

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPTO. DE INGENIERÍA MECÁNICA



**Evaluar las condiciones actuales de la
instalación reportados en el transporte de
bandejas y proponer soluciones a
problemas.**

SEMINARIO DE TITULACIÓN PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
DE EJECUCIÓN EN MECÁNICA

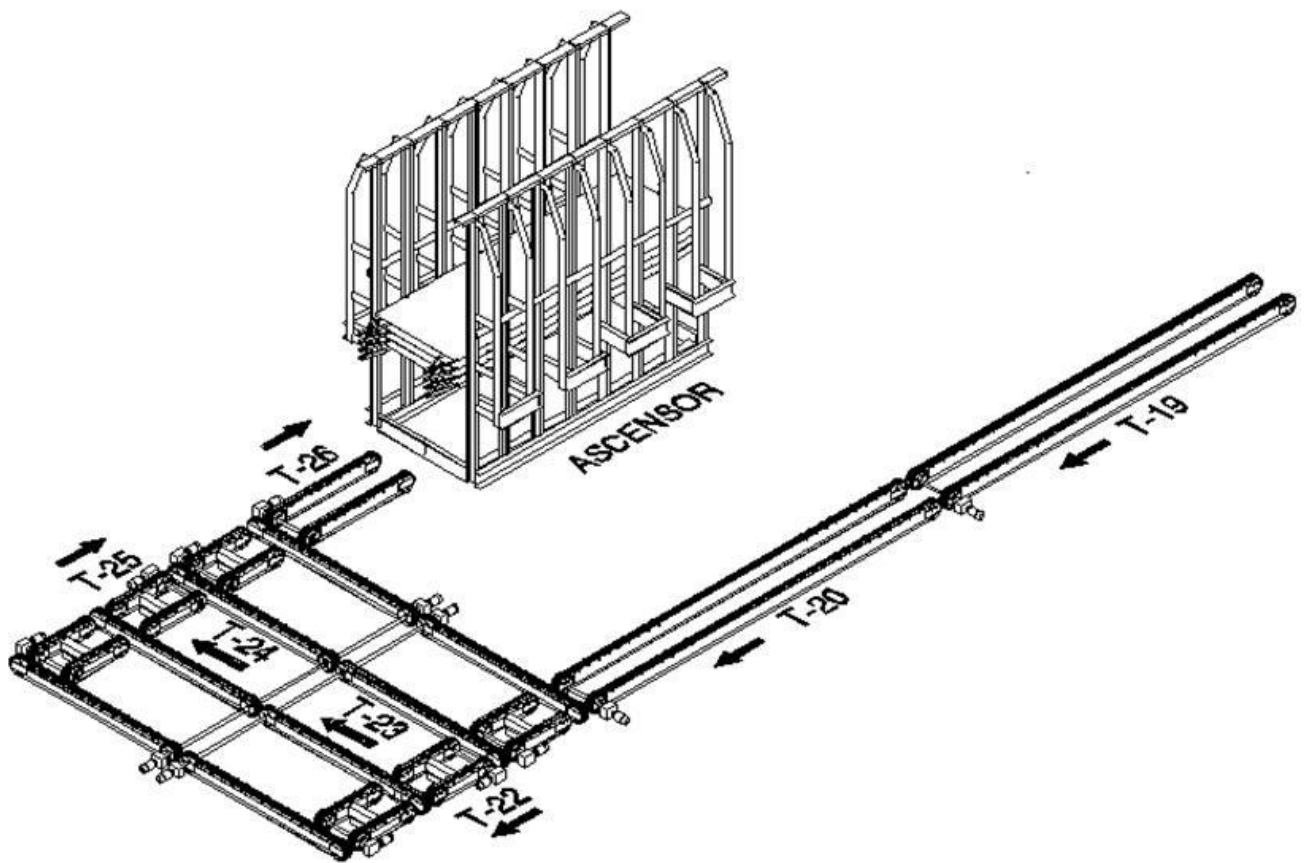
PROFESOR GUÍA:
Sr. Osvaldo Amigo Riquelme

Carlos Alberto Ávila Vivanco
Daniel Andrés Mella Gutiérrez

CONCEPCIÓN - CHILE

2014

ESQUEMA TRANSPORTE DE PANELES AGLOMERADOS:



Las soluciones que debemos generar en este seminario deben estar relacionadas con minimizar las deficiencias que se describen en los informes de fallas del sistema de transporte de paneles aglomerado.

Contenidos

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción.....	1
1.2 Origen del tema.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2

CAPÍTULO II. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA Y DETALLES DEL PROCESO PRODUCTIVO.

2.1 Antecedentes de la empresa.....	3
2.2 Misión.....	3
2.3 Visión.....	3
2.4 Materia prima.....	3
2.5 Entrada materia prima a la línea.....	5
2.6 Circuito de aproximación a la formadora.....	6
2.7 Formadora Fourdrinier.....	7
2.8 Prensa.....	8

CAPÍTULO III. LA EMPRESA: DETALLES Y RESULTADOS DE ANALISIS.

3.1 Esquemas de estructuras analizadas.....	10
3.2 Observaciones visuales.....	10
3.3 Inspecciones realizadas en terreno.....	11
3.3.1 Movimiento vibratorio vertical sobre los transportes.....	11
3.3.2 Inspección de alineamiento vertical en transportes.....	12
3.3.3 Mediciones en transportes 25 y 26.....	13
3.3.4 Mediciones en transportes 19, 21 y 22.....	14
3.4 Inspecciones de alturas en ruedas guías centrales de transporte 23 y 24.....	16
3.5 Inspección de alturas en ruedas guías de transporte 26.....	17
3.6 Alineamiento de guías laterales de T-25, T-26 y ascensor.....	17
3.6.1 Cálculo de holgura lateral de bandejas.....	18
3.7 Anexo esquema simplificado de funcionamiento.....	19
3.8 Conclusión estudio empresa externa.....	20

CAPÍTULO IV. POSIBLE SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS EXPUESTOS.

4.1 Análisis de cargas.....	21
4.2 Cálculo esfuerzo en soporte regulable.....	25
4.3 Cálculo esfuerzo en perno de anclaje.....	27
4.4 Cambio dimensionamiento en bandas de goma.....	30
4.5 Frecuencia natural traspaso central diseñado.....	31
4.6 Frecuencias presentes en transporte 19.....	32

CAPÍTULO V. SOLUCIÓN APOYOS CENTRALES Y LATERALES.

5.1 Análisis de esfuerzos en Autodesk Inventor para apoyos centrales.....	34
5.2 Elección ruedas utilizadas en todos los apoyos.....	35
5.3 Diseño de soluciones en Autodesk Inventor.....	35

CAPÍTULO VI. CONCLUSIÓN, ANEXOS Y BIBLIOGRAFÍA.

6.1 Conclusión.....	36
6.2 Anexos.....	38
6.3 Planos de diseño.....	39
6.4 Bibliografía.....	43

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

1.1 Introducción.

En la actualidad la planta Trupán Cholguán de Yungay, para poder conformar su producto denominado Cholguán, utiliza un sistema de transporte que les permita tener una velocidad promedio constante en el transporte del producto, esto en la fase previa al prensado. Este sistema de transporte debe estar expuesto a diferentes condiciones de trabajo siendo las más influyentes: grandes cargas, altas temperaturas, pequeñas vibraciones.

Siendo el sistema de transporte continuo se presenta en parte del proceso desviaciones y desplazamientos que producen defectos de fabricación que se traduce en rechazo de productos. En paneles Arauco Trupán Cholguán, se presentaron estas problemáticas mencionadas con anterioridad con lo cual se dio paso a dar respuesta a todas estas problemáticas de análisis del sistema de transporte, el cual está compuesto por dos cintas de goma montadas en paralelo sobre rodillos giratorios, es una solución económica de bajo costo y de baja mantención que permitió a la empresa incrementar su producción.

En la actualidad según la información recibida, se genera un efecto vibratorio a lo largo de los transportes, lo cual se plantea como un factor de riesgo debido a deficiencias en el desplazamiento para el ingreso al ascensor de entrada en el transporte 26, previo al sistema de cargador de prensa, todos los inconvenientes anteriores son los principales factores que influyen en la interrupción del proceso.

Otro problema existente es la desalineación del sistema de transporte, esta desalienación afecta al sistema trabando y evitando el normal funcionamiento de las cintas transportadoras. El efecto vibratorio y la desalineación dos de los problemas presentes provocan que el material que esta sobre ellas se desprenda, lo cual se observa fácilmente a la hora de recorrer la línea de operación.

Se debe mencionar que este sistema tiene un alto tiempo de uso y cuando se producen fallas, se genera una detención en cada una de las etapas involucradas lo cual aumenta las pérdidas por tiempo muerto, esta es una realidad que mantiene una limitación importante en la calidad del producto.

El presente seminario de título se propone estudiar la línea de transporte de bandejas a objeto de determinar las posibles causas que originaran las fallas y desarrollar una solución de baja complejidad y económica que permita aumentar la confiabilidad del sistema y calidad del producto.

Además se proporcionan algunos criterios guía para la elección de los componentes principales de la instalación y se presentan cálculos significativos para un dimensionamiento correcto.

1.2 Origen del tema.

El tema fue propuesto por planta Trupán Cholguán, la cual tiene fallas en el área de transporte del material a prensar, esta propuesta nació de la búsqueda de un problema real para ser estudiado y desarrollado como seminario de título para optar al título de Ingeniero Ejecución Mecánico.

La empresa cuenta con cintas de transporte que traslada material a alta temperatura sobre bandejas de acero inoxidable, se debiera estudiar las causas de las desviaciones que se producen junto con aminorar las vibraciones todo esto con el objetivo de brindar una solución que permita aumentar la confiabilidad del sistema y la calidad del producto.

1.3 Objetivos:

1.3.1 Objetivo general.

Evaluar las condiciones actuales de la instalación y proponer soluciones problemas reportados en el transporte de bandejas.

1.3.2 Objetivos específicos.

1. Estudiar las condiciones actuales del sistema de transporte.
2. Determinar las causas y solución al problema de la desalineación.
3. Analizar vibraciones en el sistema.

CAPÍTULO II. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA Y DETALLES DEL PROCESO PRODUCTIVO.

2.1 Antecedentes de la empresa.

La Planta del Complejo Industrial Paneles Arauco Trupán Cholguán, está ubicada en la provincia de Ñuble, comuna de Yungay, Región del Bío Bío. La ciudad de Yungay se localiza a 5 km. de la Planta, Los inicios del complejo industrial se remontan a los años 1935, cuando las familias Irrarrázaval, Larraín y Zañartu lograron con mucho esfuerzo realizar una plantación exitosa de 16.000 hectáreas de pino radiata. En el año 1953 se decide instalar en la zona una Planta Industrial de tableros de alta densidad (Harboard), la cual comenzó sus operaciones en el mes de Marzo de 1959 con una producción de 8.000 toneladas al año,

Luego de una serie de modificaciones y de propietarios en el año 2000 la Planta es adquirida por Paneles Arauco S.A.

Actualmente la línea Harboard (HB), posterior a varios procesos de mejoramiento continuo produce un total de 60.000 metros cúbicos al año.

2.2 Misión.

La misión de la empresa es lograr entregar un producto de calidad el cual logra satisfacer las necesidades de los clientes, el producto de la línea Harboard (HB) ha logrado mantenerse en pie luego de más de 50 años desde su lanzamiento, esto nos da una idea del real compromiso de la empresa con sus clientes, la comunidad y el medio ambiente.

2.3 Visión.

La visión de esta empresa es aumentar la participación de su producto, la línea Harboard (HB), a nivel nacional e internacional sin dejar de lado la ideología de producir un tablero de los más altos estándares internacionales junto con una inigualable calidad logrando posicionarse como un importante referente latinoamericano, todo esto cumpliendo para ello con una serie de normas internacionales.

2.4 Materia prima.

- Astillas de pino.

La materia prima que usa la planta de transportes bajos es astillas de pino en trozos pequeños los cuales se obtienen del chipiado de los troncos en los bosques, estas astillas deben tener un porcentaje alto de humedad superior al 100% de un largo que puede variar de 23 a 29 mm, espesor de 6.9 mm y un ancho que puede llegar hasta los 20 mm. Con estas condiciones de medidas y porcentaje de humedad el proceso de desfibrado es más fácil debido a que al estar saturada de agua los trozos se ablandan, permitiendo separar de forma más rápida las fibras y formar una pasta homogénea que posteriormente formara el colchón HB.



Imagen 1. Astilla pino.

Aserrín.

Este es un sub-producto que se obtiene al cortar los árboles y transformarlos en tablas, bases o postes, los cuales se ocupan principalmente en la construcción de casas o mueblería.

El usar este producto en la fabricación de tableros permite bajar los costos debido a que se obtiene a muy bajo precio, aunque el exceso no es tan favorable para el tablero debido a que el aserrín se obtiene de un proceso mecánico el cual corta las fibras en vez de desprenderlas, esto puede incidir de forma negativa en la firmeza del colchón que se obtiene en la línea HB.



Imagen 2. Aserrín de pino radiata

Corteza.

Se obtiene del proceso de descortezado en aserradero o en terreno haciendo uso de descortezadores portátiles. El tronco ingresa a la máquina, se hace girar en un sentido y se ataca con cuchillas que rasgan la corteza obteniendo el sub-producto.

Esta corteza es la encargada de aportar adhesión y color marrón al tablero de densidad aproximada de 360 kg/m^3 , mientras mayor sea el grosor de la corteza permite tener fibras largas favoreciendo la adhesión de los tableros.

Un factor a tomar en cuenta es la humedad la cual no debe ser inferior al 100% debido a que las bacterias actúan y perjudican las características aditivas, es por eso que se debe tener la corteza con una humedad del orden de 140% así además se evita que los polifenoles (que brindan propiedades estructurales) se evaporen y disminuya la calidad de la corteza.



Imagen 3. Corteza de pino radiata

2.5 Entrada materia prima a la línea.

En la etapa que analizaremos la materia prima entra a los silos mediante dos correas, la cinta plana (3) y la cinta inclinada (4). En la cinta (3) se produce la entrada, el material es transportado a velocidad constante, así si se quiere modificar la cantidad de material que debe entrar se debe abrir o cerrar las compuertas que funcionan de forma manual.

La materia prima que entra en la cinta es previamente clasificada por un harnero el cual elimina el exceso de aserrín y deja en la superficie las astillas grandes las cuales son retiradas repicadas y luego nuevamente pasadas por el harnero. Posteriormente la materia es transportada a un elevador de capacho el cual a su vez traspasa todo a una cinta inclinada.

La cinta inclinada traslada la materia prima hacia los silos donde es recibida por una cinta plana, la que mediante deflectores desvía la materia prima hacia los diferentes silos. Estos silos sirven como contenedores de materia prima ya mezclada que posteriormente pasaran al proceso de desfibrado.

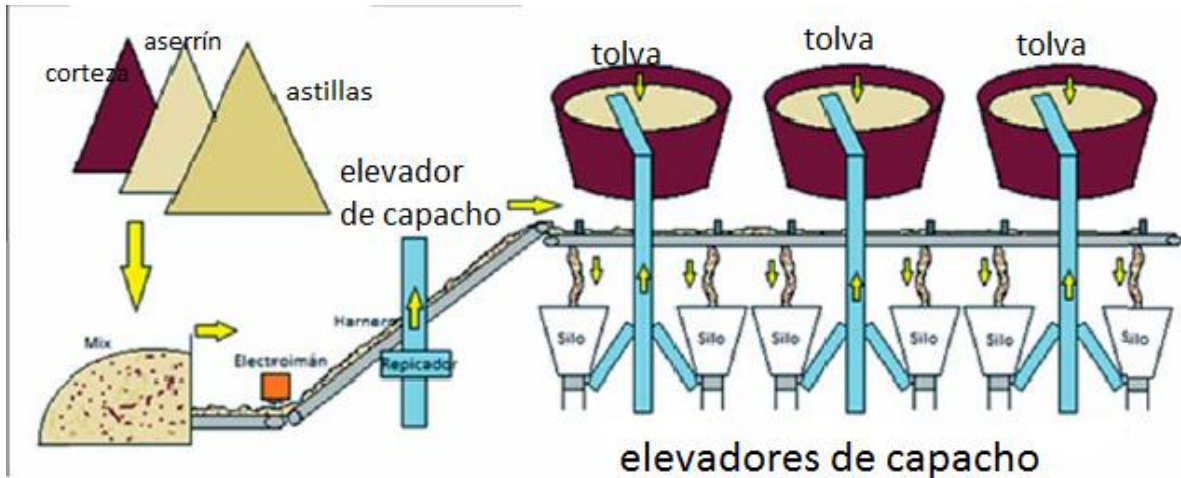


Ilustración 1

2.6 Circuito de aproximación a la formadora.

Ciclón: Antes de ingresar la fibra a la Torre de Alta Consistencia, en la parte superior de esta torre se encuentra el ciclón, el cual separa el vapor de la fibra proveniente de los 3 desfibradores transportadora mediante bombas.

