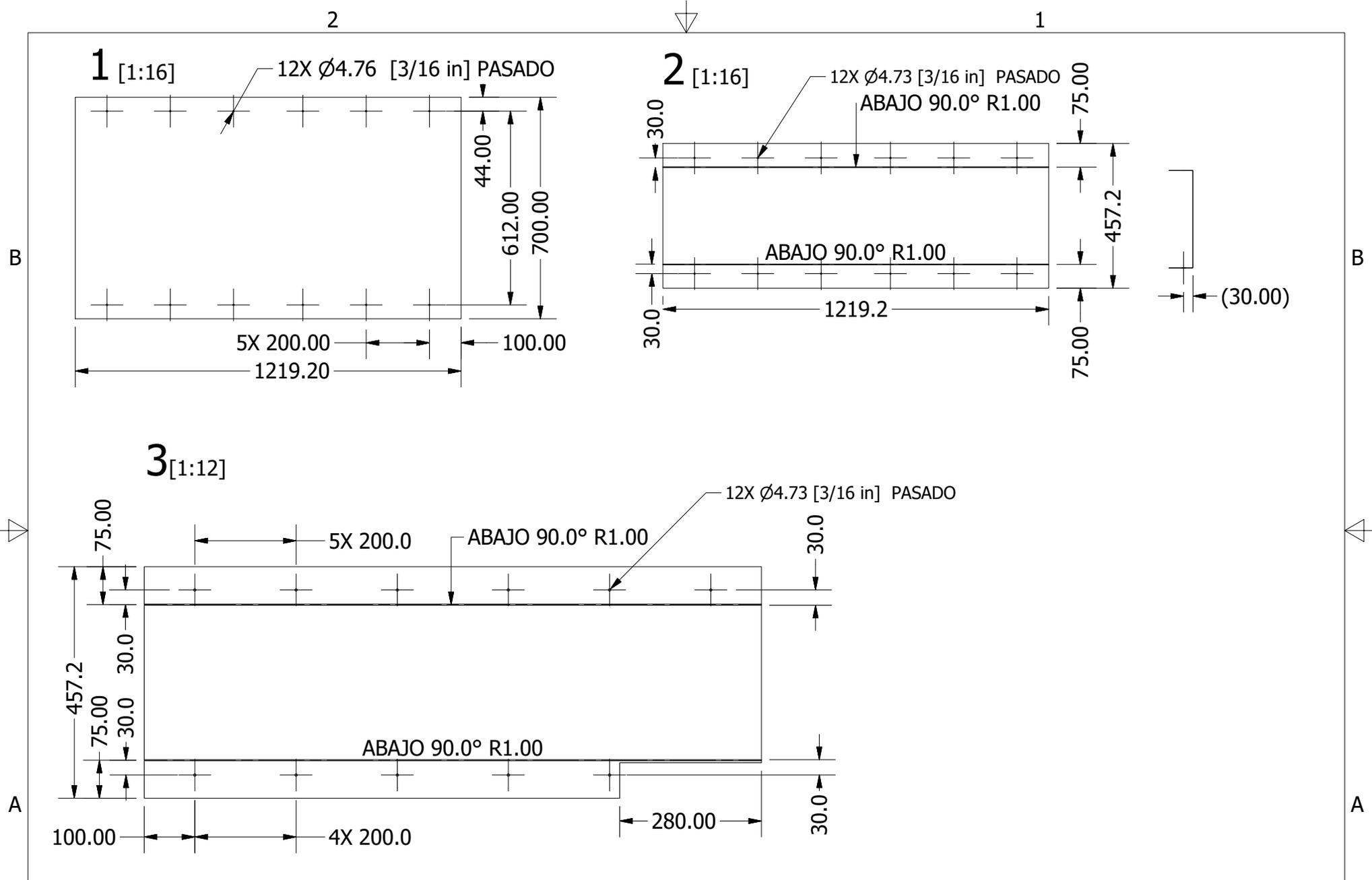
A

LISTA DE PARTES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	CUBIERTA	AN3.3	LÁMINA SS304 1.5mm	5
2	LADERO	AN3.3	LÁMINA SS304 1.5mm	9
3	LADERO DE MOTOR	AV3.3	LÁMINA SS304 1.5mm	1
4	M3X8 CABEZA HEXAGONAL	-	CUALQUIER TIPO ACERO INOXIDABLE	60
5	TUERCA 3mm	-	CUALQUIER TIPO ACERO INOXIDABLE	60

VISTA GENERAL ENCAPSULAMIENTO (BT1)		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
ESCALA: 1:30		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS		DIBUJO AN 3.2	TAMAÑO HOJA: A
 TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05		MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm

2

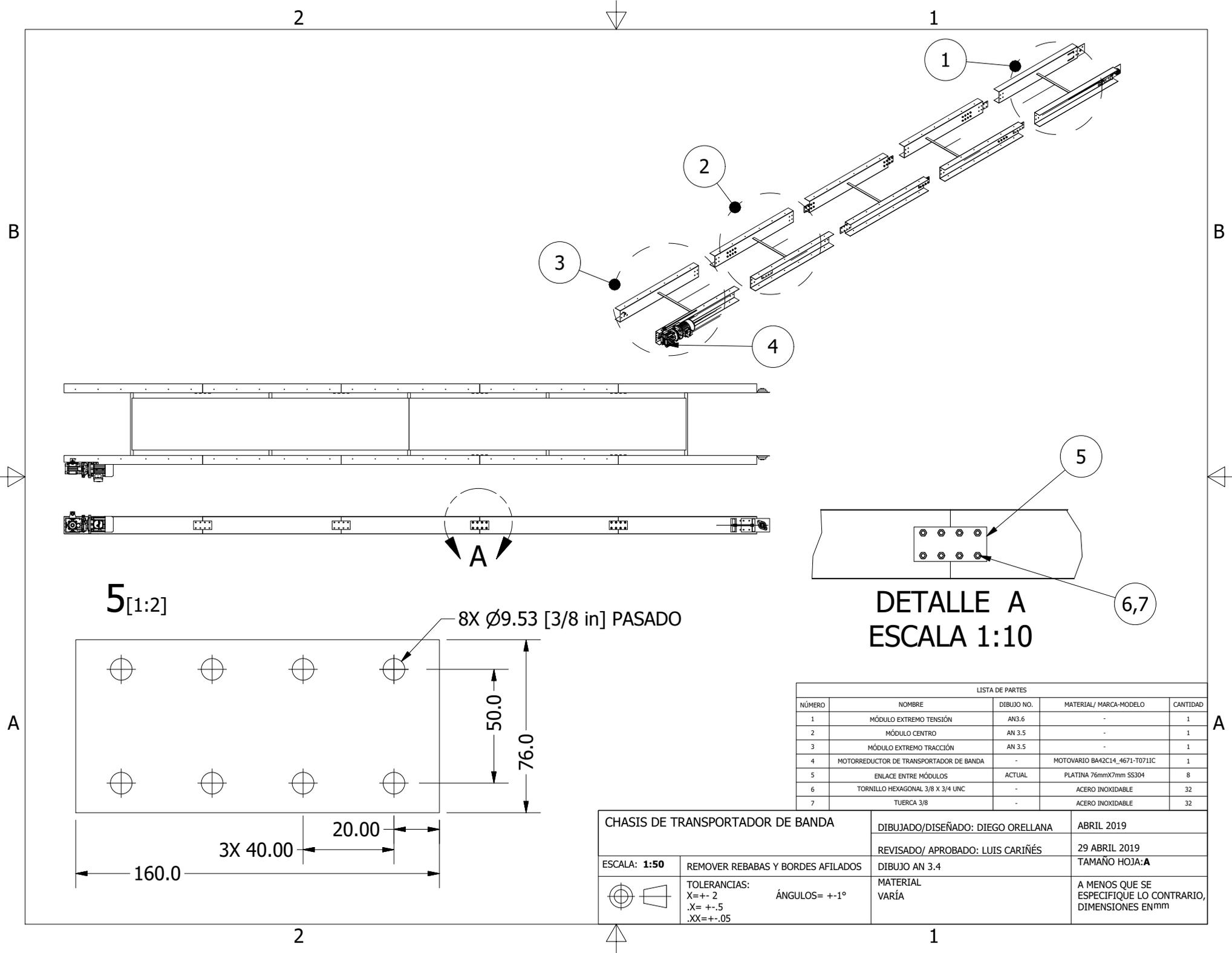
1



1. LOS AGUJEROS SE COLOCAN A UNA DISTANCIA RESPECTO A LA EXTENCIÓN DE DOBLEZ.

2. NOMBRES Y DETALLES EN DIBUJO

PIEZAS DE ENCAPSULAMIENTO		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:16	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 3.3	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 .X=+- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1°	MATERIAL LÁMINA SS304 1/8"
			A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