Torre de Alta Consistencia (TAC): la fibra que viene de los desfibradores pierde vapor y cae a la torre, a la cual se le suministra agua para disminuir su consistencia. Para mantener homogénea la mezcla se posee un agitador que evita que las partículas decanten.

Estanque Nivel Pasta: A este estanque llega la mezcla de agua y materia prima, la función de este estanque es nivelar y alimentar con la suspensión fibrosa a la formadora en forma homogénea.



Imagen 4 y 5. Torre alta consistencia

2.7 Formadora Fourdrinier.

La función de la formadora es recibir la suspensión acuosa para formar la mezcla “agua-fibra”. Esto se hace con el fin de obtener un colchón con fibras entrelazadas que reúna las características necesarias en la fabricación de tableros de alta densidad.

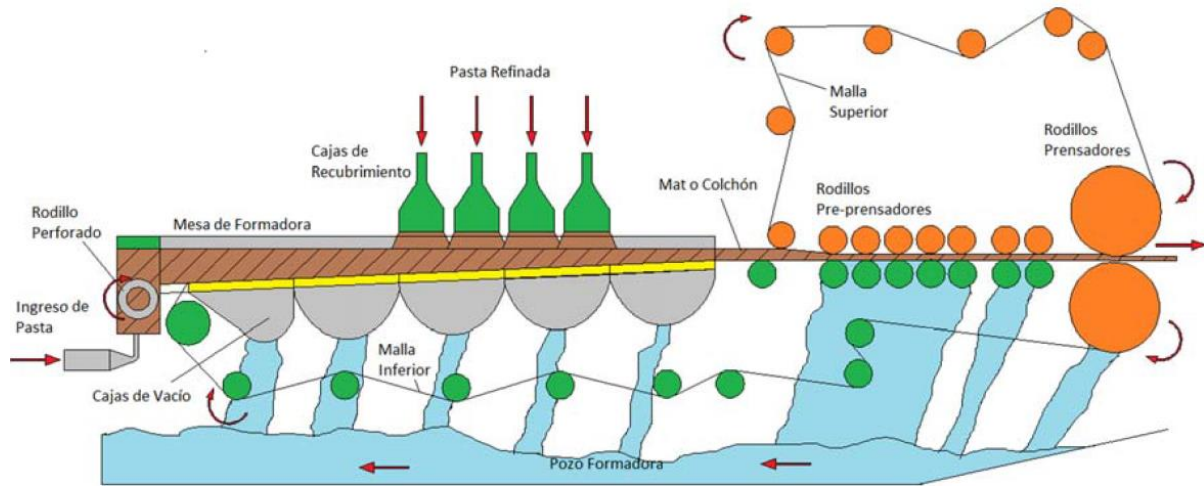


Ilustración 2. Esquema de formación del colchón

En esta parte del proceso se forma una lámina a la cual se le extrae el exceso de agua, luego se inyectan fibras finas para obtener una mejor terminación superficial la cual es lisa y compacta.

La extracción del agua es posible debido a la succión negativa gracias a cajas de succión de vacío las cuales se regulan mediante válvulas de corte, 3 bombas se encargan de recuperar esta agua con el fin de volver a reutilizarla en un nuevo ciclo.

La formadora tiene una velocidad que puede variar según el requerimiento del consumidor que va de 14 a 35 (m/min), posee dos mallas inferior y superior. La malla inferior transporta la pasta y deja que escurra el agua hacia las cajas de vacío, a su vez hace que avance el colchón (26.4m de largo y 1.8m de ancho).

A la salida de la formadora el colchón pasa a transportes húmedos, por un tramo de 25 (cm) el colchón se sostiene por su propia resistencia la velocidad debe ser sincronizada para evitar el estiramiento o compresión del colchón.

La primera parte de transportes húmedo consta de rodillos movidos por una cadena. En esta zona se encuentran cortadores laterales y transversales (presión 100kg/cm²) que le dan la medida adecuada al colchón.



Imágenes 6, 7 y 8. Cortadores laterales, transversales, trampa y transportes húmedos.

La trampa permite sincronizar la velocidad de la formadora y los tiempos muertos asociados a la prensa, esto se hace derivando los colchones en exceso hacia la tina de recortes B. Después de la trampa se encuentra el transporte rápido-lento que permite acelerar la velocidad en los transportes húmedos a 100 m/min.

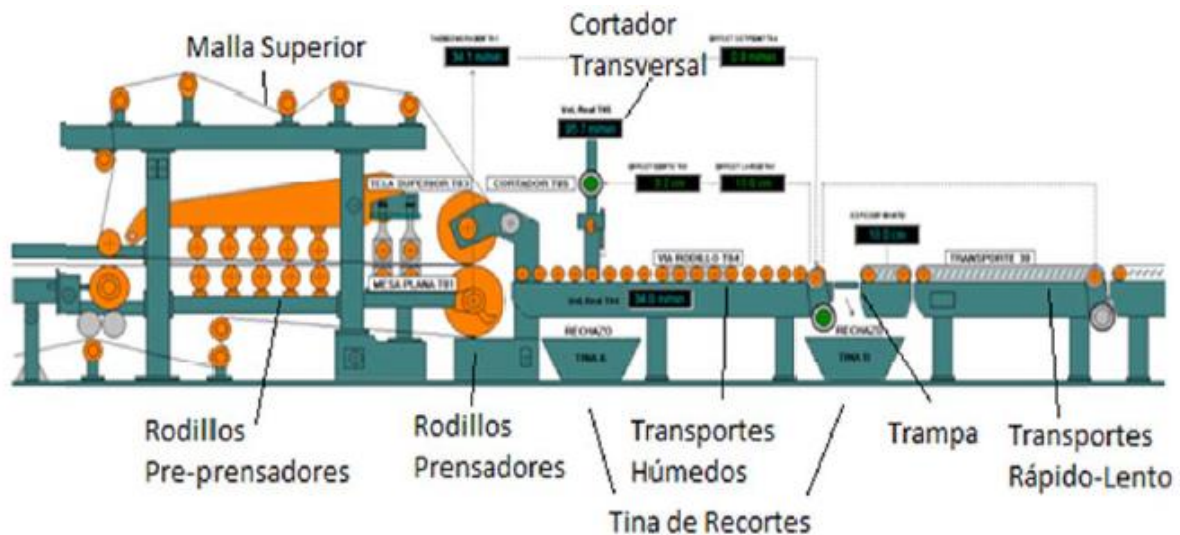


Ilustración 3. Salida de formadora y entrada transportes húmedos

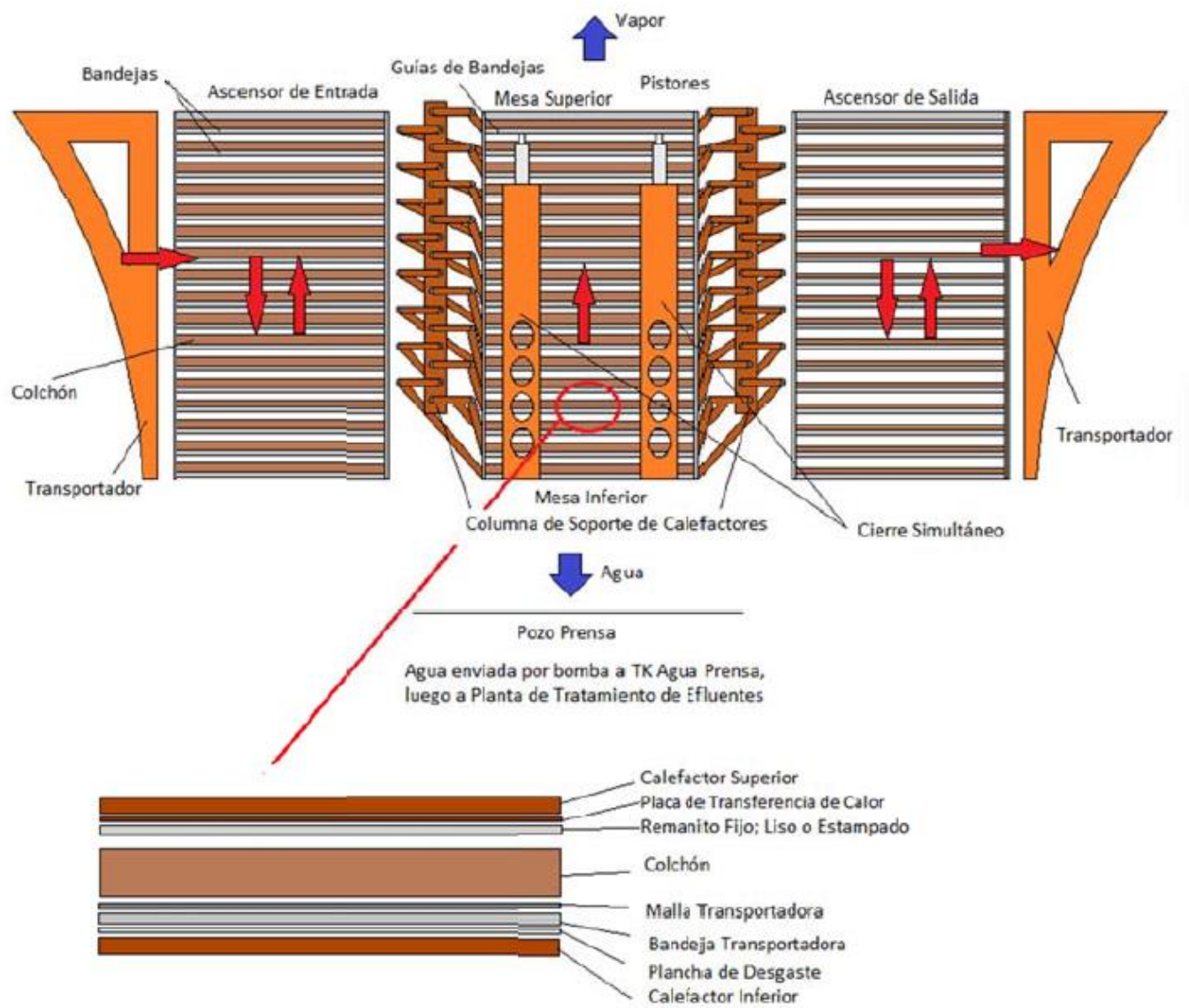
2.8 Prensa.

Para suministrar las propiedades físicas-mecánicas adecuadas a los tableros de HB es necesario aplicar calor y presión en un periodo de tiempo a los colchones.

Cada colchón es transportado hacia el ascensor por medio de los transportes húmedos, una vez la bandeja se acerca al ascensor comienza la carga de los impares y luego los pares hasta completar 30 bandejas, ya completo el ascensor un transportador lo empuja hacia el interior de la prensa y a su vez los tableros del proceso anterior son retirados en el otro extremo de la prensa por un transportador de salida.

Debido a que existe un lapso de tiempo en que la prensa está trabajando y no se puede seguir agregando bandejas, se generan 7 colchones en exceso los cuales serán depositados en la trampa de los transportadores húmedos.

En resumen existen 67 bandejas de las cuales hay 30 prensando, 30 en carga y descarga más 7 que circulan entre la descarga y carga del ascensor.



CAPÍTULO III. LA EMPRESA: DETALLES Y RESULTADOS DE ANALISIS

3.1 Esquema estructura analizada.

Con el objeto de conocer la forma y progreso del proceso durante el funcionamiento se ha confeccionado un diagrama del área de transportes bajos (Fig. 3.1), previo a la entrada al Ascensor.

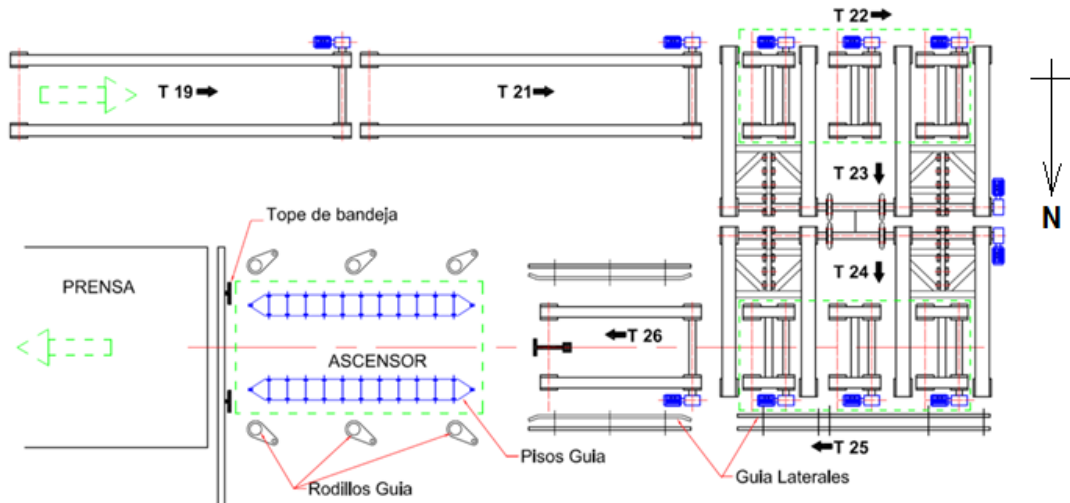


Fig. 3.1

*Al sistema de transporte mostrado en el esquema anterior se le realizaron estudios por una empresa externa, la cual logró analizar y deducir cuales eran los problemas principales del sistema que impedían su normal funcionamiento.

3.2 Observaciones visuales.

Durante la visita de inspección se observó el proceso de avance de las bandejas entre el transporte 19, en donde se une la bandeja a la plancha que sale desde el área de formación y que consecutivamente pasa de un transporte a otro, hasta llegar al transporte 26 desde donde entra la bandeja al ascensor de entrada de la prensa.

Se observa además como parte del proceso el avance del conjunto bandeja-panel, la entrada desde el transporte 26 al ascensor de entrada, hasta producirse la carga completa del ascensor y posteriormente la salida de las bandejas hacia la prensa.

Se detallan las siguientes observaciones durante la visita de inspección:

- Las bandejas con el panel se unen en el transporte 19, presentando durante el avance un movimiento vibratorio vertical, que tiende a separar momentáneamente la bandeja del colchón, lo cual continúa por cada uno de los transportes hasta el ascensor de entrada.
- Acoplamientos dañados y/o con problemas de montaje en ambos ejes principales de los transportes 23 y 24.
- Excentricidad, la cual se puede observar en los ejes principales de los transportes 23 y 24 en funcionamiento.

- Algunas bandejas presentan deformaciones de planitud y pérdida de material además deformación en los bordes.
- Falta de nivelación entre los transportes, lo que produce un golpe del borde frontal de la bandeja con las cintas de transporte, esto se produce en la mayoría de los avances desde un transporte al otro. Lo cual tiende a desprender los bordes y esquinas del panel como se observa. (Fig. 3.2.1).
- Daño en cintas de transporte producto de golpe con parte frontal de las bandejas.
- Poleas con excentricidad, lo que se puede deber a flexión en el eje o falta de ajuste de montaje.
- Cintas descentradas con respecto a la pista de trabajo sobre la polea, principalmente en poleas que presentan excentricidad, presentando riesgo de salir de su pista de trabajo y/o producir movimiento discontinuo en el traslado de bandeja. (Fig. 3.2.2).
- Los topes laterales de Transporte 25 y Transporte 26, se encuentran desalineados.
- Los polines guía en transporte 23 y Transporte 24 se encuentran bajo el nivel de las cintas de transporte, lo que influye en la vibración de las bandejas durante el avance, ya que no alcanzan a entrar en contacto con la bandeja.



(Fig. 3.2.1)



(Fig. 3.2.2)

3.3 Inspecciones realizadas en terreno.

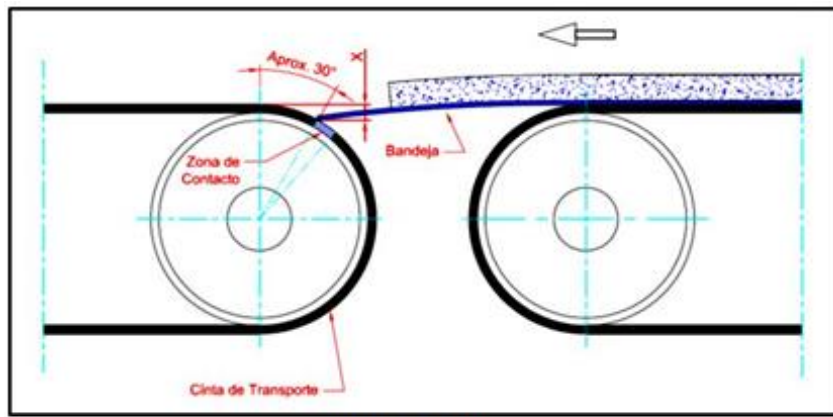
3.3.1 Movimiento vibratorio vertical sobre los transportes.

Uno de los problemas que se produce es el movimiento vibratorio de la bandeja en sentido vertical al ir deslizándose sobre los transportes, llegando a provocar desprendimiento de las esquinas del tablero.