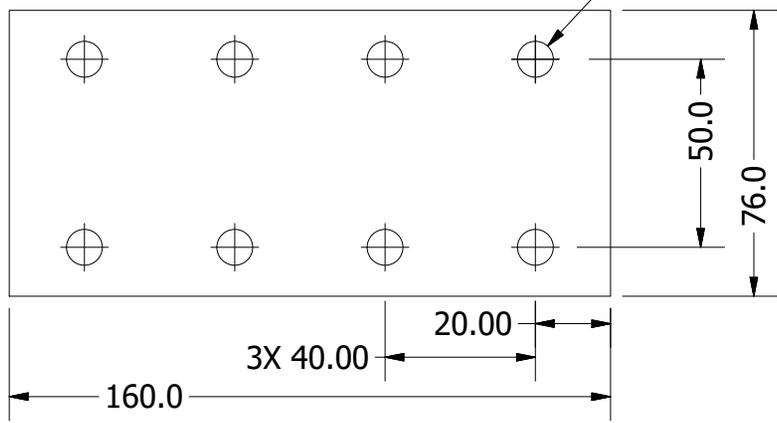
**DETALLE A
ESCALA 1:10**

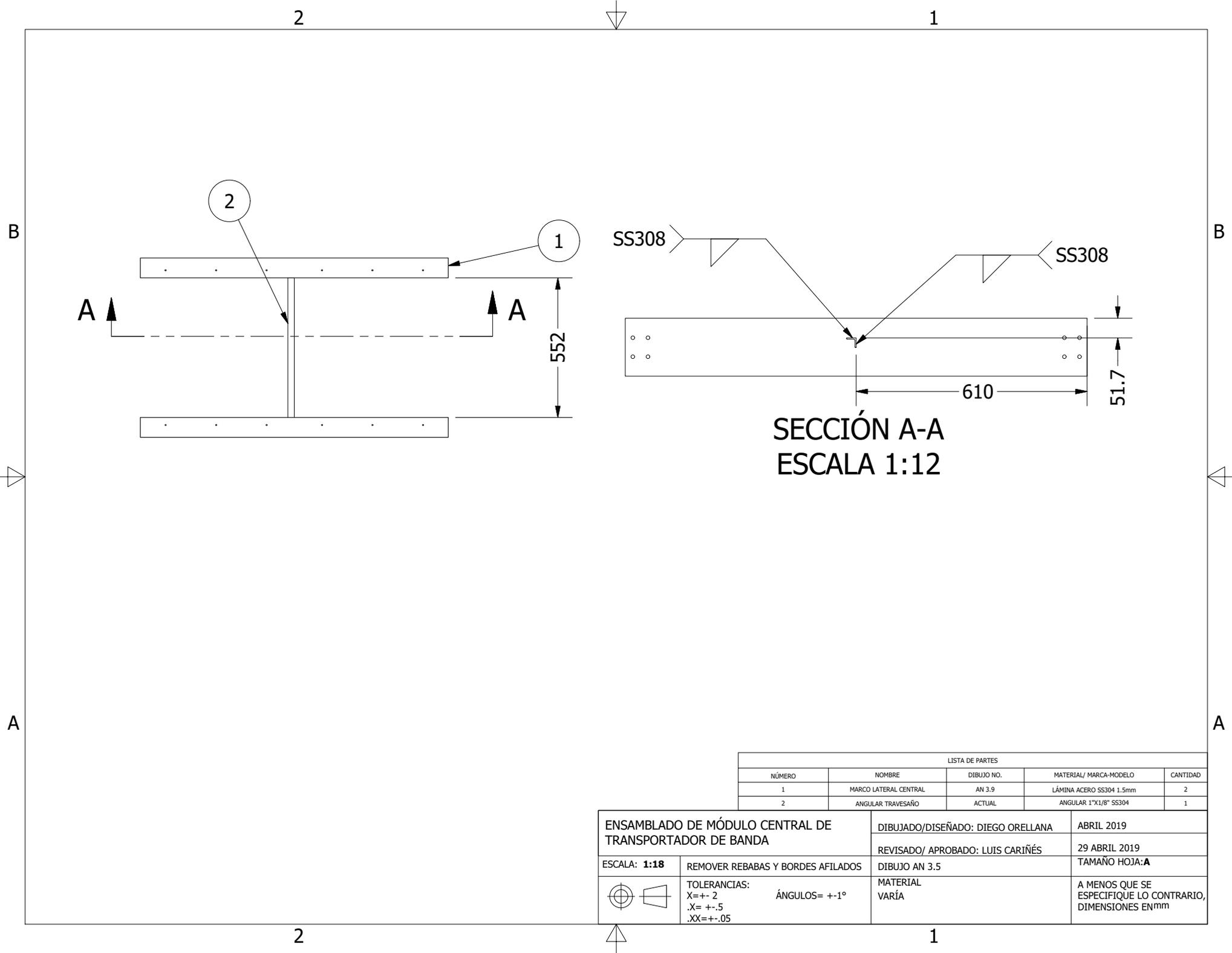
LISTA DE PARTES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	MÓDULO EXTREMO TENSION	AN3.6	-	1
2	MÓDULO CENTRO	AN 3.5	-	1
3	MÓDULO EXTREMO TRACCION	AN 3.5	-	1
4	MOTORREDUCTOR DE TRANSPORTADOR DE BANDA	-	MOTOVARIO BA42C14_4671-T0711C	1
5	ENLACE ENTRE MÓDULOS	ACTUAL	PLATINA 76mmX7mm S5304	8
6	TORNILLO HEXAGONAL 3/8 X 3/4 UNC	-	ACERO INOXIDABLE	32
7	TUERCA 3/8	-	ACERO INOXIDABLE	32

CHASIS DE TRANSPORTADOR DE BANDA		DIBUJADO/DISEÑO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS		DIBUJO AN 3.4	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:50	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	MATERIAL VARÍA	TAMAÑO HOJA: A
 TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05			A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm

5_[1:2]

8X Ø9.53 [3/8 in] PASADO

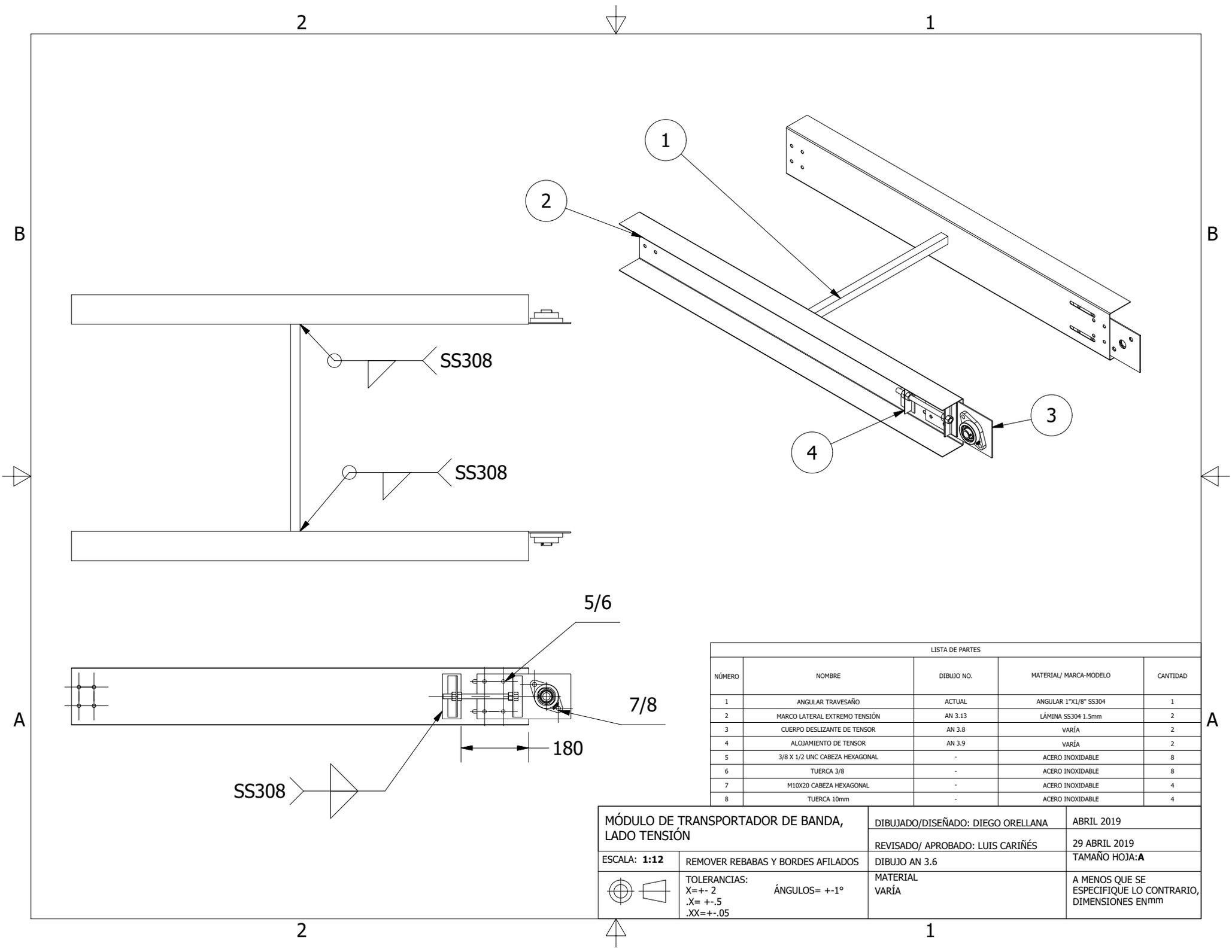




SECCIÓN A-A
ESCALA 1:12

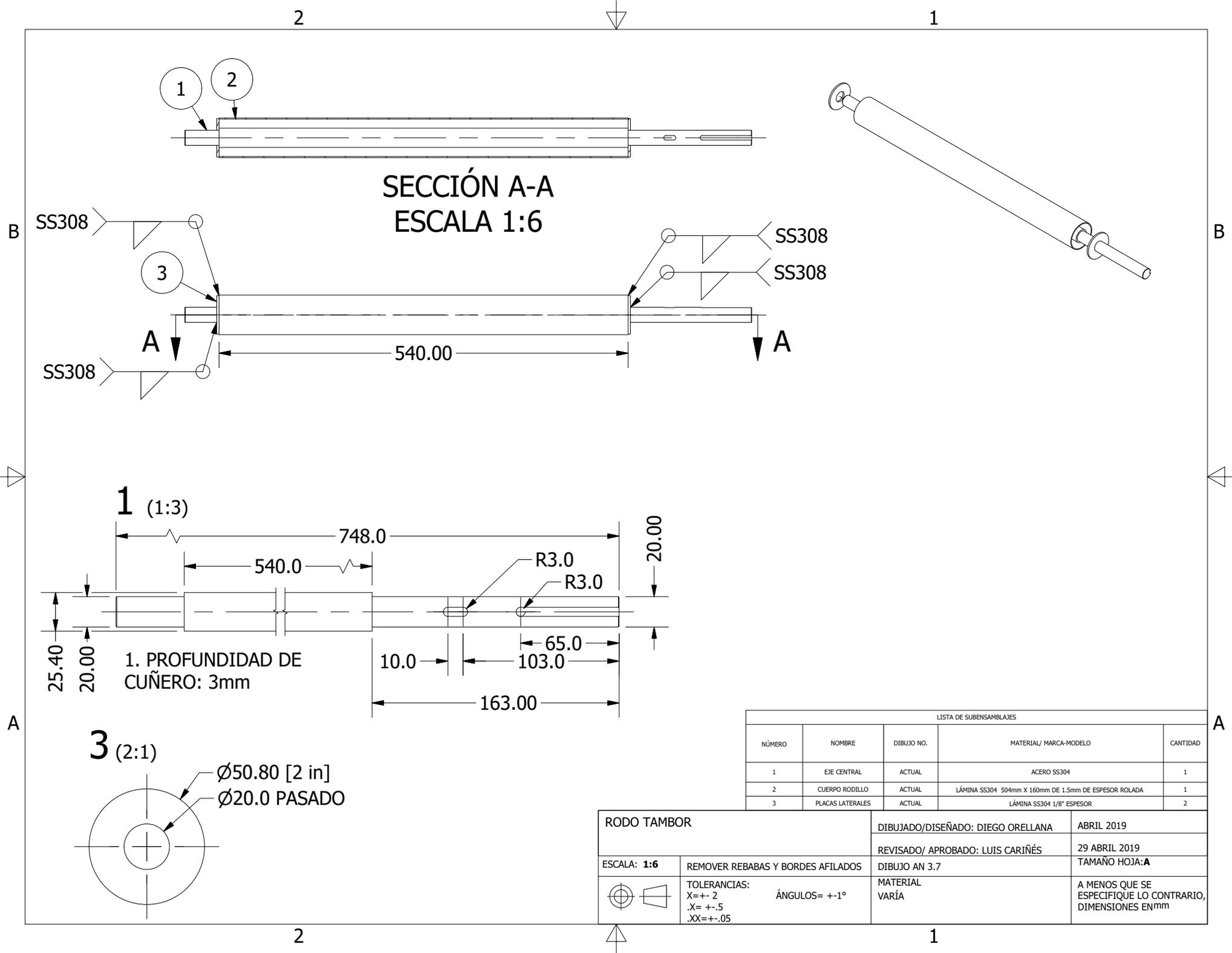
LISTA DE PARTES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	MARCO LATERAL CENTRAL	AN 3.9	LÁMINA ACERO SS304 1.5mm	2
2	ANGULAR TRAVESAÑO	ACTUAL	ANGULAR 1"x1/8" SS304	1

ENSAMBLADO DE MÓDULO CENTRAL DE TRANSPORTADOR DE BANDA		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA		ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS		29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:18	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 3.5		TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL VARÍA		A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



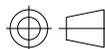
LISTA DE PARTES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	ANGULAR TRAVESAÑO	ACTUAL	ANGULAR 1"X1/8" SS304	1
2	MARCO LATERAL EXTREMO TENSION	AN 3.13	LÁMINA SS304 1.5mm	2
3	CUERPO DESLIZANTE DE TENSOR	AN 3.8	VARÍA	2
4	ALOJAMIENTO DE TENSOR	AN 3.9	VARÍA	2
5	3/8 X 1/2 UNC CABEZA HEXAGONAL	-	ACERO INOXIDABLE	8
6	TUERCA 3/8	-	ACERO INOXIDABLE	8
7	M10X20 CABEZA HEXAGONAL	-	ACERO INOXIDABLE	4
8	TUERCA 10mm	-	ACERO INOXIDABLE	4

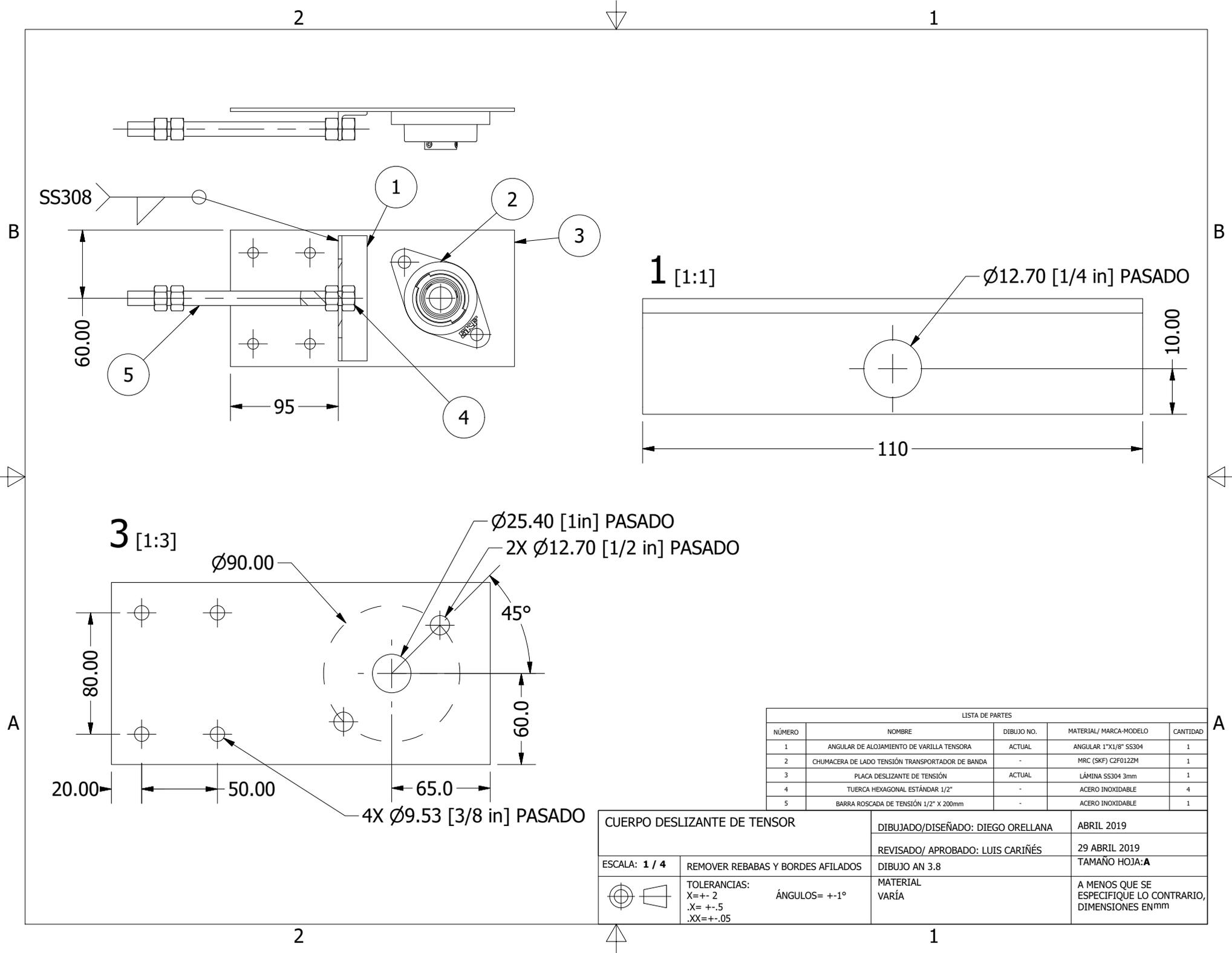
MÓDULO DE TRANSPORTADOR DE BANDA, LADO TENSION		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
ESCALA: 1:12		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS		DIBUJO AN 3.6	TAMAÑO HOJA: A
TOLERANCIAS: X=+- .2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05		MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



LISTA DE SUBENSAMBLAJES

NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	EJE CENTRAL	ACTUAL	ACERO SS304	1
2	CUERPO RODILLO	ACTUAL	LÁMINA SS304 504mm X 160mm DE 1.5mm DE ESPESOR ROLADA	1
3	PLACAS LATERALES	ACTUAL	LÁMINA SS304 1/8" ESPESOR	2

RODO TAMBOR		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
ESCALA: 1:6		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS		DIBUJO AN 3.7	TAMAÑO HOJA: A
 TOLERANCIAS: X=+- 2 .X= +- .5 .XX=+- .05		ÁNGULOS= +-1°	MATERIAL VARÍA
		A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm	



SS308

60.00

95

1 [1:1]

Ø12.70 [1/4 in] PASADO

10.00

110

3 [1:3]