Siendo esta condición vibratoria una respuesta natural a los factores propios del movimiento y la geometría de cada uno de los elementos. Ella por condición de movimiento, puede disminuirse en la medida que se identifiquen y modifiquen las causas que lo originan, siendo consecuente en todo caso con la posibilidad de corrección de cada una de ellas, manteniendo un equilibrio entre costo v/s beneficio.

Una observación detallada del paso de la bandeja por los transportes, permite plantear cuatro situaciones como las causas principales de esta situación:

- a) La deformación propia de la bandeja, que al ir entrando en contacto sucesivo con los resaltes de la cinta y rodillos, producirá vibración en dirección vertical.
- b) El alineamiento vertical (altura) de un transporte a otro, donde la bandeja cae y choca con el transporte siguiente, produciéndose esta situación en cada uno de los transportes, aunque en diferentes alturas "X". (Fig. 3.3.1).



(Fig. 3.3.1)

En el gráfico anterior se muestra la flexión de la bandeja al pasar de un transporte a otro, generándose una altura “x” que produce un impacto en cada bandeja.

- c) La soltura existente en las estructuras, condición que al influir en la rigidez del conjunto mantiene una respuesta vibratoria frente a los movimientos producidos.
- d) Los apoyos de ruedas centrales en los transportes 23 y 24, los cuales no hacen contacto con las bandejas, al no estar en una posición de altura adecuada.

El paso desde el transporte 26 al ascensor de entrada es una parte del proceso que influye en la posición en que la bandeja lleva en su trayectoria, por lo que cualquier movimiento no controlado, sumado a otras condiciones desfavorables, produce riesgo de enredo en la bandeja al no limitar el desplazamiento de ésta.

Al no poder disminuir en gran medida la deformación residual de las bandejas, debido a la condición propia del proceso, como son cambios bruscos de temperatura, sollicitaciones mecánicas importantes, proceso de reparación manual, periodicidad de reemplazo, entre algunas otras, se limita esta causa como condición evitable.

Sin embargo lo anterior, es factible poder intervenir las demás causas planteadas para disminuir el efecto vibratorio a lo largo de los transportes, lo cual se plantea como un factor del riesgo de enredo de bandejas al influir en la posición de ingreso al ascensor de entrada en el transporte 26.

3.3.2 Inspección de alineamiento vertical en transportes. (Fig. 3.3.1)

El paso consecutivo de las bandejas por cada transporte se realiza a través de la cinta de transporte, en donde al producirse el paso desde un transporte a otro se origina una flexión natural del conjunto bandeja-panel, donde al ser mayor esta flexión, producirá un mayor impacto entre el extremo de la bandeja y la entrada al siguiente transporte, llegando incluso a desprender las esquinas del material. Se realiza de forma empírica, identificación de la zona típica de contacto entre la bandeja y el transporte siguiente.

A objeto de evaluar se mide las alturas de los transportes, esta medición se realiza según el esquema gráfico, proyectando una línea horizontal entre los extremos de los

transportes consecutivos, los cuales se toman como altura “cero” y se miden las alturas que corresponden a los transportes intermedios.

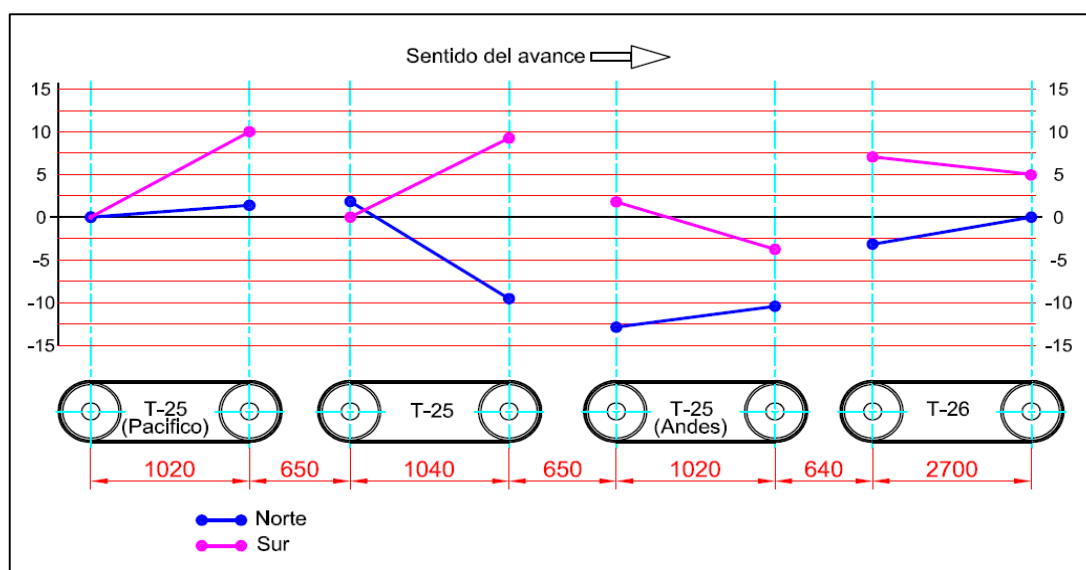
Una condición teórica ideal plantea que las alturas deberían ser todas iguales (cero), sin embargo se efectúa la medición y se grafica las diferencias existentes para cada grupo de los transportes colineales.

- Transporte 25 y 26 (4 cintas en total)
- Transporte 19, 21 y 22 (5 cintas en total)

3.3.3 Mediciones en transportes 25 y 26.

		Alturas puntos de medición							
		Transporte N° 25						Transporte N°26	
Lado Norte	Altura	0	1,5	2	-9,5	-13	-11	-3,5	0
	Largo	1020		1040		1020		2700	
	Inclinación	0,084 °		-0,634 °		0,112 °		0,074 °	
Lado Sur	Altura	0	10	0	9	2	-4	7	0
	Largo	1020		1040		1020		2700	
	Inclinación	0,562 °		0,496 °		-0,337 °		-0,149 °	

Tabla de datos (1)



Se observa según el gráfico de mediciones efectuadas (2), que el transporte 25 se encuentra más bajo que el transporte 26, condición desfavorable para el correcto avance del conjunto bandeja-panel y que justifica parte de la soltura de mecanismos existentes en estos transportes siendo factible su corrección según el esquema planteado.

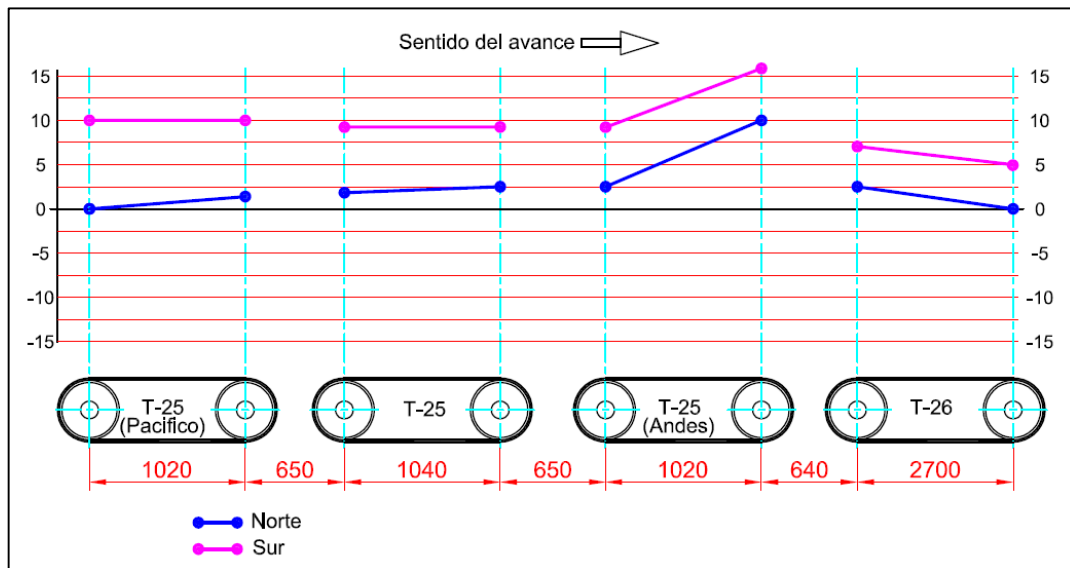


Diagrama Gráfico de alturas en Transportes 25 y 26 recomendado. (3)

Según Diagrama gráfico (3), se plantea corrección de alineamiento vertical de los transportes 25 y 26, con el objeto de generar una superficie de deslizamiento adecuada para el paso de un transporte a otro manteniendo la altura necesaria para que el contacto de la bandeja con el transporte siguiente sea controlada, sin embargo es necesario como actividad previa, corregir la sujeción de todos los apoyos de los transportes, objeto recuperar la rigidez del diseño original de la estructura de cada uno de los transportes.

3.3.4 Mediciones en transportes 19, 21 y 22.

		Alturas puntos de medición											
		Transporte N° 22						Transporte N°21			Transporte N°19		
Lado Norte	Altura	0	14	-3	11	7	21	23	30	19	26	15	0
	Largo	1020		1020		1020		7050			7050		
	Inclinación	0,786 °		0,786 °		0,786 °		-0,033 °			-0,211 °		
Lado Sur	Altura	0	8	9	10	-3,5	10	16	10	23	18	18	0
	Largo	1020		1020		1020		7050			7050		
	Inclinación	0,449 °		0,056 °		0,758 °		0,057 °			-0,146 °		

Tabla de datos (4)

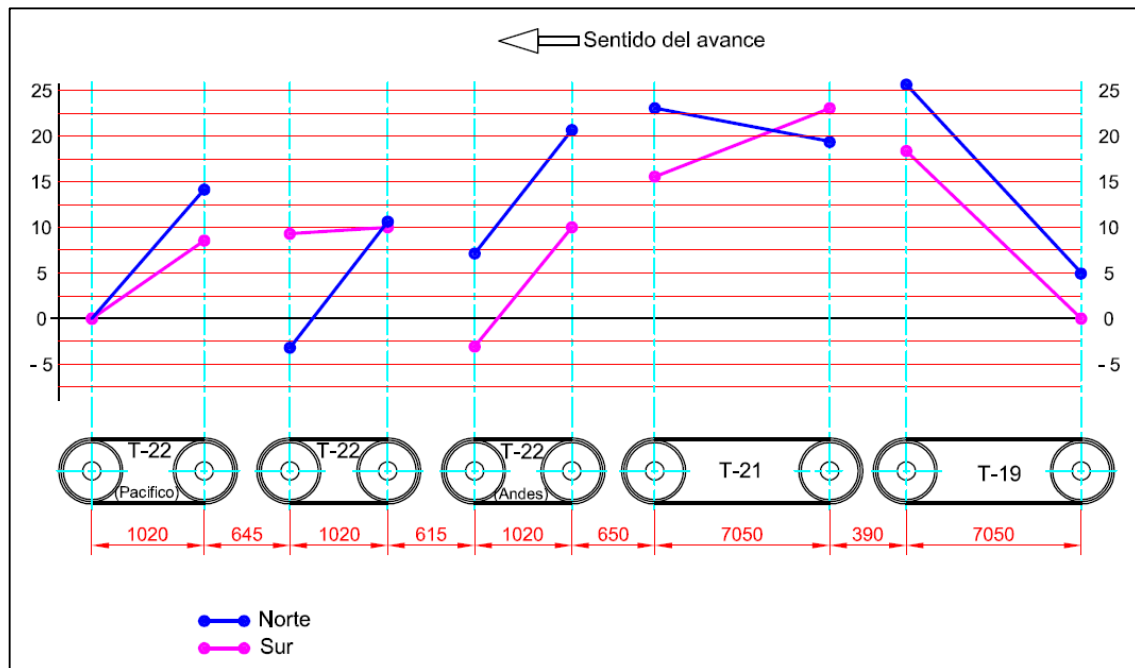


Diagrama gráfico de transportes 19, 21 y 22. (5)

Según el gráfico (5) de mediciones efectuadas, que los transportes consecutivos 19-21 y 21-22 no poseen una buena posición, condición desfavorable para el correcto avance del conjunto bandeja-panel y que puede producir parte del movimiento vibratorio en la bandeja durante el avance, además de influir en la soldadura de los elementos roscados, siendo factible mejorar esta condición según el esquema planteado.

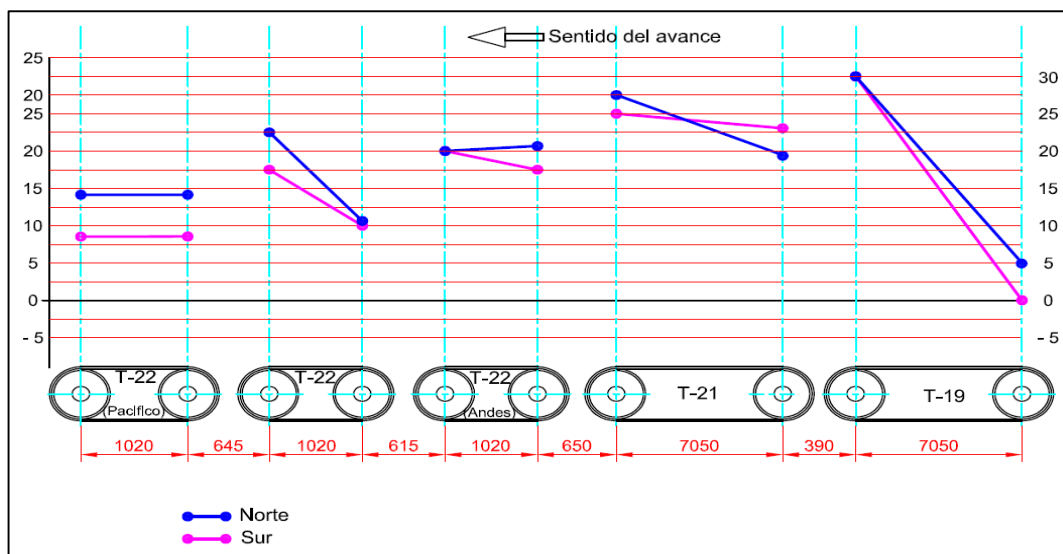


Diagrama Gráfico de alturas en Transportes 19, 21 y 22 recomendado. (6)

Según Diagrama gráfico (6), se plantea corrección de alineamiento vertical de los transportes 19, 21 y 22, con el objeto de generar una superficie de deslizamiento adecuada para el paso de un transporte a otro manteniendo la altura necesaria para que el contacto de la bandeja con el transporte siguiente sea controlada, sin embargo

es necesario como actividad previa, corregir la sujeción de todos los apoyos de los transportes, objeto recuperar la rigidez del diseño original de la estructura de cada uno de los transportes.

3.4 Inspecciones de alturas en ruedas guías centrales de transporte 23 y 24.

El paso de la bandeja sobre los transportes 23 y 24 se produce sobre las cintas de cada extremo apoyados en el centro por un conjunto de ruedas guía para controlar la flexión de la bandeja entre las cintas. (Imagen 3.4)



(Imagen 3.4)

Durante la inspección en funcionamiento se observó que no se produce el apoyo de las bandejas sobre las ruedas guías, condición que se evalúa durante detención de la línea, midiendo la diferencia de altura y estado de operatividad de las ruedas guía en ambos transportes.

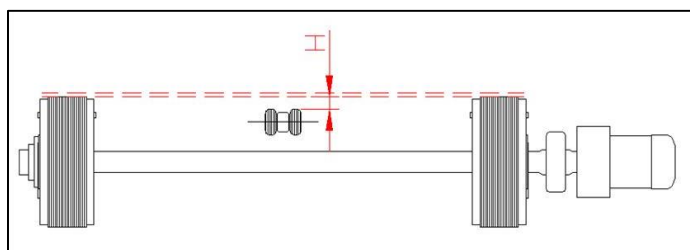


Diagrama de medición efectuada en ruedas guía centrales en T-23 y T-24. (7)

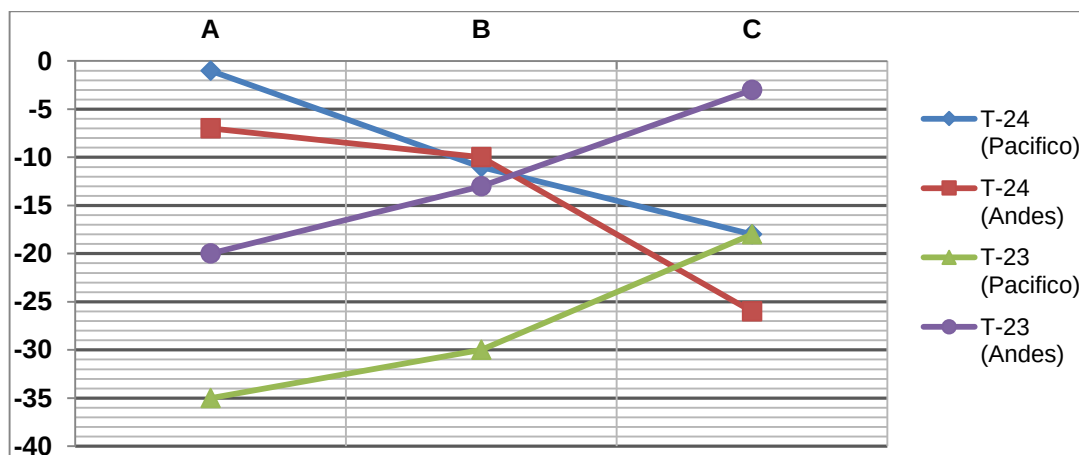


Gráfico de las alturas medidas en cada transporte. (8)

Se determina que a partir de las mediciones efectuadas diferencias de altura de hasta 35 mm, en donde además existe desgaste entre eje y rueda, situación que mantiene sin contacto ni apoyo a la bandeja durante el avance de sobre los transportes 23 y 24.