Ø25.40 [1in] PASADO

2X Ø12.70 [1/2 in] PASADO

Ø90.00

45°

80.00

60.00

20.00

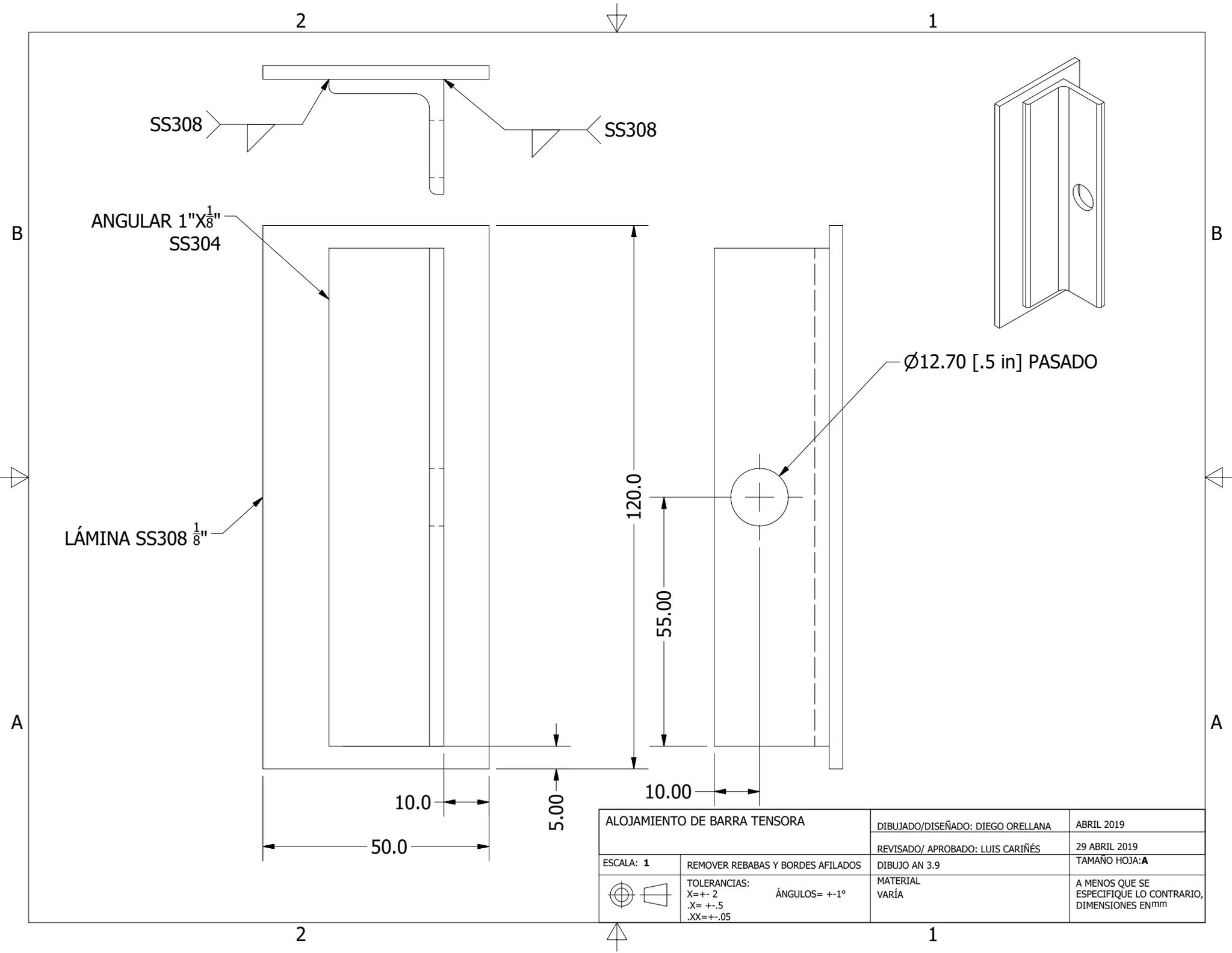
50.00

65.0

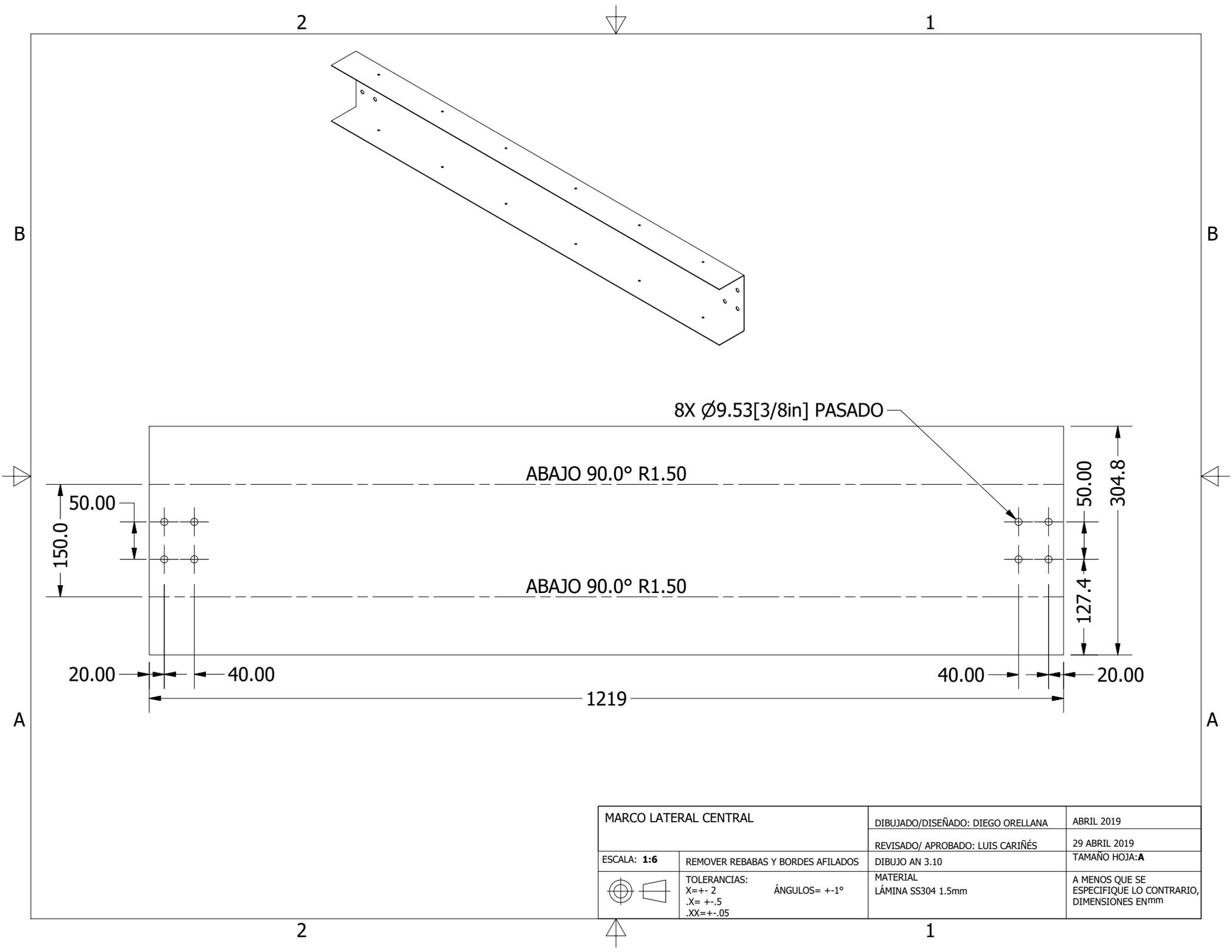
4X Ø9.53 [3/8 in] PASADO

LISTA DE PARTES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	ANGULAR DE ALOJAMIENTO DE VARILLA TENSORA	ACTUAL	ANGULAR 1"X1/8" SS304	1
2	CHUMACERA DE LADO TENSIÓN TRANSPORTADOR DE BANDA	-	MRC (SKF) C2F0122M	1
3	PLACA DESLIZANTE DE TENSIÓN	ACTUAL	LÁMINA SS304 3mm	1
4	TUERCA HEXAGONAL ESTÁNDAR 1/2"	-	ACERO INOXIDABLE	4
5	BARRA ROSCADA DE TENSIÓN 1/2" X 200mm	-	ACERO INOXIDABLE	1

CUERPO DESLIZANTE DE TENSOR		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA		ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS		29 ABRIL 2019
ESCALA: 1 / 4	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 3.8		TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 .X=+- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1°	MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



ALOJAMIENTO DE BARRA TENSORA		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS		DIBUJO AN 3.9	TAMAÑO HOJA: A
ESCALA: 1	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm
 	TOLERANCIAS: X=+- 2 .X= +- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1°	



8X Ø9.53[3/8in] PASADO

ABAJO 90.0° R1.50

ABAJO 90.0° R1.50

1219

50.00

50.00

127.4

304.8

50.00

150.0

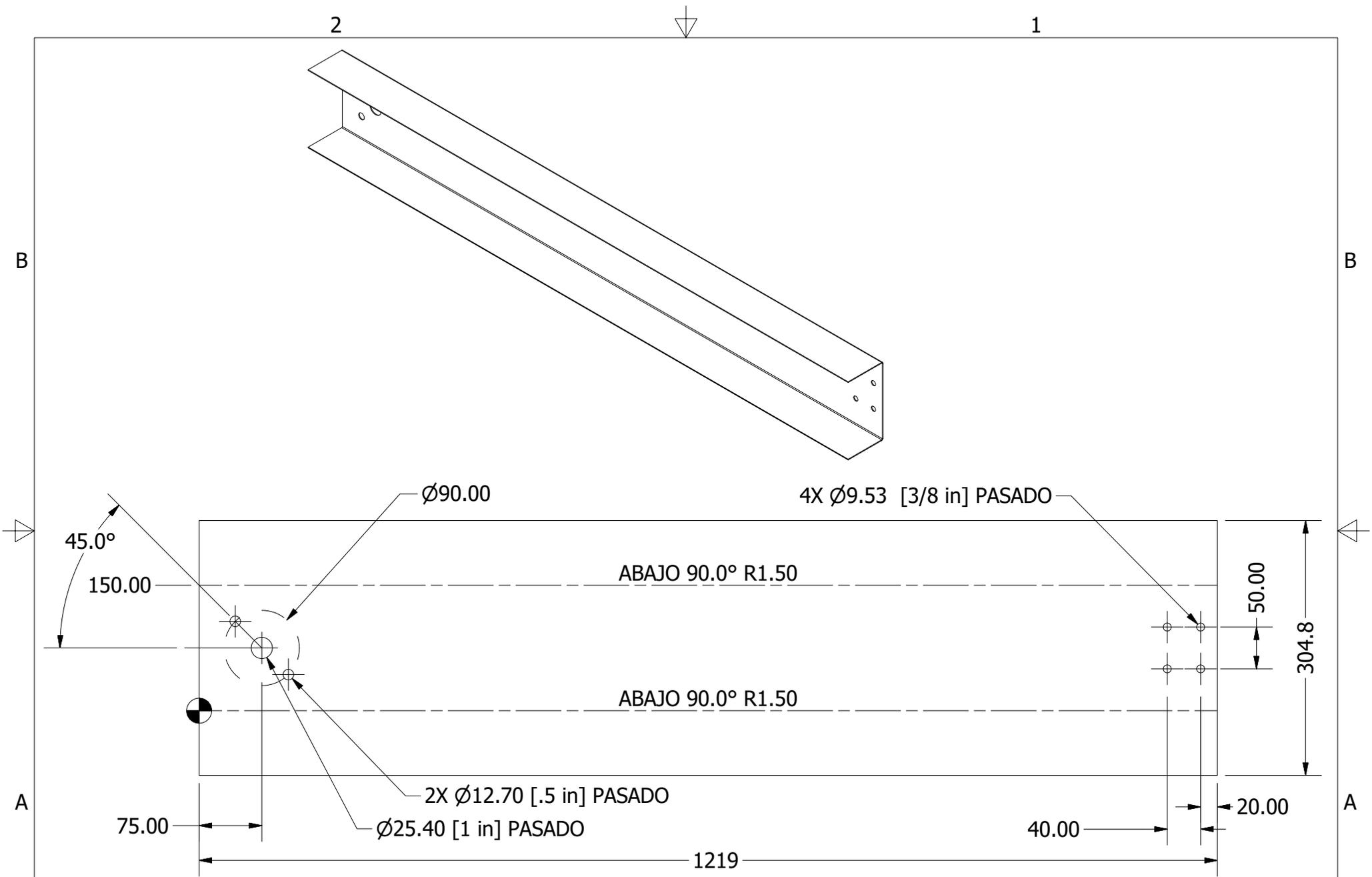
20.00

40.00

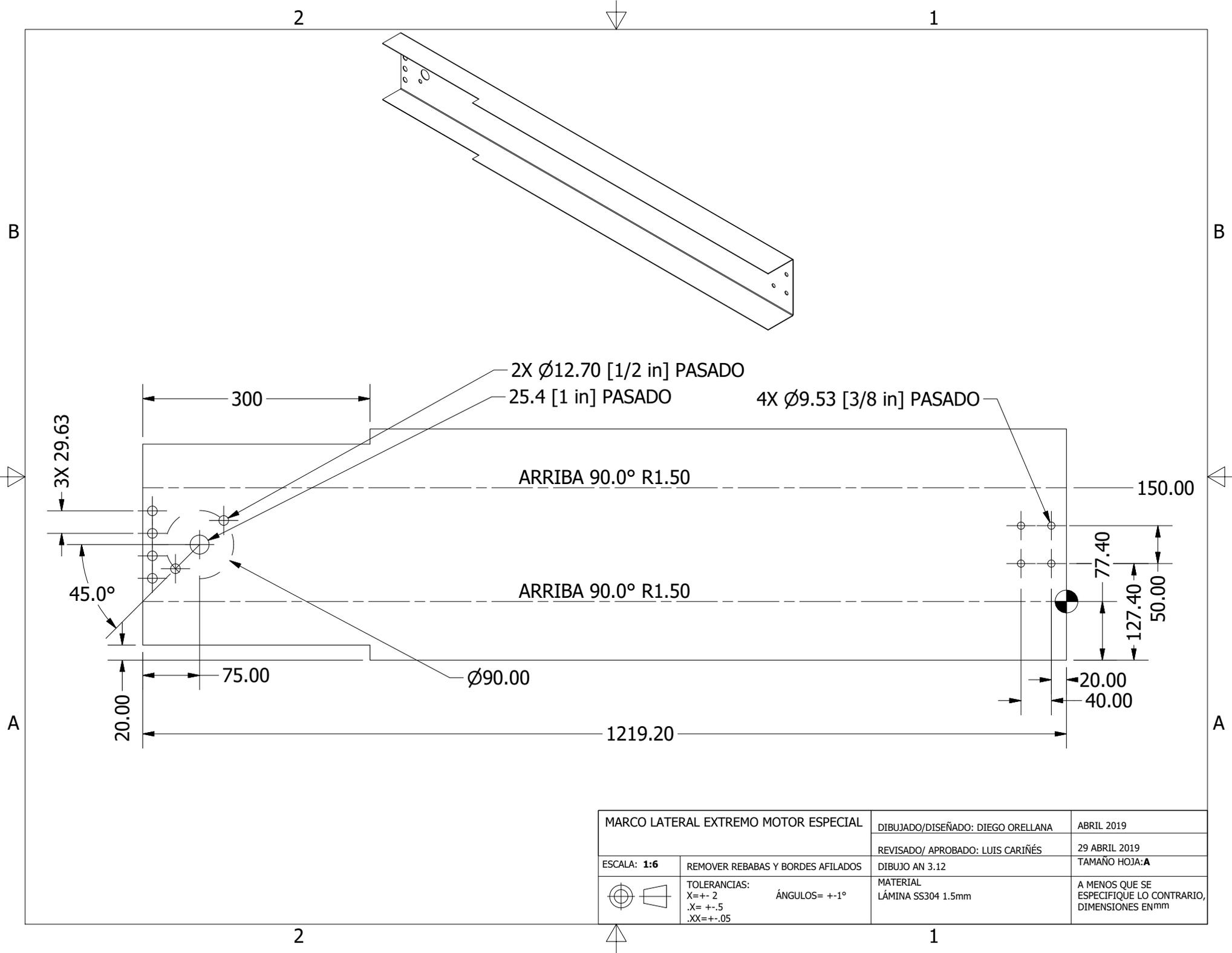
40.00

20.00

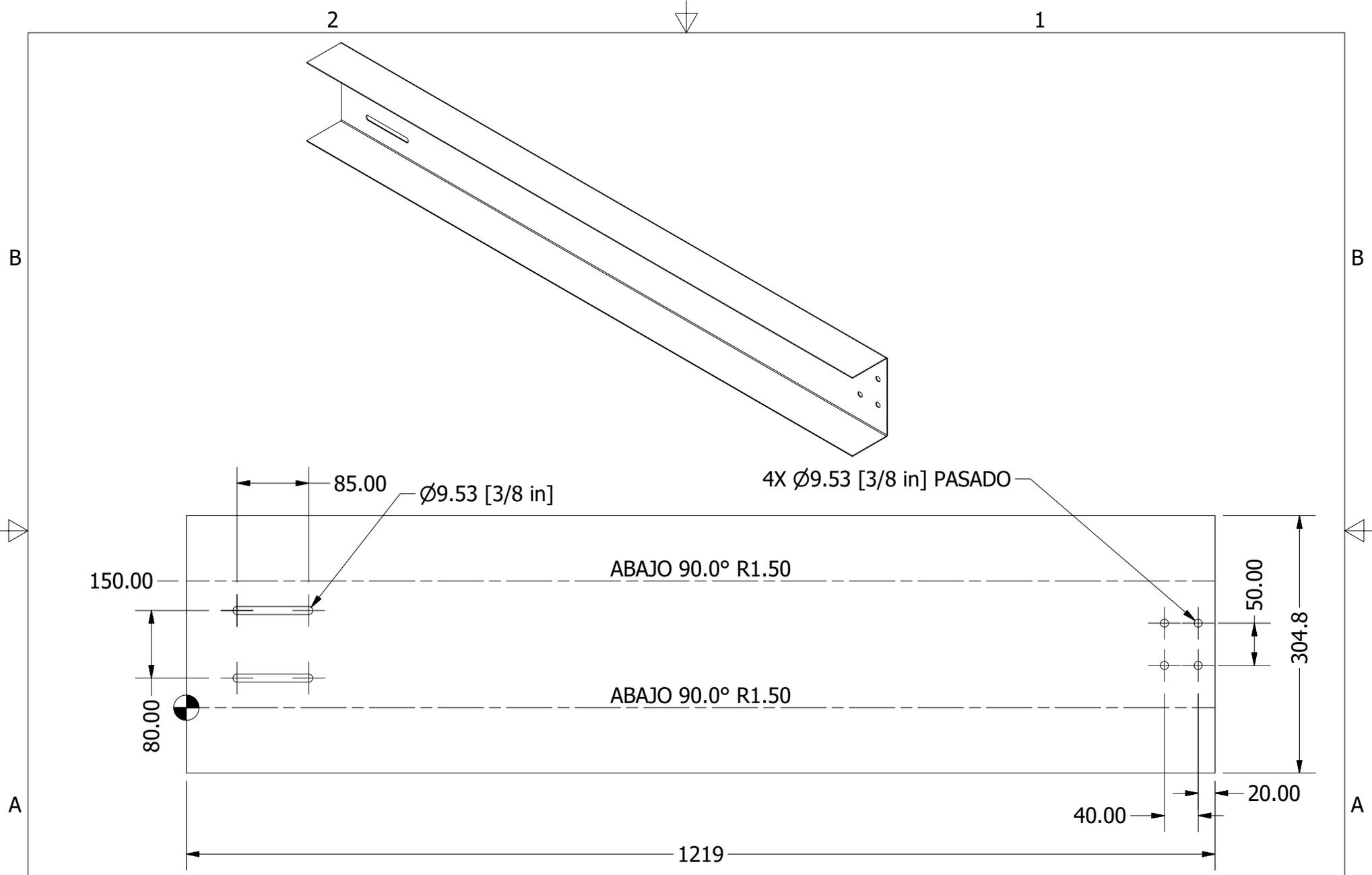
MARCO LATERAL CENTRAL		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:6	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 3.10	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL LÁMINA SS304 1.5mm	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