Se recomienda efectuar reemplazo de ruedas en mal estado y nivelación de ruedas respecto a línea entre cintas de transportes.

3.5 Inspección de alturas en ruedas guías de transporte 26. (Fig. 3.5)



(Fig. 3.5)

Se observa en T-26 la diferencia de altura existente entre las ruedas guías laterales y las cintas, sumándose además, la soltura existente, no resultando una medición confiable al estar poco rígido el perfil que soporta a las ruedas, notándose claramente que las bandejas no son soportadas por estas ruedas, por lo que es necesario primero reemplazar las ruedas en mal estado para luego verificar y nivelar la altura de éstas con las cintas del transporte.

3.6 Alineamiento de guías laterales de T-25, T-26 y ascensor. (Fig. 3.6)

El paso de la bandeja desde el T-24 al T-25 se produce con cambio de dirección, existiendo control del avance en el T-24 por una guía lateral que limita el movimiento en el cambio de dirección, la cual se ha sustituido por control a través de sensores.

Luego el paso desde el T-25 al T-26, se produce en dirección hacia el ascensor, quedando limitada la bandeja por ambos lados del T-26 por las guías laterales y luego dentro del ascensor por los rodillos laterales. Debido a las líneas formadas por ambos lados durante el avance de la bandeja, ésta mantiene su control de desviación lateral a través de las holguras resultantes entre el ancho de la bandeja respecto a la distancia establecida entre las guías laterales y rodillos laterales respectivamente.

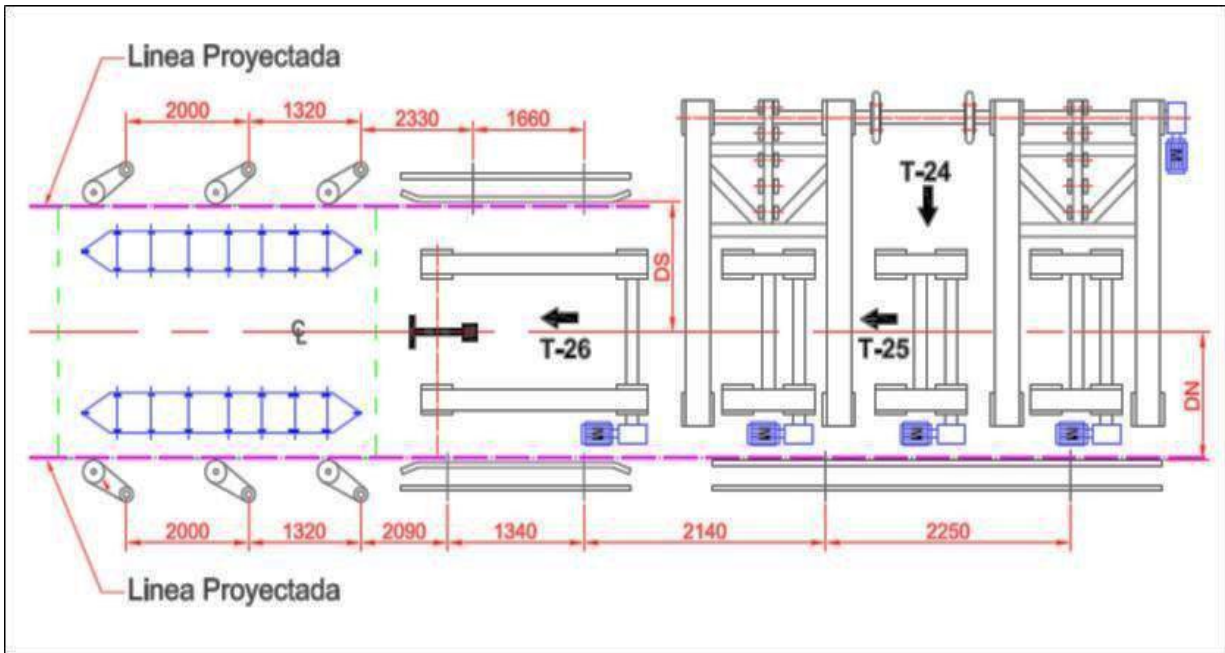


Diagrama esquemático de Alineamiento Lateral. (Fig. 3.5)

Se efectúa la medición del alineamiento de las guías laterales desde el transporte 25 hasta los rodillos del ascensor de entrada a objeto de evaluar la desviación existente del movimiento lateral durante el avance de las bandejas.

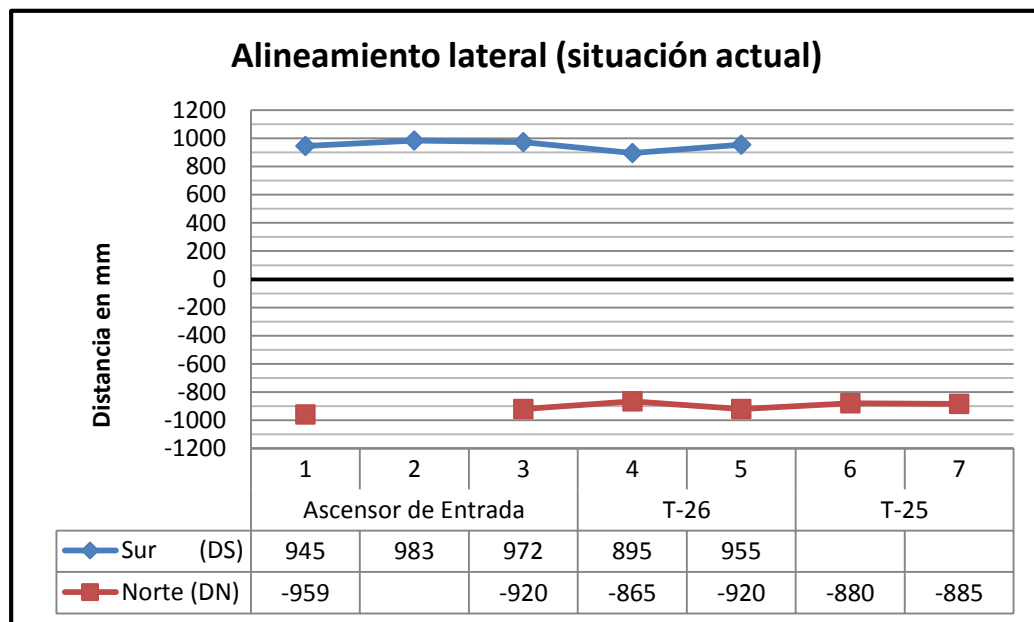


Gráfico que representa la desviación de linealidad.

3.6.1 Cálculo de holgura lateral de bandejas.

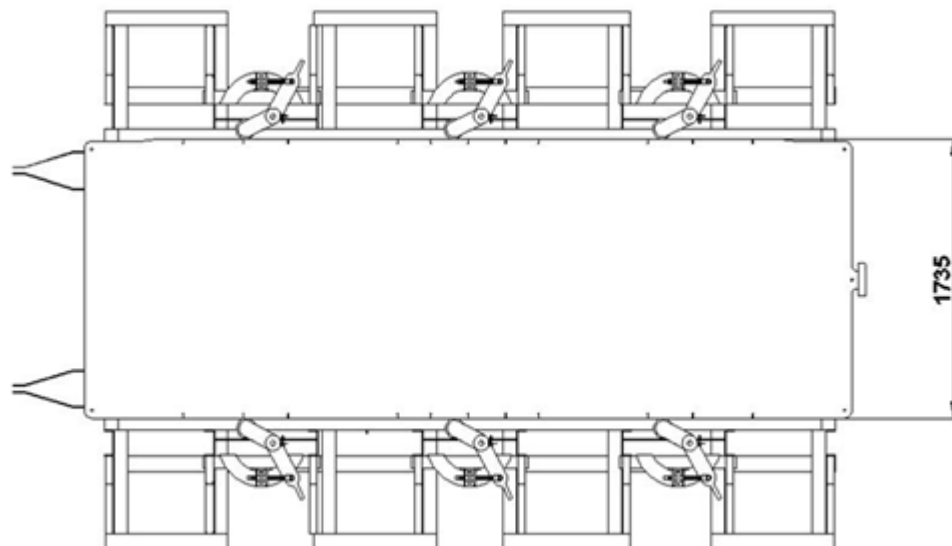
	Ascensor de entrada			T-26		T-25	
	1	2	3	4	5	6	7
Sur (DS)	945	983	972	895	955		
Norte (DN)	-959		-920	-865	-920	-880	-885
Total	1904		1892	1760	1875		
Ancho max. de bandeja	1735	1735	1735	1735	1735	1735	1735
Holgura de bandeja	169		157	25	140		

Tabla que representa la holgura lateral de la bandeja en el T-26 y ascensor de entrada

El paso de la bandeja por el T-26 se encuentra limitado y controlado, según diseño original, por las guías laterales y en el ascensor de entrada por los rodillos laterales.

La condición actual es la mostrada en tabla, donde se observa la diferencia entre el ancho de la bandeja y la distancia con respecto a las guías y rodillos.

Esta condición muestra que la posibilidad de la bandeja de cruzarse durante el avance del proceso es significativa y aumenta el riesgo al incorporar otros factores como deformación de la bandeja o de la estructura, movimiento vibratorio vertical de la bandeja, solturas, deformaciones en los pisos guías, ruedas de deslizamiento trabadas, desgastes, etc.



Se representa la condición ideal de paso de la bandeja en el ascensor limitada lateralmente por los rodillos

3.7 Anexo esquema simplificado de funcionamiento. (Imagen 3.7)

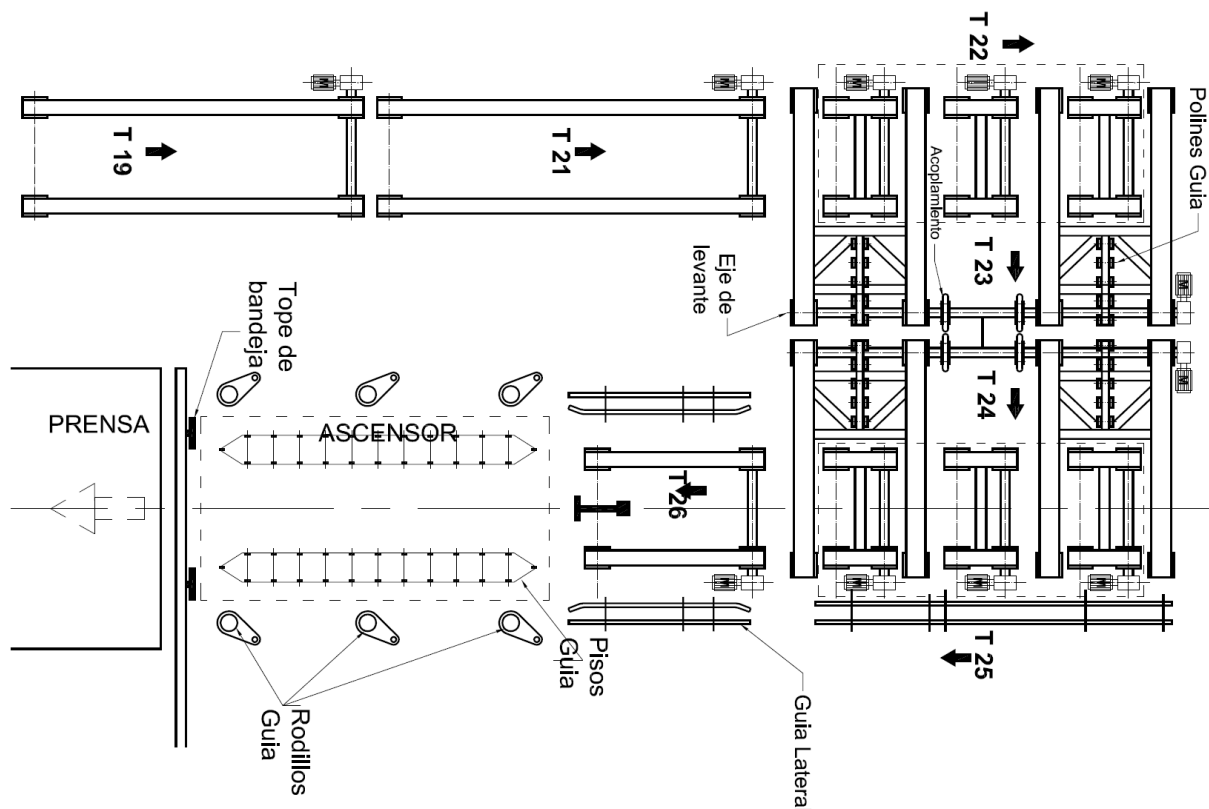


Imagen 3.7

3.8 Conclusión estudio empresa externa.

Obteniendo los resultados de las inspecciones realizadas, se puede concluir en términos generales, que tanto los transportes como el ascensor de entrada, se encuentran en un avanzado estado de desgaste, que mantienen a la maquinaria en una condición de funcionamiento desmejorada respecto a su diseño original.

Sin embargo lo anterior y según el problema planteado, es necesario efectuar las actividades necesarias para recuperar al máximo la condición de diseño original, según el resultado de las inspecciones realizadas, tendiendo a minimizar las detenciones debido al enredo de bandejas, disminuyendo además la condición vibratoria de las bandejas, que se presenta a lo largo del proceso sobre los transportes.

El funcionamiento normal del proceso genera variaciones en los sistemas mecánicos, lo cual es necesario recuperar cumpliendo ciertos ciclos de trabajo, en donde se produce desgaste de los elementos sometidos a roce, se desregulan los accionamientos, llegando a producir por un lado desgastes acelerados y por otro lado trabamientos de los mecanismos ya sea por no estar bien regulados, falta de lubricación y/o por contaminación.

CAPÍTULO IV. SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS EXPUESTOS.

Para poder encontrar una solución que sea simple pero eficiente, debemos realizar una serie de cálculos y utilizar un razonamiento físico en la aplicación de las diferentes posibilidades, razón por lo que debemos analizar cuales son las soluciones geométricas que se pueden emplear en este sistema de transporte.

4.1 Análisis de cargas.

El siguiente análisis contiene las cargas y los puntos de apoyo que están presentes en la bandeja de acero inoxidable junto con el colchón y la malla, este análisis se realiza observando de manera frontal el avance de la bandeja.

Análisis de fuerzas realizado en MDSolid. (Imagen 4.1.1)

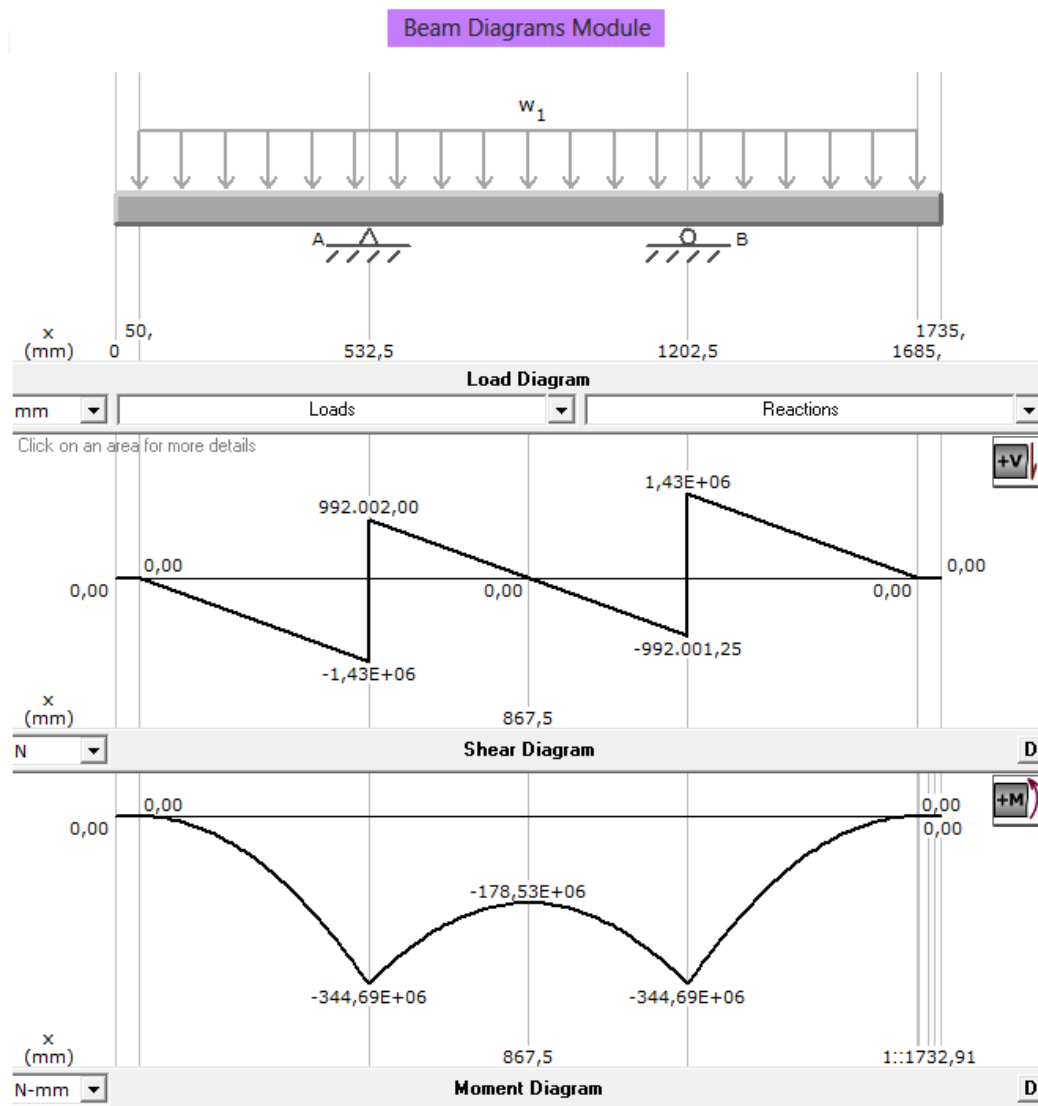


Imagen 4.1.1

Los datos calculados nos permiten cuantificar las longitudes a las que deben colocarse los apoyos laterales de las bandejas, esta distancia comprende desde las bandas de goma hasta los apoyos laterales. (Imagen 4.1.2)

Una forma fácil de saber a qué distancia instalas los apoyos laterales es saber la distancia desde la banda de goma hasta el extremo de la bandeja ($D_{G \rightarrow B} = 532,5 \text{ mm}$), luego debemos calcular cuánto porcentaje de masa queremos que los apoyos soporten (55%)

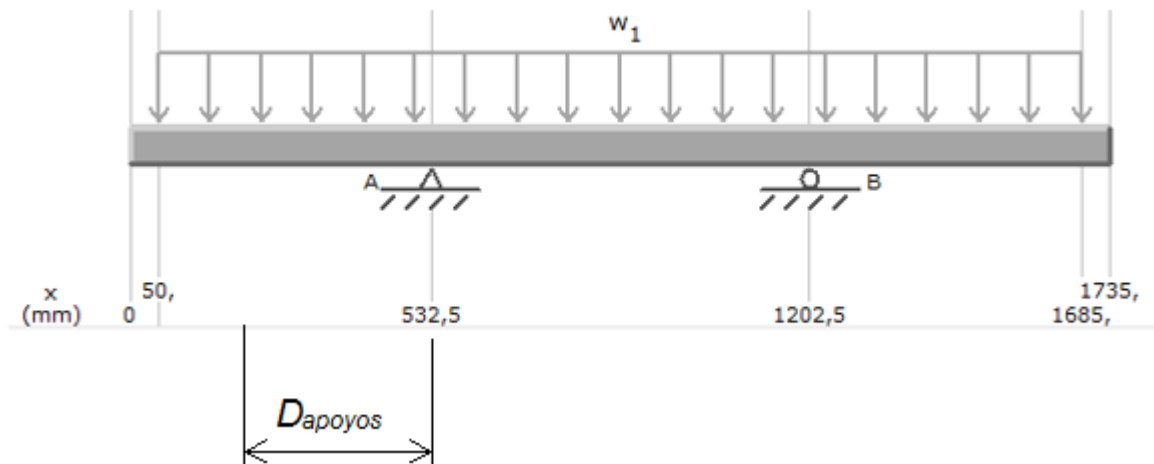


Imagen 4.1.2

Distancia Apoyos:

$$D_{Apoyos} = D_{G-B} \cdot 0,55 = 532,5 \cdot 0,55 = 292,9 \text{ mm}$$

$$D_{Apoyos} = 292,9 \text{ mm}$$

Cálculos de Masas:

Bandeja Acero Inoxidable 304:

$$\text{Volumen: } 0,003 \cdot 1,570 \cdot 4,950 = 0,0233 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Densidad Acero Inoxidable 304: } \rho = 8000 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$M. \text{ Bandeja} = 0,0233 \text{ (m}^3\text{)} \cdot 8000 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 186,4 \text{ kg}$$

Malla (cubierta central de bandeja):

$$M. \text{ Malla} = \text{Aproximadamente } 15\% \text{ de la masa de la bandeja} = 1,15 \cdot 186,4 = 27,96 \text{ kg}$$

$$M. \text{ Malla} = 27,96 \text{ kg}$$

$$M. \text{ Malla} + M. \text{ Bandeja} = 186,4 + 27,96 = 214,36 \text{ kg}$$

Colchón (Fibra Húmeda):

$$\text{Volumen Cholgúan: } 0,003 \cdot 1,520 \cdot 4,880 = 0,0223 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Densidad Plancha de Cholgúan: } \rho = 800 \text{ (kg/m}^3\text{)} \text{ (Densidad Producto Terminado)}$$

*En el prensado se liberan alrededor de 70 lts de agua del colchón antes de convertirse en un colchón cocido, esto equivale aproximadamente a 75 kg, ya que el agua expulsada del colchón contiene una mayor densidad.

$$M. \text{ Colchón} = (0,0223 \cdot 800) + 75 = 92,8 \text{ kg}$$

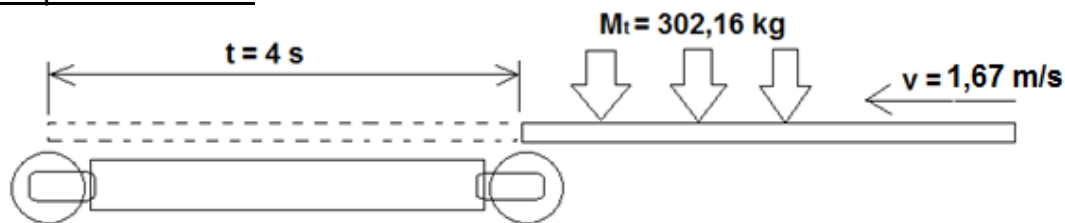
$$M. \text{ Total} = M. \text{ Bandeja} + M. \text{ Malla} + M. \text{ Colchón} = 186,4 + 214,36 + 92,8 = 493,56 \text{ kg}$$

$$M. \text{ Total} = 493,56 \text{ kg}$$

- ❖ La idea de comparar los dos esquemas siguientes, es poder determinar cual de estas opciones logra una mejor “Terminación Superficial”, o como es nuestro caso que cumpla con el criterio de tratar de asemejar nuestro transporte de bandejas al desplazamiento de un fluido en régimen laminar.

El siguiente cálculo nos dará una comparación de cual de las 2 disposiciones de ruedas tiene una mejor respuesta a los impactos que se generan con desplazamiento de las bandejas.

Esquema Avance:



Cálculos:

$$F = m \cdot a = m \cdot v / t = 493,56 \cdot (1,67 / 4) = 206,1 \text{ N.} \Rightarrow F = 206,1 \text{ N}$$

Disposición 1:

$$\sum F = 0: F_x = -F \cdot \cos(7^\circ) = -206,1 \cdot \cos(7^\circ) = -204,53 \text{ N}$$

$$F_y = -F \cdot \sin(7^\circ) = -206,1 \cdot \sin(7^\circ) = -25,11 \text{ N}$$



$$\sum M = 0: M_x - M_y - M = 0 \Rightarrow (204,53 \cdot 35,58) - (25,11 \cdot 18,28) = M$$

$$M = 6818,2 \text{ N} \cdot \text{mm} \Rightarrow M = 6,82 \text{ N} \cdot \text{m}$$



Cantidad de Ruedas en 1 m: (Imagen 4.1.3)

$$1000 / 55 = 18,18 \text{ Ruedas/m} \approx 18 \text{ Ruedas/m}$$

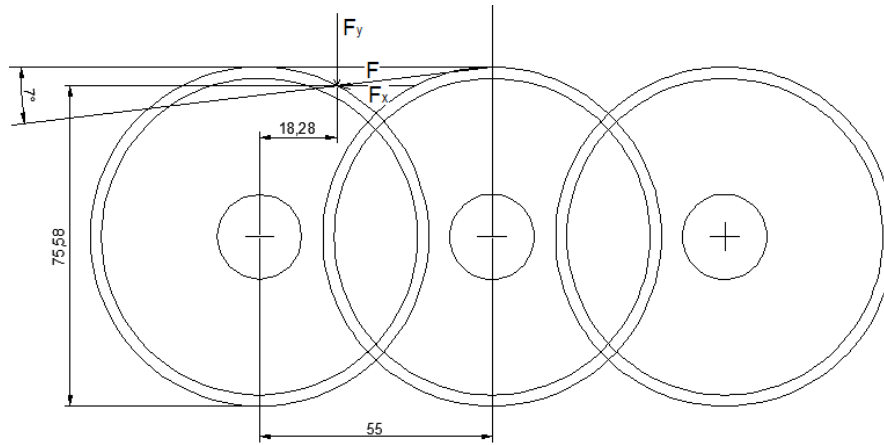


Imagen 4.1.3

Disposición 2:

$$\sum F=0: F_{1x} = -F \cdot \cos(10^\circ) = -206,1 \cdot \cos(10^\circ) = -202,97 \text{ N}$$

$$F_{1y} = -F \cdot \sin(10^\circ) = -206,1 \cdot \sin(10^\circ) = -35,8 \text{ N}$$



$$\sum M=0: M_{1x} - M_{1y} - M_1 = 0 \Rightarrow (202,97 \cdot 30,16) - (35,8 \cdot 26,27) = M$$



$$M_1 = 5181 \text{ N} \cdot \text{mm} \Rightarrow M_1 = 5,2 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Cantidad de Ruedas en 1 m: (Imagen 4.1.4)

$$1000/85 = 11,76 \text{ Ruedas/m} \approx 11 \text{ Ruedas/m.}$$

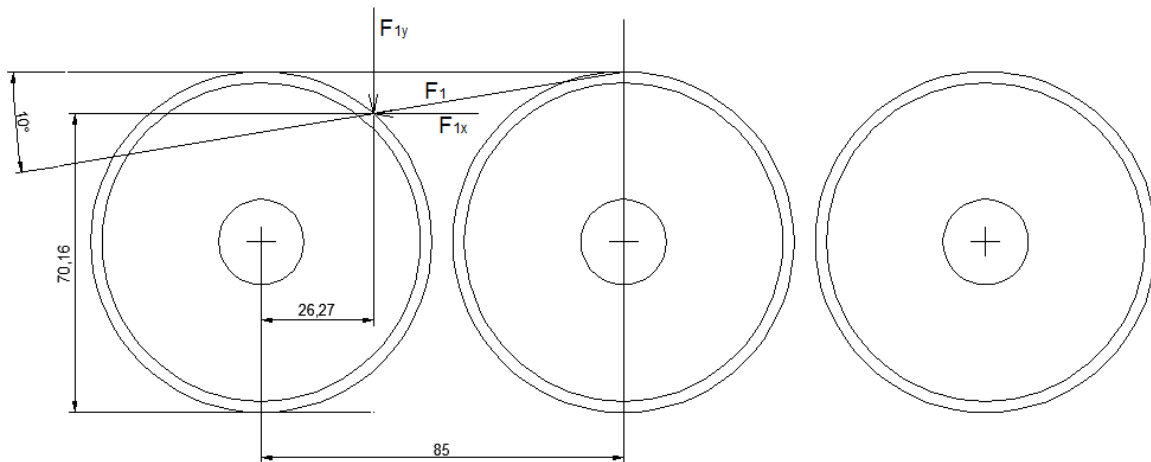


Imagen 4.1.4

Como las ruedas son del mismo tamaño, la velocidad y fuerza también tienen la misma magnitud y por lo tanto la única variable que influye en el ángulo de impacto es la distancia entre las ruedas. Es por esto que podemos comparar cual de los dos momentos resultantes es mayor y con ello poder deducir que el momento mayor influye directamente en una menor resistencia al avance (Tendencia a un desplazamiento suave). Esto nos ayuda a disminuir el efecto vibratorio a lo largo de los transportes.

$$M/M_1 = 5,2/6,82 = 0,762$$

$$\%M/M_1 = 0,762 \cdot 100 \approx 76 \%$$

Como el momento M1 es un 24% menor que M, esto junto a las alturas de impacto nos indica que la Disposición 2, tendera a disminuir el avance pero solo en un 24% en relación a la Disposición 1, lo cual comparado al hecho de que necesitamos aproximadamente un 35% menos de ruedas. Es por lo anterior que preferimos la **Disposición 2.**

4.2 Cálculo esfuerzo en soporte regulable.

Cálculo de fuerza:

A continuación se calculara la fuerza que desarrolla la bandeja y el colchón al desplazarse sobre las bandas del transporte bajo, todo esto a una velocidad y masa constante.

V: Velocidad de transportes bajos = 100 (m/min)

D: Distancia recorrida en cinta transportadora = 813 (cm)

t: Tiempo en recorrer la cinta transportadora (s)

$$v = \frac{D_x}{t} \dots\dots ec1$$

$$t = \frac{D_x}{v} \dots\dots ec2$$

Donde:

$$t = \frac{D_x}{v} \Rightarrow t = \frac{8,13 \text{ (m)}}{1.667 \text{ (}\frac{\text{m}}{\text{s}}\text{)}} \Rightarrow t = 4.877 \text{ (s)}$$

Como sabemos la distancia a recorrer y su velocidad solo nos queda despejar el tiempo, con estos datos podemos calcular el trabajo (T) que se necesita para desplazar el colchón desde un extremo del transporte a otro.

$$T = m \cdot \frac{v^2}{2} \dots\dots ec3$$

$$T = F \cdot s \dots\dots ec4$$

Donde:

T: Trabajo necesario para desplazar el colchón una distancia deseada (N·m)

m: Peso de la bandeja con el colchón = 494 (kg)

v: Velocidad del transporte = 1.667 (m/s)

s: Distancia recorrida (m)

$$T = m \cdot \frac{v^2}{2}$$

$$T = 494(\text{Kg}) \cdot \frac{1.667^2(\text{m/s})}{2}$$

$$T = 686,39 (\text{N} \cdot \text{m})$$

Ahora que sabemos el trabajo que se necesitaría usaremos la ecuación N°4, para despejar la fuerza que tiene el colchón al salir de la cinta transportadora.

$$T = F \cdot s$$

$$686.39(\text{N} \cdot \text{m}) = F \cdot 8.13(\text{m})$$

$$F = 84.42(\text{kg})$$

Con el estudio externo realizado se sabe que la bandeja tiende a bajar en un ángulo de 30°, así que se debe descomponer las fuerzas:

$$F_x = F \cdot \cos 30^\circ \quad F_y = F \cdot \sin 30^\circ$$

$$F_x = 84.42 \cdot \cos 30^\circ \quad F_y = 84.42 \cdot \sin 30^\circ$$

$$F_x = 73.1(\text{Kg}) \quad F_y = 42.21 (\text{Kg})$$

$$F_x = 716.38(\text{N}) \quad F_y = 414.08 (\text{N})$$

Cálculo de deformación en perfil C:

Carga que ejerce la bandeja

El peso que se encontrara en contacto con la estructura central corresponde a 1/3 de la masa equivalente a 164,7 Kg. Este soporte central se conforma por dos perfil C en paralelo es por eso que el peso se distribuye en partes iguales haciendo que la carga efectiva que debe soportar cada perfil C sea de 82.35 Kg. (Observar anexo)

$$A = 8.78 (\text{cm}^2) = 878 (\text{mm}^2)$$

$$X = 0.742 (\text{cm}), y = 7 (\text{cm})$$

A: Área de Perfil C.

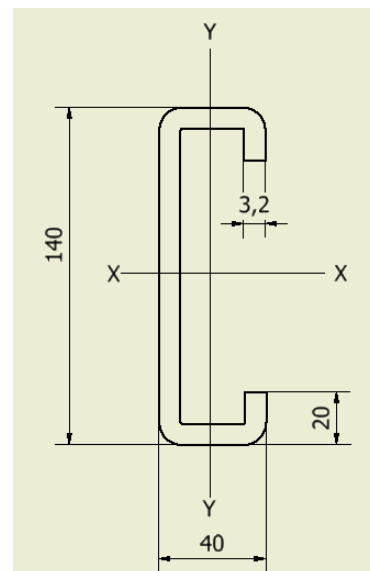
X,Y: Distancia del centroide perfil C.