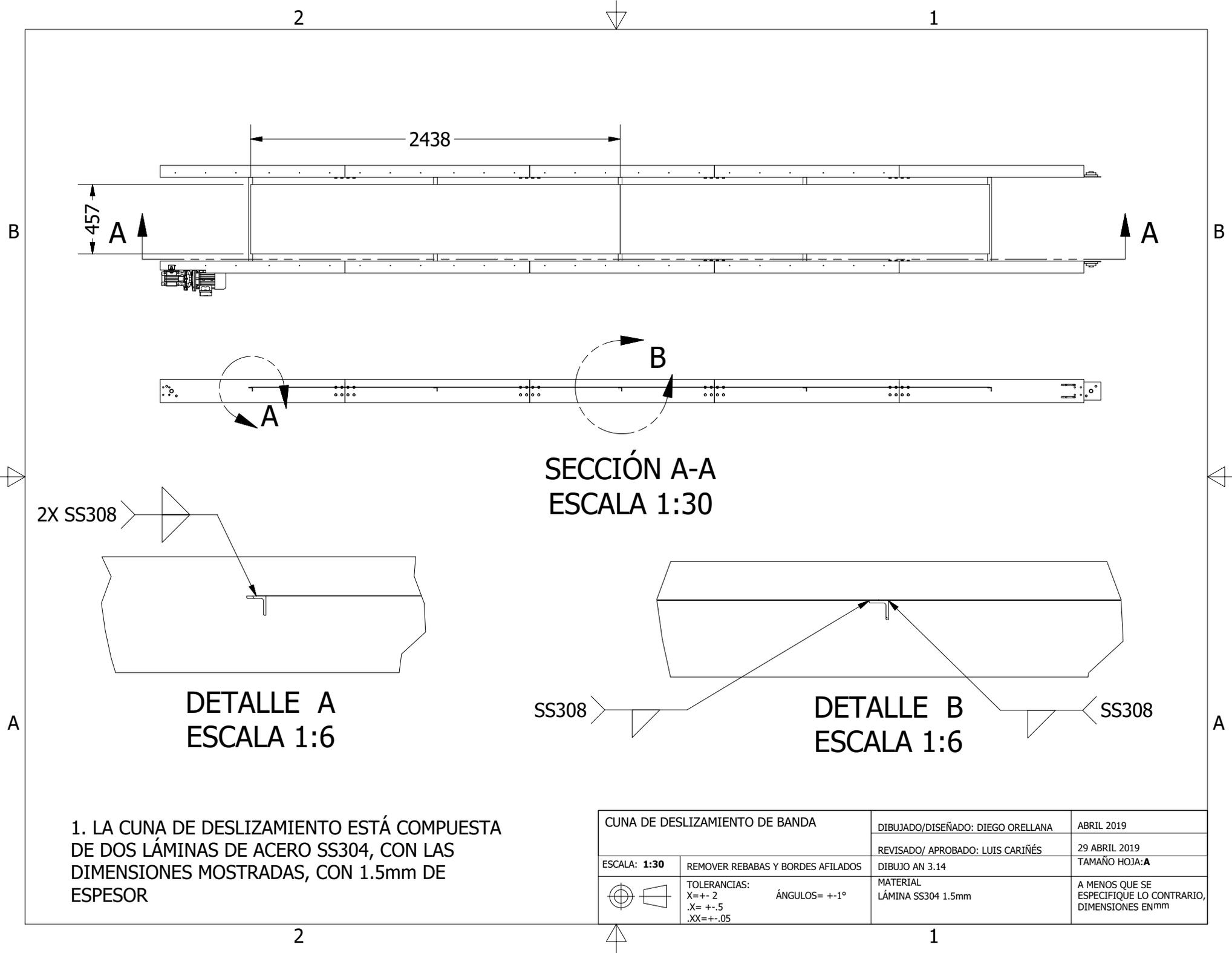
MARCO LATERAL EXTREMO MOTOR		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:6	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 3.11	TAMAÑO HOJA: A
 	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL LÁMINA SS304 1.5mm	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



MARCO LATERAL EXTREMO MOTOR ESPECIAL		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:6	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 3.12	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 .X= +- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1°	MATERIAL LÁMINA SS304 1.5mm
		A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm	



MARCO LATERAL EXTREMO TENSOR		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:6	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 3.13	TAMAÑO HOJA: A
 	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL LÁMINA SS304 1.5mm	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES ENMM



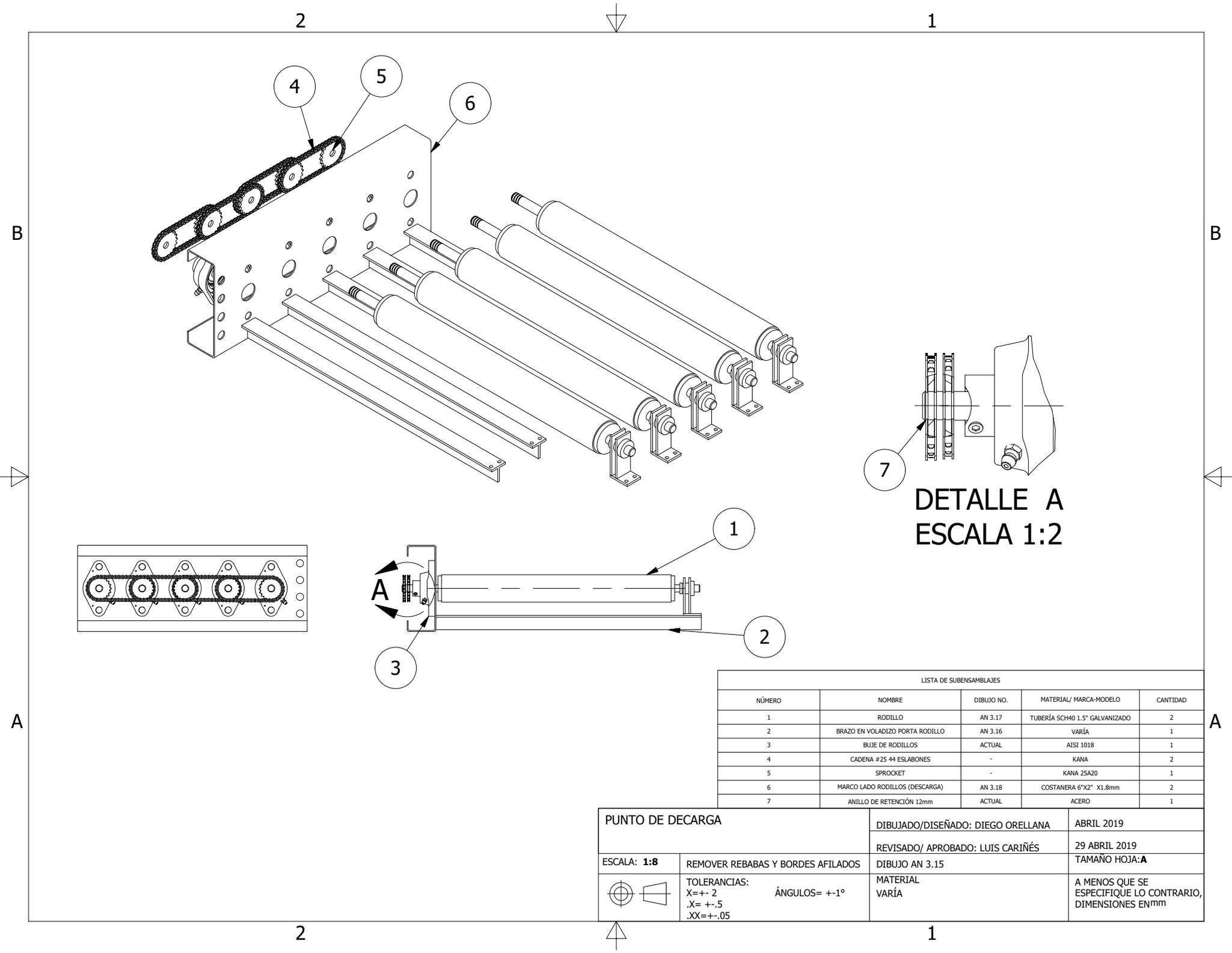
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:30

DETALLE A
ESCALA 1:6

DETALLE B
ESCALA 1:6

1. LA CUNA DE DESLIZAMIENTO ESTÁ COMPUESTA DE DOS LÁMINAS DE ACERO SS304, CON LAS DIMENSIONES MOSTRADAS, CON 1.5mm DE ESPESOR