S1: Esfuerzo

$$S_1 = \frac{P}{A} \dots \Rightarrow S_1 = \frac{P}{A}$$

$$S_1 = \frac{82.35(\text{Kg})}{8.78(\text{cm}^2)}$$

$$S_1 = 9.38 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right)$$



$$S_2 = \frac{P_2}{A} \Rightarrow S_2 = \frac{42.21(\text{Kg})}{8.78(\text{cm}^2)}$$

$$S_2 = 4.8\left(\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}\right)$$

Inercia: 280.20 (cm⁴) dato obtenido anexo

Para poder calcular el esfuerzo que se genera en el perfil C, debemos obtener el momento que se ejerce con la fuerza F_x . (Imagen 5.2.1)

$$M_c = F_x \cdot h \cdot c \dots \text{ec7}$$

Donde:

M_c : momento que se genera en la base del traspaso central

F_x : fuerza que ejerce la bandeja a la salida de la cinta transportadora

h : distancia de la base al punto donde se fuerza (45.45 cm)

c : coordenadas del punto de esfuerzo.

Luego:

$$M_c = F_x \cdot h \cdot c$$

$$M_c = 73.1(\text{kg}) \cdot 45.45(\text{cm}) \cdot 7(\text{cm})$$

$$M_c = 23256.76$$

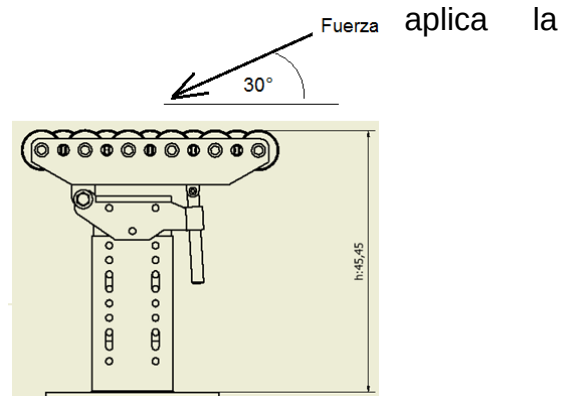


Imagen 4.2.1

Los cálculos previos serán reunidos en la siguiente formula, para obtener los esfuerzos que actúan sobre el perfil C. (Imagen 5.2.2)

$$S_t = S_1 + S_2 \pm \frac{M_c}{I}$$

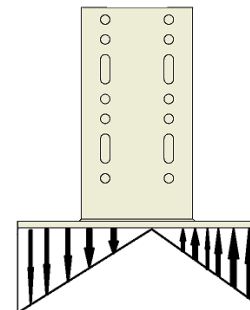
$$S_t = 9.38\left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right) + 4.8\left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right) \pm \frac{23256.76}{280.20(\text{cm}^4)}$$

$$S_{t1} = 97.6\left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right) ; S_{t2} = -68.4\left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)$$

$$S_{t1} = 9571.3 (\text{kPa}) ; S_{t2} = -6707.7(\text{kPa})$$

S_{t1} : 9571,3 (kPa) se encuentra en Compresión.

S_{t2} : -6707,7 (kPa) se encuentra en Tracción.



4.3 Cálculo esfuerzo en perno de anclaje.

El soporte central va anclado a una base de cemento y los pernos de anclaje impiden que se desplace cuando la bandeja pasa de un transporte a otro, estos pernos impiden que las fuerzas de corte y tracción desplacen la base del soporte quedando fija a la superficie de concreto, para poder calcular el tipo de perno necesario (Diámetro, Dureza, Revestimiento Químico, Etc.), Debemos estudiar las fuerzas que se encuentran presente en la base de la estructura.

Debemos tener en cuenta que ya calculamos la Fuerza de Tracción a la cual se encuentra sometido el Perno de Anclaje (S_{t2}), este esfuerzo se debe distribuir en todos los pernos que se encuentran en la parte derecha del soporte revisar (Imagen 5.3).

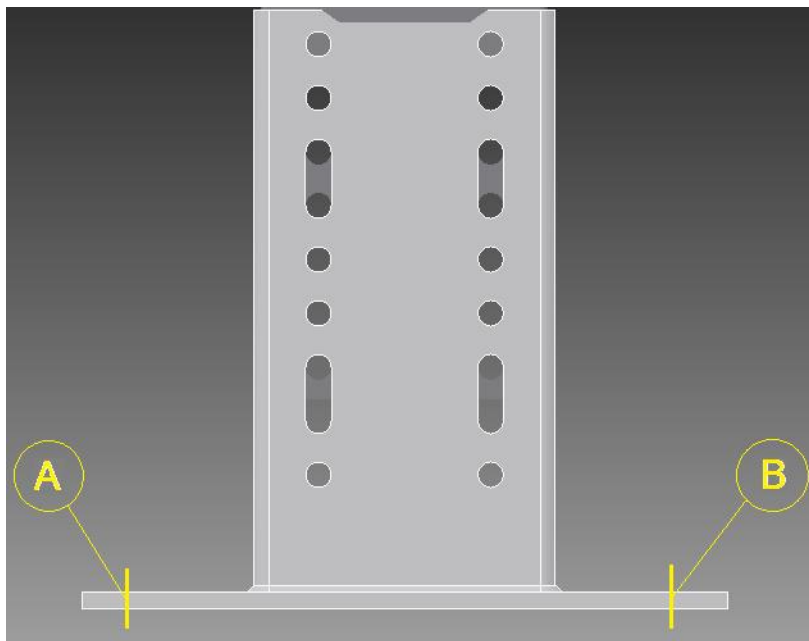


Imagen 4.3

Además del esfuerzo de tracción estos pernos estarán sometidos a esfuerzos de corte simple (τ), aunque es de menor magnitud que el esfuerzo de tracción igual puede suponer un problema ya que la cantidad de veces que impactan a la estructura hace que los pernos estén más propensos al corte.

Cálculos Esfuerzos:

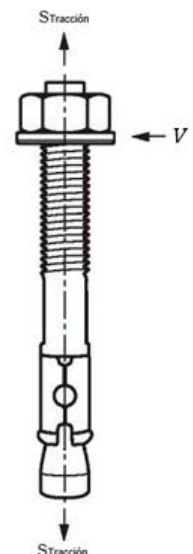
El tipo de perno de anclaje que escogimos es el M16.

Las uniones son simples, por lo tanto están sometidas a Corte Directo:

$$P_x = 73,1 \text{ (kg)}$$

$$A_p = 8,04 \times 10^{-4} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\tau_{Real} = \frac{P_x}{A}$$



Fuerza cortante V:

$$V = 40 \text{ (kN)} = 4081.6 \text{ kg}$$

$V = 4081.6 \text{ kg}$, Utilizaremos un factor de seguridad $F_s = 2$, esto en caso de que se aumente la velocidad o la fuerza en el transporte.

$$V_{adm} = \frac{P_x}{F_s} = \frac{4081.6}{2} = 2040.8 \text{ kg}$$

Fuerza cortante admisible, esta es la máxima fuerza que deberán resistir los pernos de anclaje para no sufrir deformaciones permanentes:

$$V_{adm} = 2040,8 \text{ kg} = 20020,2 \text{ N}$$

Comparando esta Fuerza cortante admisible con la Fuerza real de corte que se produce en la base, se puede obtener lo siguiente:

$$V_{adm} = 20020,2 \text{ N} \gg P_x = 717,1 \text{ N}$$

El esfuerzo cortante generado por la fuerza real de corte, se aplica en todos los pernos de anclaje del soporte central:

$$\tau_{Real} = \frac{P_x}{A_p} = \frac{73,1 \times 9,81}{8,04 \times 10^{-4}} = 891929,1 \text{ (Pa)} = 891,9 \text{ (kPa)}$$

Por lo cual, este esfuerzo se deberá dividir en 8 pernos:

$$\tau_{Real} = \frac{891,9}{8} = 111,5 \text{ (kPa)} \Rightarrow \tau_{Real} = 111,5 \text{ (kPa)}$$

$$S_{Tracción} = 6707,7 \text{ (kPa)}$$

Cálculos Anclaje:

El lado B (Imagen 5.3), tiene 4 pernos de anclajes, es decir la fuerza de tracción es equivalente a $1,67 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ por cada perno.

$$Llb = m' \cdot \emptyset_2 + (10 \cdot \emptyset) \dots \text{ Ec. 7}$$

Llb: profundidad que debe tener el anclaje (cm).

m' : coeficiente numérico (7).

$\emptyset$: diámetro de la barra de anclaje (1.6 cm).

$(10 \cdot \emptyset)$: valor agregado en caso de existencia de vibraciones.

Donde:

Resistencia del hormigón (N/mm ²)	m
	B 400 S
25	12
30	10
35	9
40	8
45	7
50	7

Tabla: Resistencia del hormigón, Factor: m

Como la carga a la que se somete es tan pequeña el cemento no se ve comprometido así que usaremos un factor = 7, además se encuentra sometido a una fuerza con una cierta frecuencia que puede producir vibraciones, por lo cual se usara un factor agregado:

$$Llb = m' \cdot \varnothing_2 + (10 \cdot \varnothing)$$

$$Llb = 7 \cdot 1,62 + (10 \cdot 1.6)$$

$$Llb = 19,52 \text{ (cm)}$$

Diámetro de la Broca:

- Productos de resinas epoxi: Adhesivo, tixotrópico, Mortero epoxi, Resina epoxi.

- El diámetro del taladro deberá ser entre 10 mm a 20 mm superior al de la barra. La carga es relativamente baja así que se considera el valor mínimo.

$$\varnothing_B = \varnothing + 10 \text{ mm} \text{ ó } \varnothing + 20 \text{ mm.}$$

$$\varnothing_B = 16 \text{ mm} + 10 \text{ mm.}$$

$$\varnothing_B = 16 \text{ mm.}$$

► En Resumidas cuentas los esfuerzos que se generan de tracción y de corte, no son lo suficientemente grandes como para deformar o dañar el anclaje de la estructura central.

4.4 Cambio dimensionamiento en bandas de goma.

Las bandas de goma que se encuentran instaladas en cada uno de los transportes y cada traspaso utiliza dos bandas las que se encuentran separadas entre sí por 480 mm. Estas bandas las podemos encontrar en anchos que varían entre 120 a 160 mm, cuando la bandeja avanza por el sistema se observó que en las bandas de 120 mm tiende a deslizarse debido a la poca adherencia lo que genera una pequeña vibración y desalineación de la bandeja con respecto al transporte, por lo cual se toma la determinación de usar en todos los transportes bandas de ancho $A_{\text{Banda}} = 160 \text{ mm}$. Que es el ancho de las ruedas motrices, esto brinda mayor área de contacto evitando el deslizamiento. (Imagen 4.4).

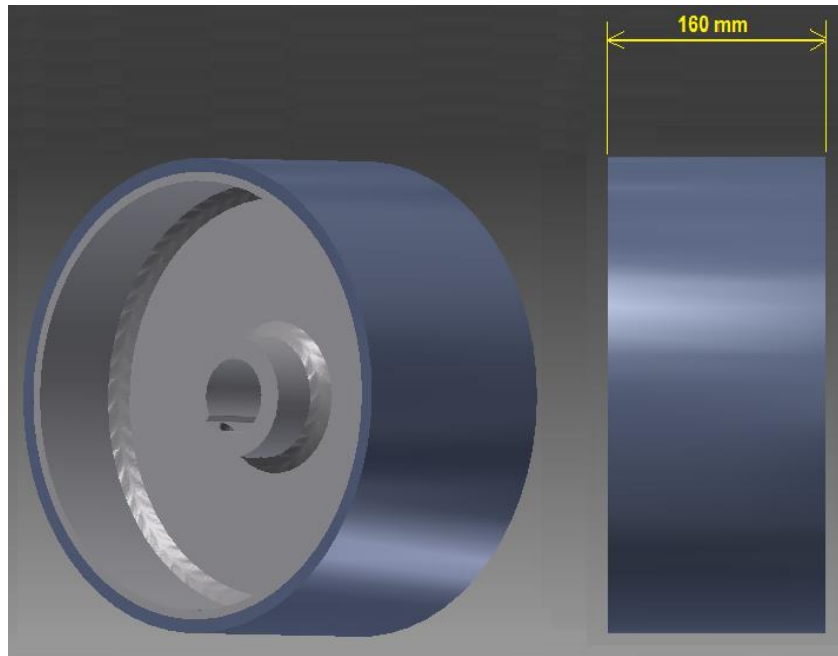


Imagen 4.4

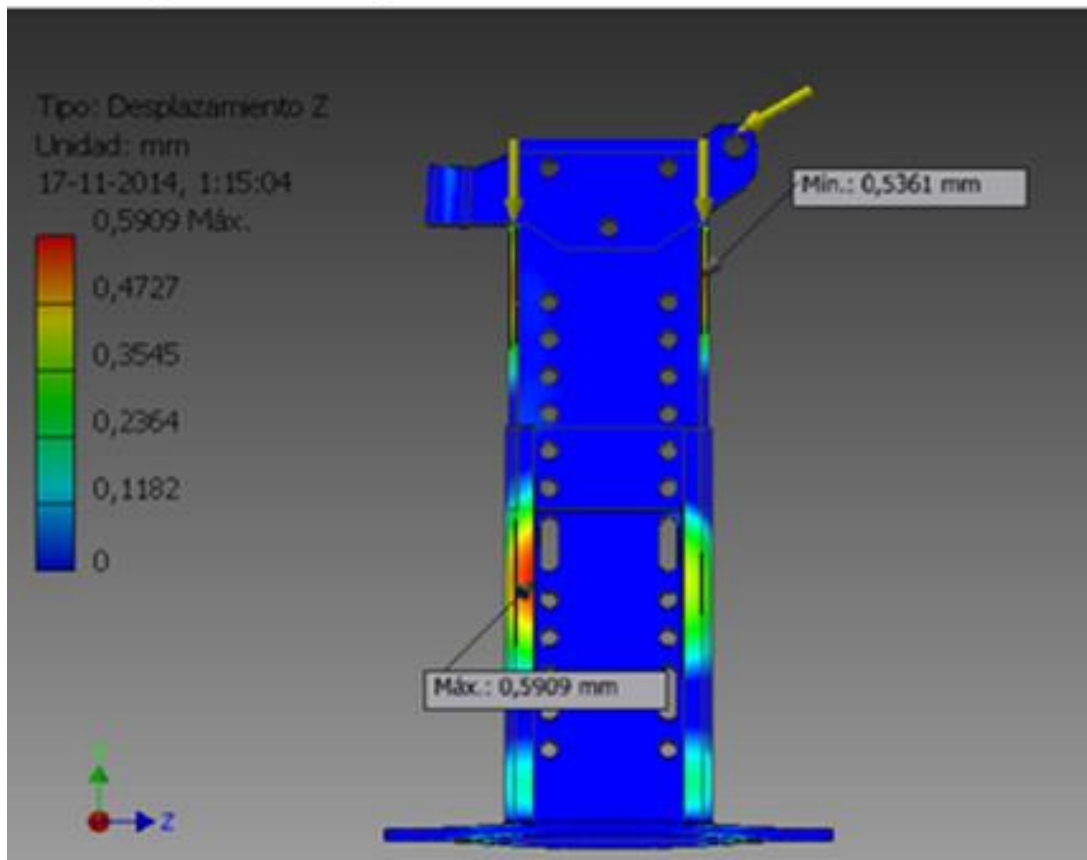
4.5 Frecuencia natural traspaso central diseñado.

La frecuencia natural que tiene el sistema es mucho más alta que la frecuencia que genera el avance de las bandejas sobre las ruedas, esto lo podemos deducir ya que el sistema lleva trabajando durante 50 años, Por lo cual, si estuvieran en una frecuencia cercana hace bastante tiempo el sistema hubiese colapsado debido a la resonancia.

Usando el software Autodesk Inventor, se logró evaluar la frecuencia natural del material a utilizar para la base del soporte, la cual es de 209.61 Hz como se puede ver en la imagen (Fig. 4.5).

En otra palabras quiere decir que la base debe ser golpeada con la misma fuerza en reiteradas ocasiones con intervalos de 4.77×10^{-3} (s), como sabemos que cada bandeja demora 4.2 segundos aproximadamente en pasar por completo un transporte, por lo que la frecuencia con la que impacta el soporte central es de 0.24 Hz, la cual está muy por debajo de la frecuencia a la cual están los demás componentes del transporte, por este motivo no se analizara con los demás componentes si es que entra en resonancia. El informe se encuentra en (Anexo 2).

F1 209,61 Hz Desplazamiento Z



(Fig. 4.5)

4.6 Frecuencias presentes en transporte 19.

Para determinar si el sistema de transporte puede o no entrar en resonancia, debemos analizar los componentes que se encuentran en movimiento ya sea rotación o traslación, es por esto que analizaremos las siguientes frecuencias y las entrelazaremos para ver si tienen posibilidades de entrar en resonancia.

a) Frecuencia Natural (ω_0) del sistema:

Es muy complejo determinar la frecuencia natural del sistema ya que este sistema de transporte está compuesto de una serie de partes, las cuales generan una gran gama de vibraciones a distintas frecuencias y amplitudes, lo que sí sabemos es que cada una de las vibraciones son influenciadas por el movimiento rotatorio del eje proveniente del motor, Por lo cual nos guiaremos por la frecuencia que genera este motor haciendo ($\omega_0 = \omega_M$), luego de esto debemos tratar de comparar la frecuencia generada por el movimiento rotacional del eje proveniente del motor junto con la generada por el avance de las bandejas sobre las ruedas guías.

b) Frecuencia producida por el motor (ω_M):

El motor genera un movimiento oscilatorio, resultado del giro de su eje que no siempre está balanceado en un 100%. Este movimiento es a alta frecuencia pero de baja amplitud el cual se transmite al transporte, posteriormente es amortiguado por el anclaje de la estructura.

c) Frecuencia generada por el avance de la bandeja (ω_B):

Esta vibración ω_B , es de una frecuencia menor y una amplitud mayor a la que genera el movimiento rotatorio del eje, proveniente del motor, hemos calculado la posible frecuencia y amplitud de este movimiento oscilatorio.

$$v = 1,667 \text{ (m/s)}$$

Distancia a Recorrer:

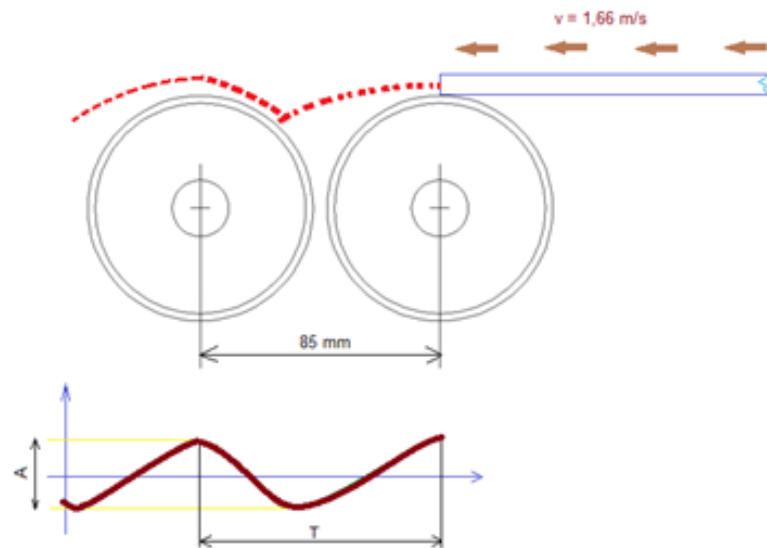
$$85 \text{ (mm)} \Rightarrow T = 0,05 \text{ (s)}$$

$$\omega_B = 20 \text{ Hz}$$

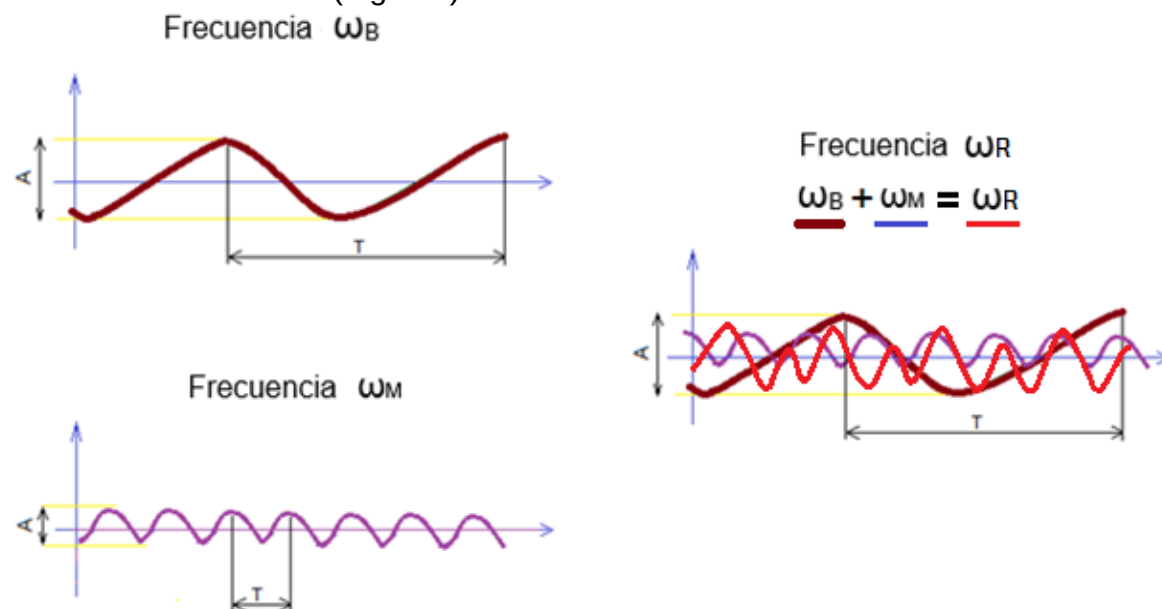
$$\omega_M = 1440 \text{ RPM} = 24 \text{ Hz.}$$

$$A = \frac{F_Y}{\omega_M^2 - \omega_B^2} = \frac{42,21 \times 9,81}{24^2 - 20^2}$$

$$A = 2,35 \text{ mm}$$



**Esta amplitud nos da una representación del movimiento vertical que se genera al unir las 2 frecuencias. (Fig. 4.6).

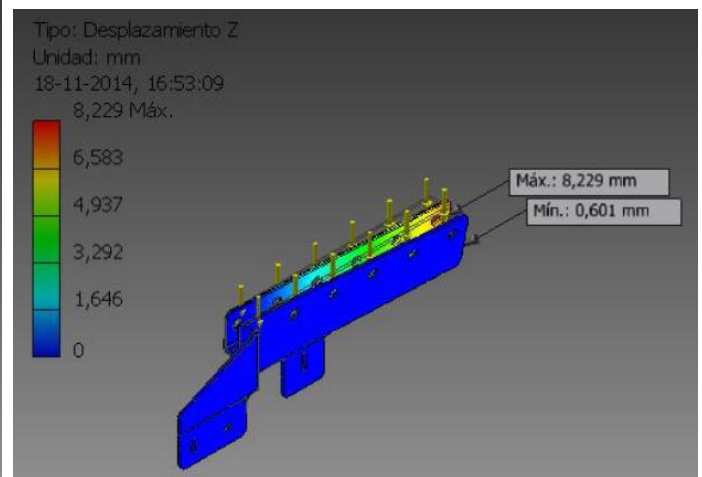
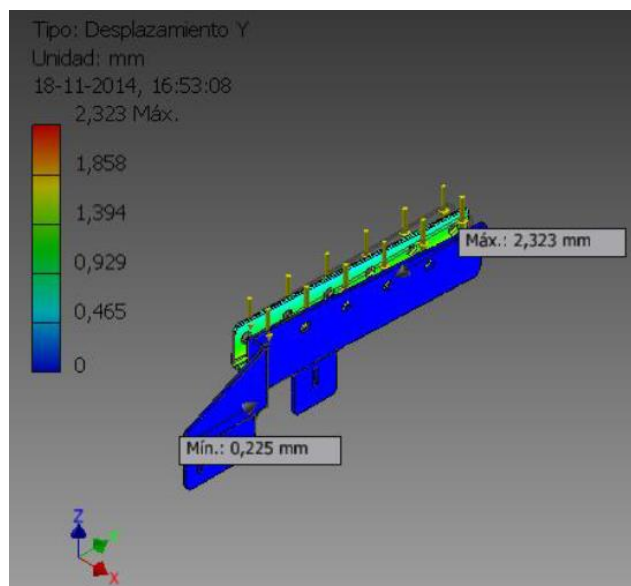
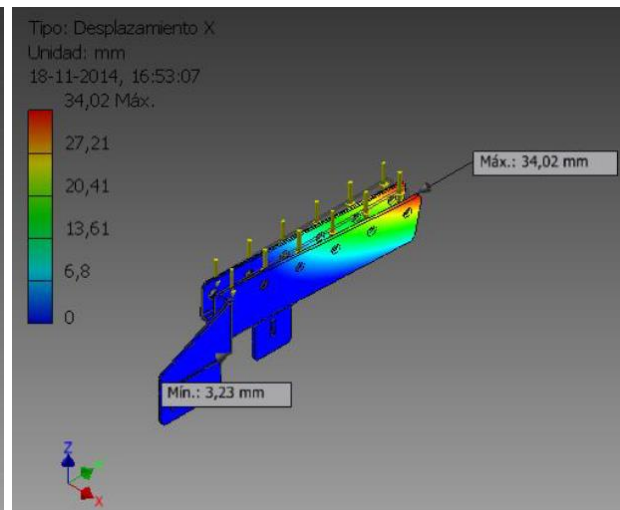
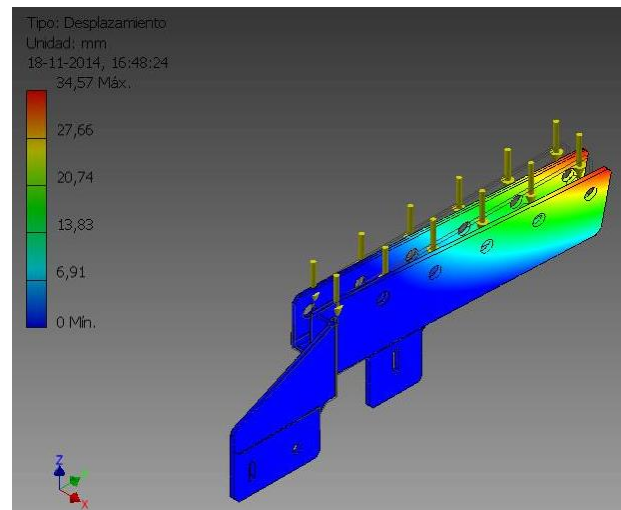


(Fig. 4.6)

CAPÍTULO V. SOLUCIÓN APOYOS CENTRALES Y LATERALES.

5.1 Análisis de esfuerzos en Autodesk Inventor para apoyos centrales.

Se realizó el análisis de esfuerzos al apoyo central, el cual debe resistir una fuerza aproximada de 820 N. Los resultados del análisis se encuentran en un archivo PDF (Anexo 3).

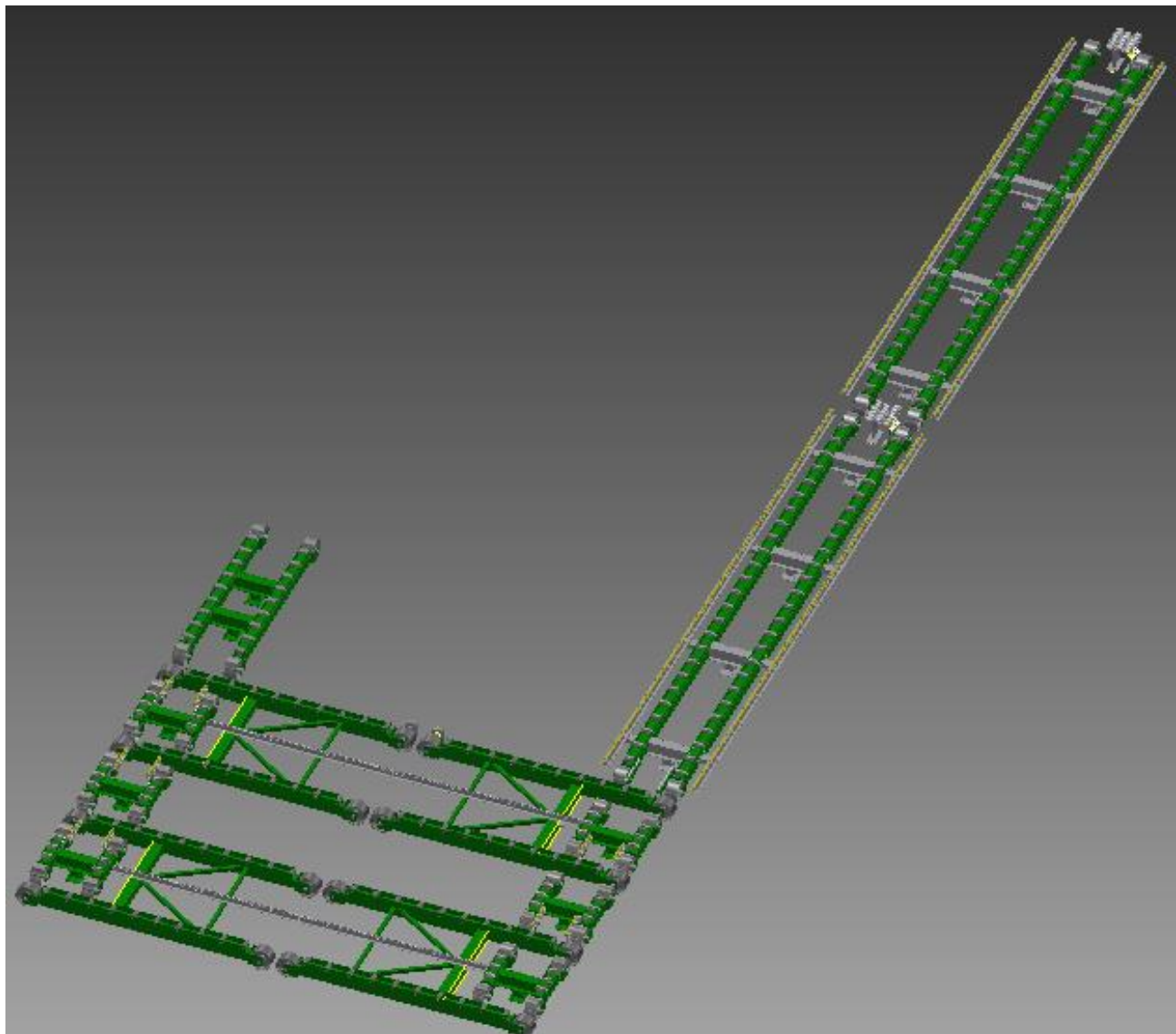


5.2 Elección ruedas utilizadas en todos los apoyos.

El tipo de ruedas a elegir debe soportar diferentes condiciones de uso como son: temperatura, humedad, impactos. Es por este motivo que debemos seleccionar un material que tenga una cierta resistencia a la Temperatura, que además tenga la capacidad de no absorber la humedad del ambiente de trabajo y por otra parte tenga una gran resistencia a los impactos. Sabemos que no muchos materiales se comportan bajo estas especificaciones, es por esto que analizamos el material que cumpla con la mayor cantidad de especificaciones o por lo menos con las más importantes.

Del Catálogo de Plásticos (Anexo 5), se tomó la determinación de fabricar las ruedas de polipropileno, bajo las siguientes especificaciones:

5.3 Diseño de soluciones en Autodesk Inventor.



CAPÍTULO VI. CONCLUSIÓN, ANEXOS Y BIBLIOGRAFÍA.

6.1 Conclusión.

Para poder encontrar las posibles soluciones a los problemas encontrados y detallados en el estudio que realizó la empresa externa a Paneles Arauco planta Trupán-Cholguán, se debió analizar cada uno de los problemas por separado para así poder encontrar una solución simple pero eficaz la cual se desarrolló siempre teniendo en cuenta un pensamiento creativo y lógico, debido a que las principales complicaciones se debían a posiciones angulares inadecuadas en cada una de las entradas de los transportes. Se desarrollaron los respectivos diseños que disminuyeran estos ángulos de impactos con el fin reproducir el movimiento de un fluido en régimen laminar, esto quiere decir con bajas amplitudes en la suma de todas las frecuencias vibratorias de los componentes del sistema de transporte.

Cada una de las soluciones que se propusieron en este seminario de título fueron analizadas y llevadas a cabo mediante las políticas de la empresa que conlleva un proceso de mejora continua, tal y como lo ha practicado la Empresa Arauco en la remodelación del proceso completo para la fabricación de tableros de alta densidad o HB (Hard Boar), ya que a través de sus 50 años de funcionamiento se han realizado una serie de incesantes transformaciones con el objetivo de aumentar la producción.

Es necesario además destacar la utilización de software como: MDSolid, Autodesk Inventor, Autodesk Simulación. Los cuales nos facilitan los cálculos y nos dan una aproximación cuando se desea obtener de saber aspectos físicos y matemáticos complejos como lo son la frecuencia natural de las estructuras, análisis de esfuerzos, Etc. Con la utilización de estos programas se encontraron los puntos de contactos recomendados que debe tener el tablero al pasar por la cinta transportadora y así evitar la flexión de la bandeja, así como también se encontró el ángulo teórico ideal con el que se debe hacer el traspaso de cada transporte, Todas estas aproximaciones realizadas por los diferentes programas son muy útiles a la hora de tomar una decisión favorable o desfavorable por un diseño mecánico, ya que de lo contrario deberíamos tener elementos de medición que tienen un alto valor y son muy poco accesibles.