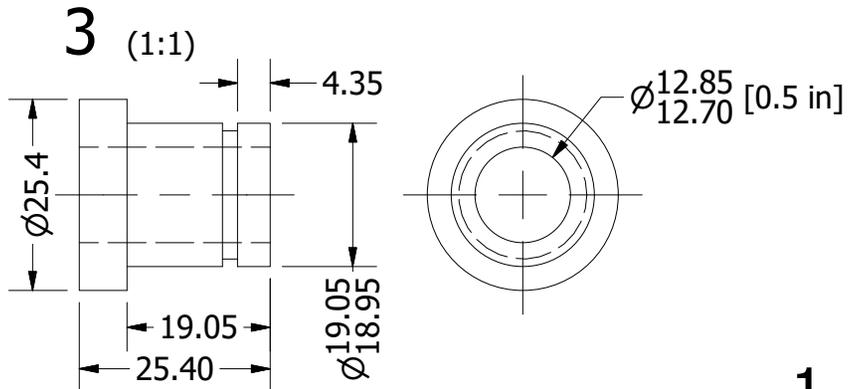
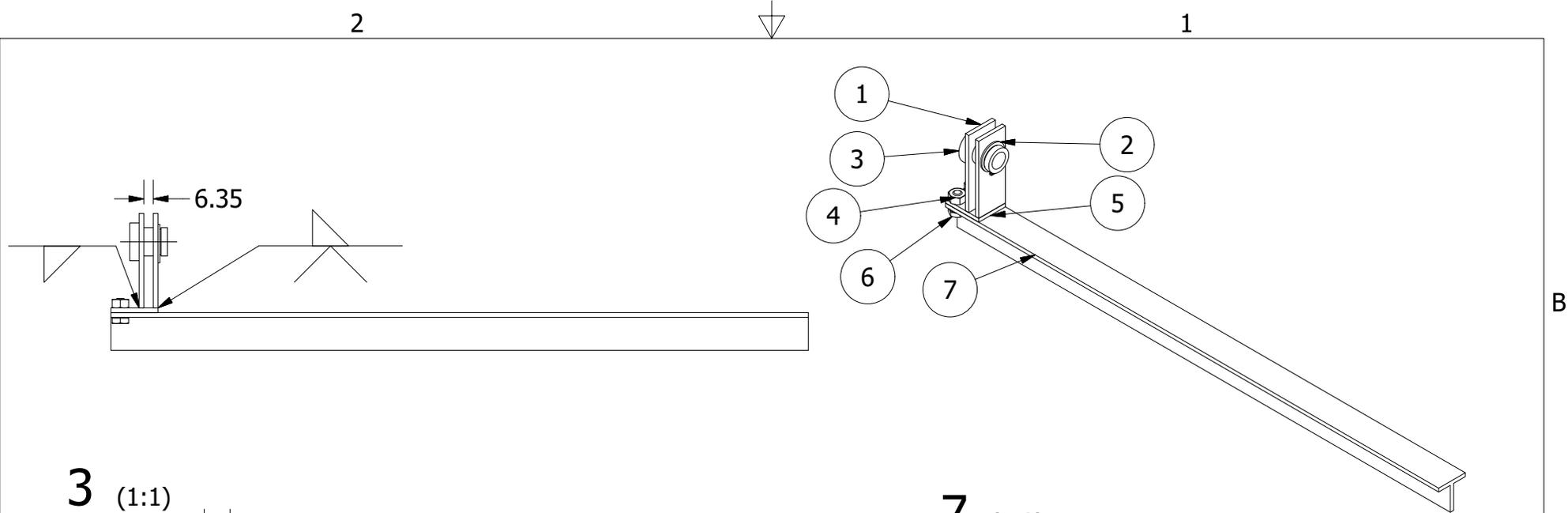
CUNA DE DESLIZAMIENTO DE BANDA		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑES	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:30	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 3.14	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL LÁMINA SS304 1.5mm	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



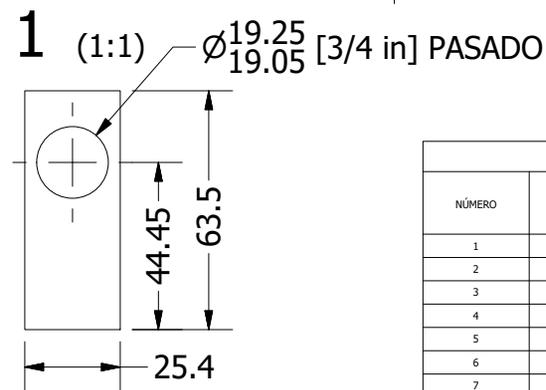
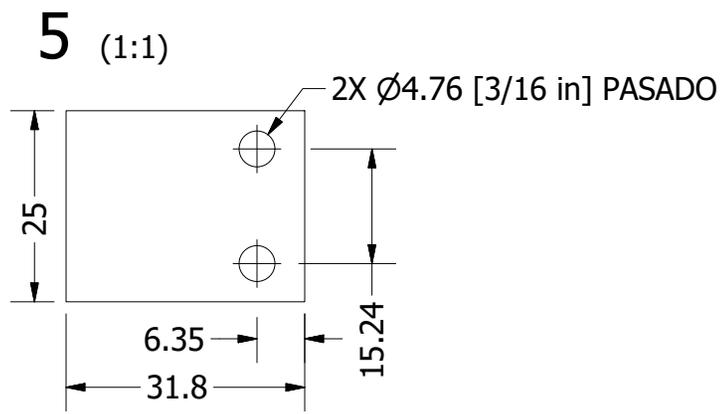
**DETALLE A
ESCALA 1:2**

LISTA DE SUBENSAMBLAJES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL / MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	RODILLO	AN 3.17	TUBERÍA SCH40 1.5" GALVANIZADO	2
2	BRAZO EN VOLADIZO PORTA RODILLO	AN 3.16	VARÍA	1
3	BUJE DE RODILLOS	ACTUAL	AISI 1018	1
4	CADENA #25 44 ESLABONES	-	KANA	2
5	SPROCKET	-	KANA 25A20	1
6	MARCO LADO RODILLOS (DESCARGA)	AN 3.18	COSTANERA 6"X2" X1.8mm	2
7	ANILLO DE RETENCIÓN 12mm	ACTUAL	ACERO	1

PUNTO DE DECARGA		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑES	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:8	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 3.15	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- .2 .X= +- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1° MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm

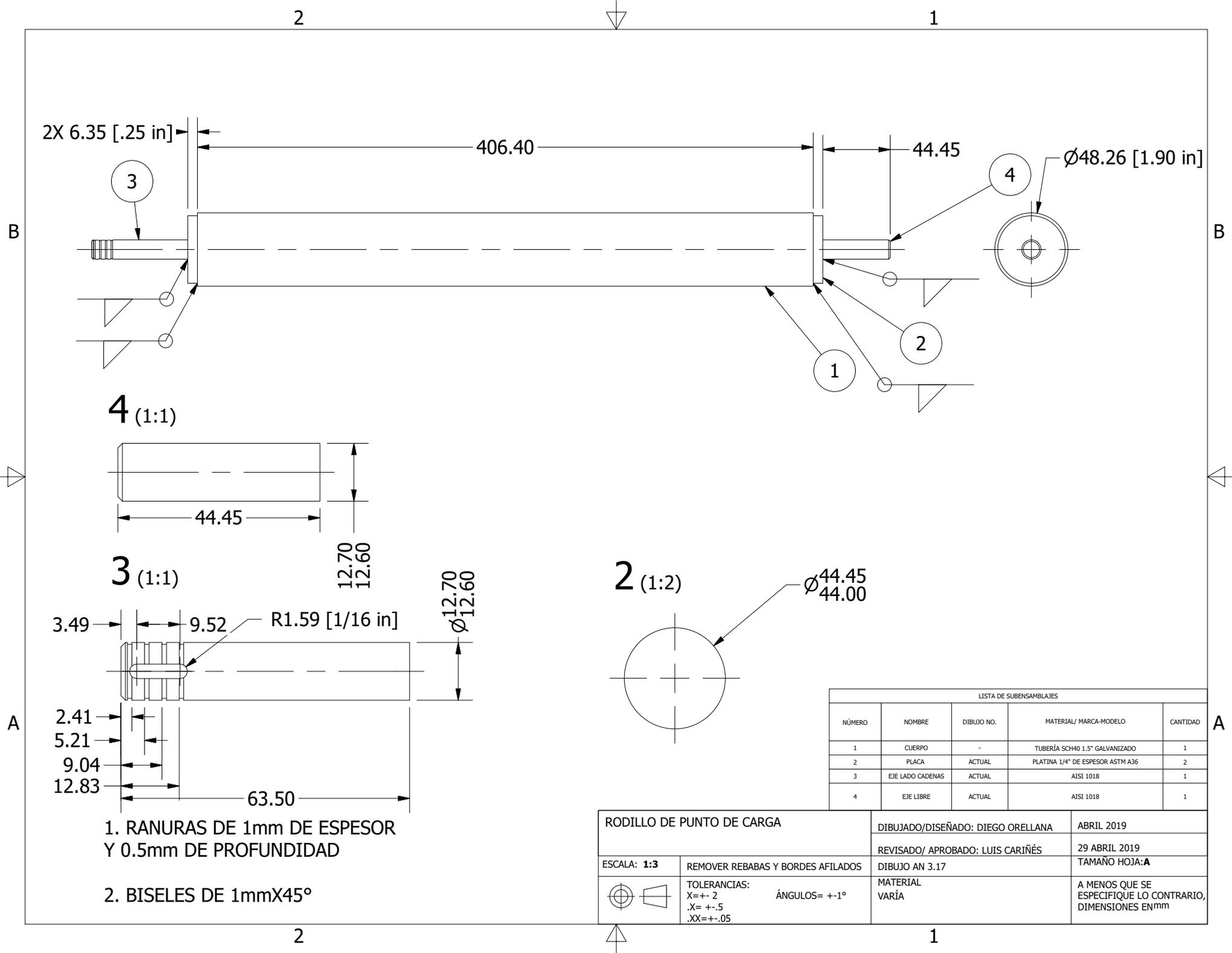


1. RANURA PARA ANILLO DE 2mm DE EPESOR Y 1mm DE PROFUNDIDAD



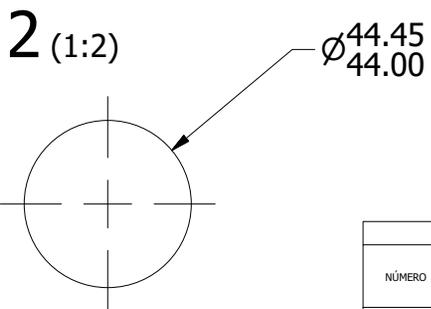
LISTA DE SUBENSAMBLAJES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	ASIENTO DE BUJE	ACTUAL	TUBERÍA SCH40 1.5" GALVANIZADO	2
2	ANILLO DE RETENCIÓN 9mm	-	ACERO	1
3	BUJE DE RODILLOS	ACTUAL	BRONCE SAE 64	1
4	TUERCA 3/16	-	ACERO GALVANIZADO	2
5	BASE DE ASIENTO DE BUJE	ACTUAL	PLATINA 1"X3/16" ASTM A36	1
6	TORNILLO HEXAGONAL 3/16 X 1	-	GRADO 2	2
7	CUERPO	ACTUAL	T 1"X1/8" A36	1

BRAZO EN VOLADIZO PORTA RODILLO		DIBUJADO/DISEÑO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS		29 ABRIL 2019	
ESCALA: 1:4	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 3.16	TAMAÑO HOJA: A
		MATERIAL VARÍA	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



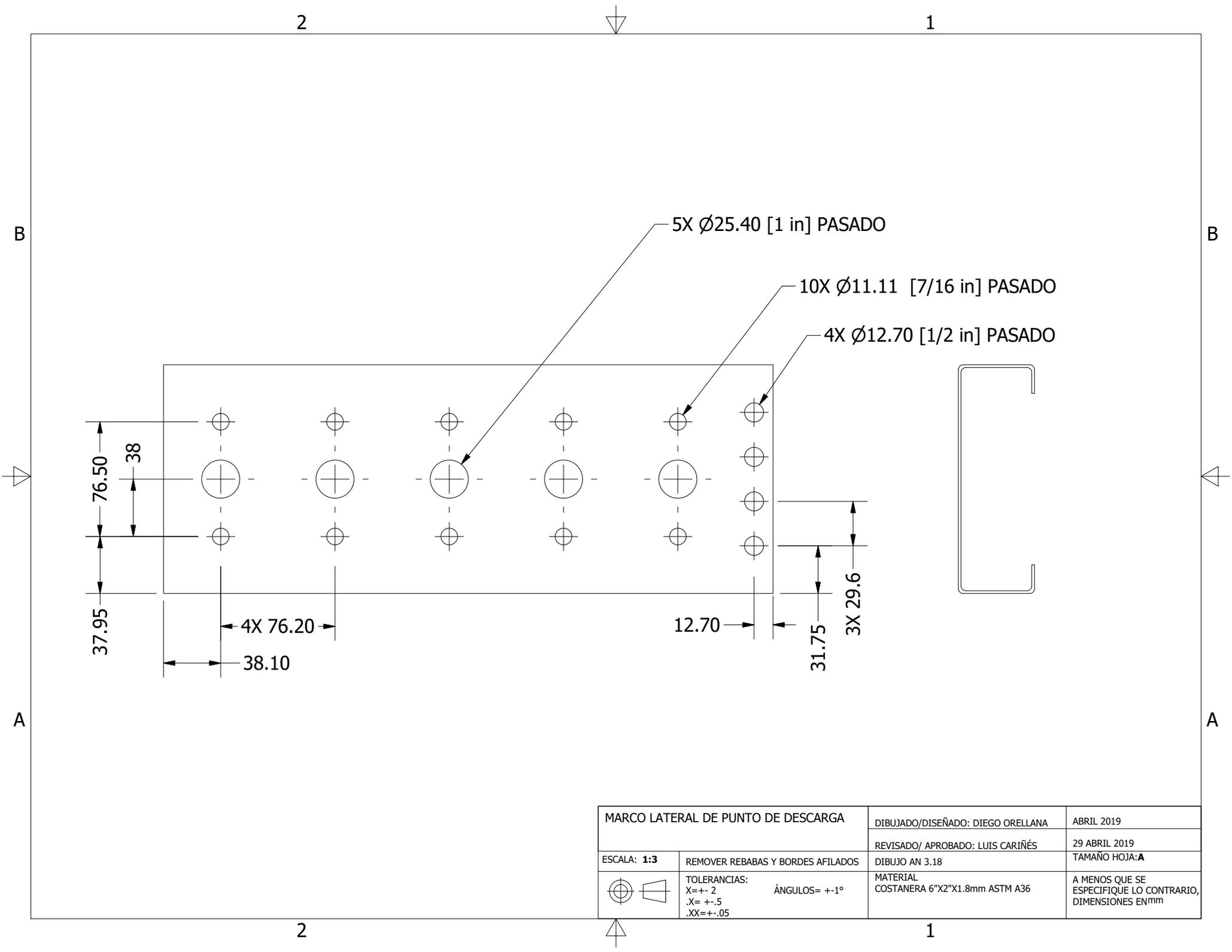
1. RANURAS DE 1mm DE ESPESOR Y 0.5mm DE PROFUNDIDAD

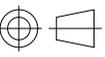
2. BISELES DE 1mmX45°

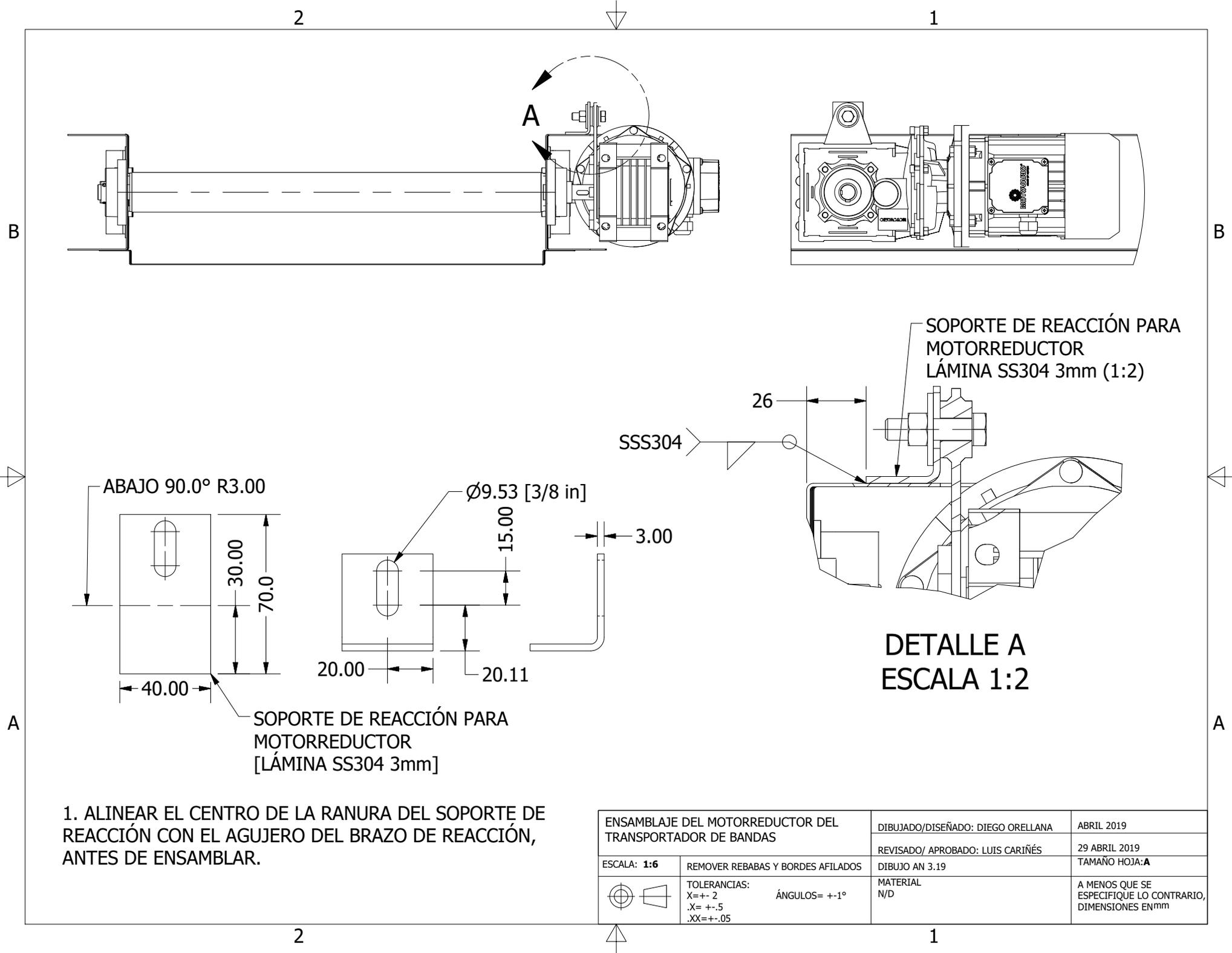


LISTA DE SUBENSAMBLAJES				
NÚMERO	NOMBRE	DIBUJO NO.	MATERIAL/ MARCA-MODELO	CANTIDAD
1	CUERPO	-	TUBERÍA SCH40 1.5" GALVANIZADO	1
2	PLACA	ACTUAL	PLATINA 1/4" DE ESPESOR ASTM A36	2
3	EJE LADO CADENAS	ACTUAL	AISI 1018	1
4	EJE LIBRE	ACTUAL	AISI 1018	1

RODILLO DE PUNTO DE CARGA		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:3	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 3.17	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- .2 .X= +- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1°	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



MARCO LATERAL DE PUNTO DE DESCARGA		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:3	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 3.18	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- 2 ÁNGULOS= +-1° .X= +- .5 .XX=+- .05	MATERIAL COSTANERA 6"X2"X1.8mm ASTM A36	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm



1. ALINEAR EL CENTRO DE LA RANURA DEL SOPORTE DE REACCIÓN CON EL AGUJERO DEL BRAZO DE REACCIÓN, ANTES DE ENSAMBLAR.

SOPORTE DE REACCIÓN PARA MOTORREDUCTOR
LÁMINA SS304 3mm (1:2)

DETALLE A
ESCALA 1:2

ENSAMBLAJE DEL MOTORREDUCTOR DEL TRANSPORTADOR DE BANDAS		DIBUJADO/DISEÑADO: DIEGO ORELLANA	ABRIL 2019
		REVISADO/ APROBADO: LUIS CARIÑÉS	29 ABRIL 2019
ESCALA: 1:6	REMOVER REBABAS Y BORDES AFILADOS	DIBUJO AN 3.19	TAMAÑO HOJA: A
	TOLERANCIAS: X=+- .2 .X= +- .5 .XX=+- .05	ÁNGULOS= +-1°	A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO, DIMENSIONES EN mm

2

1