También es importante señalar que este tipo de soluciones son de vital importancia para el normal funcionamiento del sistema de transporte de bandejas, dado que cada una de las soluciones apunta a los problemas que generan más pérdidas de tiempo en los sistemas de transportes, como lo es la vibración generada en el traspaso de las bandejas, la desalineación, el desmontaje de las correas de goma y la diferencia de altura de los apoyos existentes. Todos estos problemas que aquejaban el sistema se verán reducidos por la incorporación de nuevas estructuras diseñadas para hacer que el tablero avance con mayor superficie de contacto disminuyendo vibraciones y golpes al cambiar de cintas de apoyos.

El diseño de ruedas de apoyos laterales distribuye mejor el peso de la bandeja evitando la flexión así el colchón que va sobre la bandeja no se quebrara cuando avanza por el transporte.

Para el traspaso de bandejas de una cinta transportadora a otra se usara un transporte central el cual varia en altura y ángulo de inclinación todo esto brinda soporte y levanta el tablero permitiendo que se haga un cambio de transporte más suave con un impacto de menor magnitud.

Considerando todas las complicaciones y desafíos ya descritos con anterioridad, hemos logrado diseñar soluciones a cada uno de los problemas de mayor trascendencia del proceso analizado el cual estaba produciendo perdidas por tiempos muertos y daños en la estructura de los tableros, todos los datos utilizados se obtuvieron mediante un trabajo de recopilación de datos en terreno como fue la obtención de temperatura del tablero, distancia entre los transportes, dimensiones de cada una de las piezas que conformaban los transportes, esto se debía realizar ya que los planos recopilados en la empresa eran muy antiguos y no tenían las mejoras que se hicieron previamente.

Se logra así tener un informe actualizado de las condiciones de funcionamiento con planos y procesos actualizados que debieran producir una mejora y un menor rechazo de los productos finales obtenidos en el proceso.

Para asegurar que las mejoras propuestas tengas un buen desempeño se recomienda:

- Es necesario, fijar a lo menos cada dos meses la actividad de verificación y corrección de soldaduras, además de complementar esta actividad con el análisis de aplicación de seguros de roscas, objeto evitar las soldaduras. Se recomienda por experiencia, el uso de fijador de roscas adhesivo mono componente, el cual debe ser seleccionado específicamente según la aplicación y que tienen gran rendimiento y confiabilidad frente a cargas cíclicas.
- Se necesita también, efectuar alineamiento de las guías laterales de los transportes T-25 y T-26 objeto fijar.
- Reparar las bases de concreto dañadas, objeto dar soporte a los pernos de sujeción en los apoyos de los transportes.
- Se recomienda programar actividad específica de verificar excentricidad de poleas, para reemplazar o reparar según sea el caso, ya que el movimiento excéntrico de las poleas produce vibración en la bandeja, mal montaje de las cintas, desplazamientos laterales de la bandeja, entre otros.

6.2 Anexos.

1) Tabla Datos Perfil C:

Dimensiones (cm)	Espesor (cm)	Peso (kg/vm)	Sección (cm ²)	Valores estáticos relativos a los ejes XX-YY						
				Wx (cm ³)	Jx (cm ⁴)	Ix (cm)	Xg (cm)	Wy (cm ³)	Jy (cm ⁴)	Iy (cm)
140 x 40 x 20	2	4,46	5,68	25,92	181,45	5,65	2,01	7,61	30,38	2,31
	2,50	5,50	7	31,93	223,49	5,65	2,01	9,28	37,03	2,30
	3,20	6,89	8,78	40,03	280,20	5,65	2,01	11,47	45,73	2,28

2) Análisis Esfuerzo Apoyo Central:

https://www.dropbox.com/sh/k44g6uyeg2zyq6i/AABDcxd5Op6l1_zhiuSrLc46a?dl=0

3) Frecuencia Natural del Transporte Central:

https://www.dropbox.com/sh/k44g6uyeg2zyq6i/AABDcxd5Op6l1_zhiuSrLc46a?dl=0

4) Análisis Esfuerzo Apoyo Lateral:

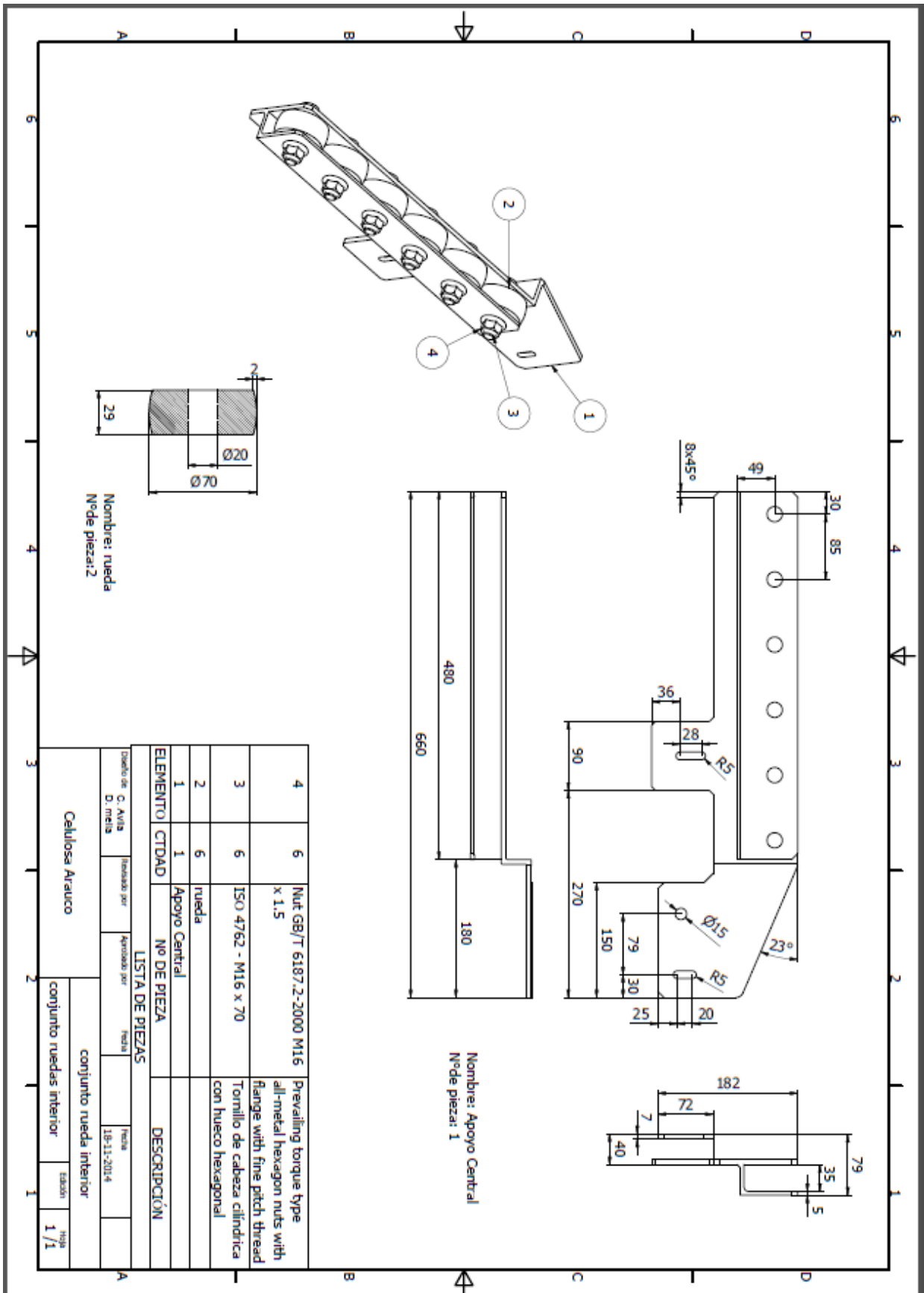
https://www.dropbox.com/sh/k44g6uyeg2zyq6i/AABDcxd5Op6l1_zhiuSrLc46a?dl=0

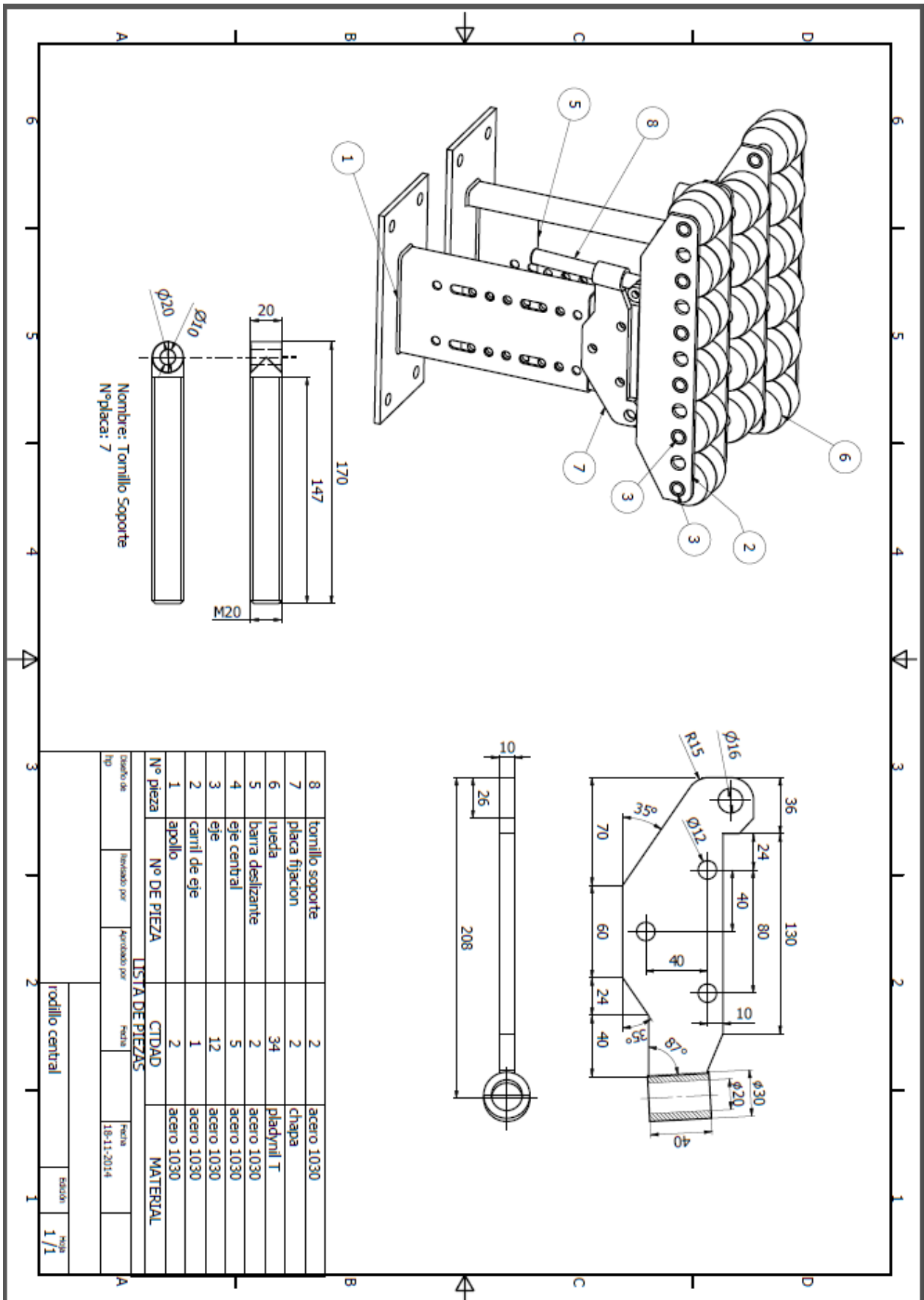
5) Catalogo de Plásticos:

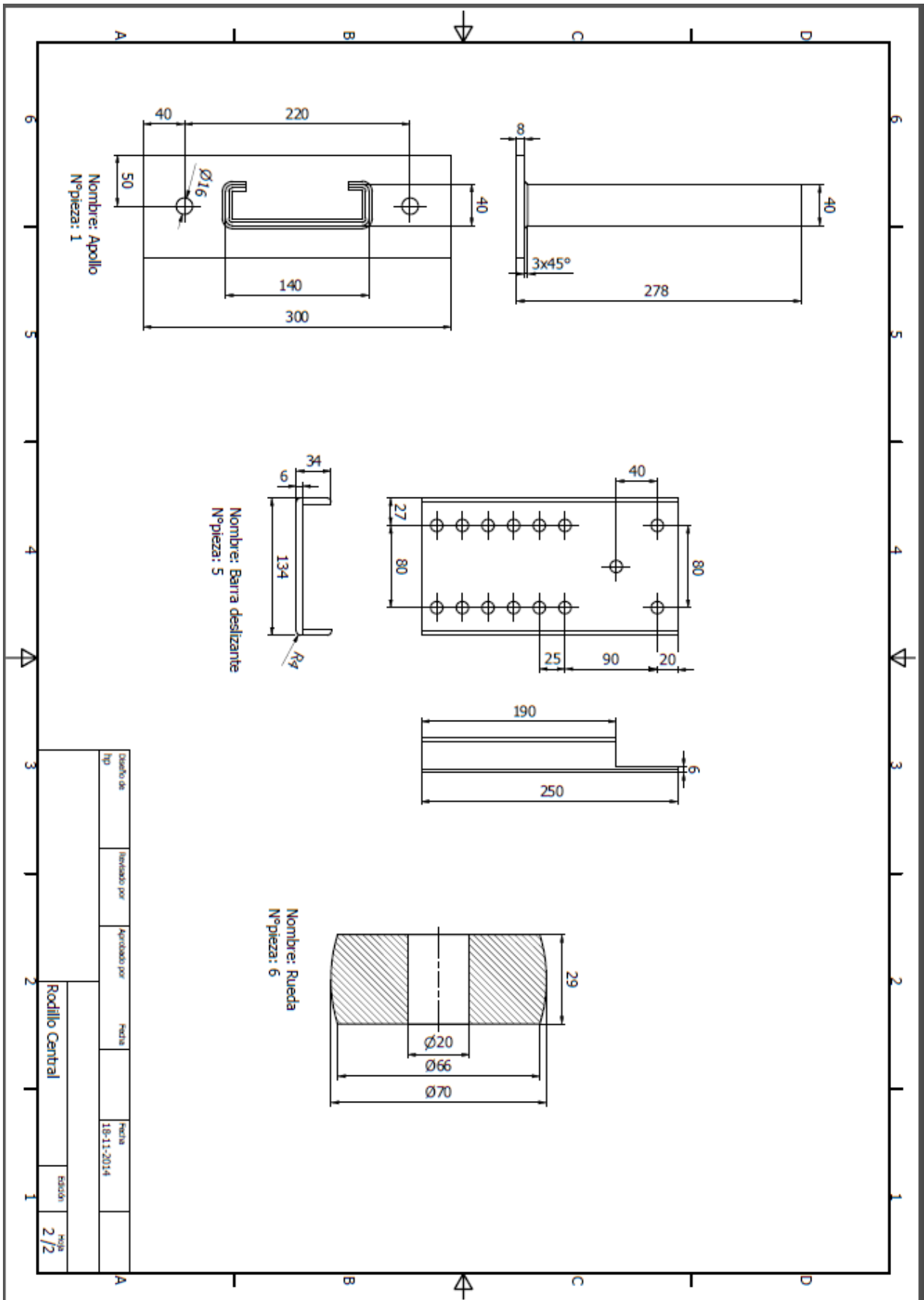
PLASTICOS INDUSTRIALES								
	DENSIDAD GR/CM	TEMPERATURA utilización %C	DUREZA shore D	ABSORCION humedad %	RESISTENCIA química	RELACION de precios	RELACION duración	APLICACIONES típicas
TEFLON	2,17	-220 a 260	51	0	Excelente	5,3	0,25	O-ring, membranas, boquillas, asientos de válvulas. Industria química y alta temperatura.
PVDF	1,79	-40 a 150	68	0,05	Excelente	8,9	0,50	Niples, tees, tuberías, acoples, pernos. Para servicio corrosivo.
POLIURETANO	1,2	-60 a 100	50	0,90	Limitada	2,30	1,50	Bujes, rodillos, revestimientos, topes. Alta impacto y abrasión.
PVC	1,40	-20 a 79	85	0,40	Excelente	1,10	0,50	Revestimientos estanques en industria química.
POLIPROPILENO	0,90	-30 a 120	72	0	Excelente	0,50	0,50	Engranajes industria química, maquinaria, laboratorios.
ERTAPEEK	1,31	-60 a 250	85	0,2	Excelente	59	3	Bujes, engranajes, poleas. Alta velocidad y temperaturas. Reemplazo rodamientos.

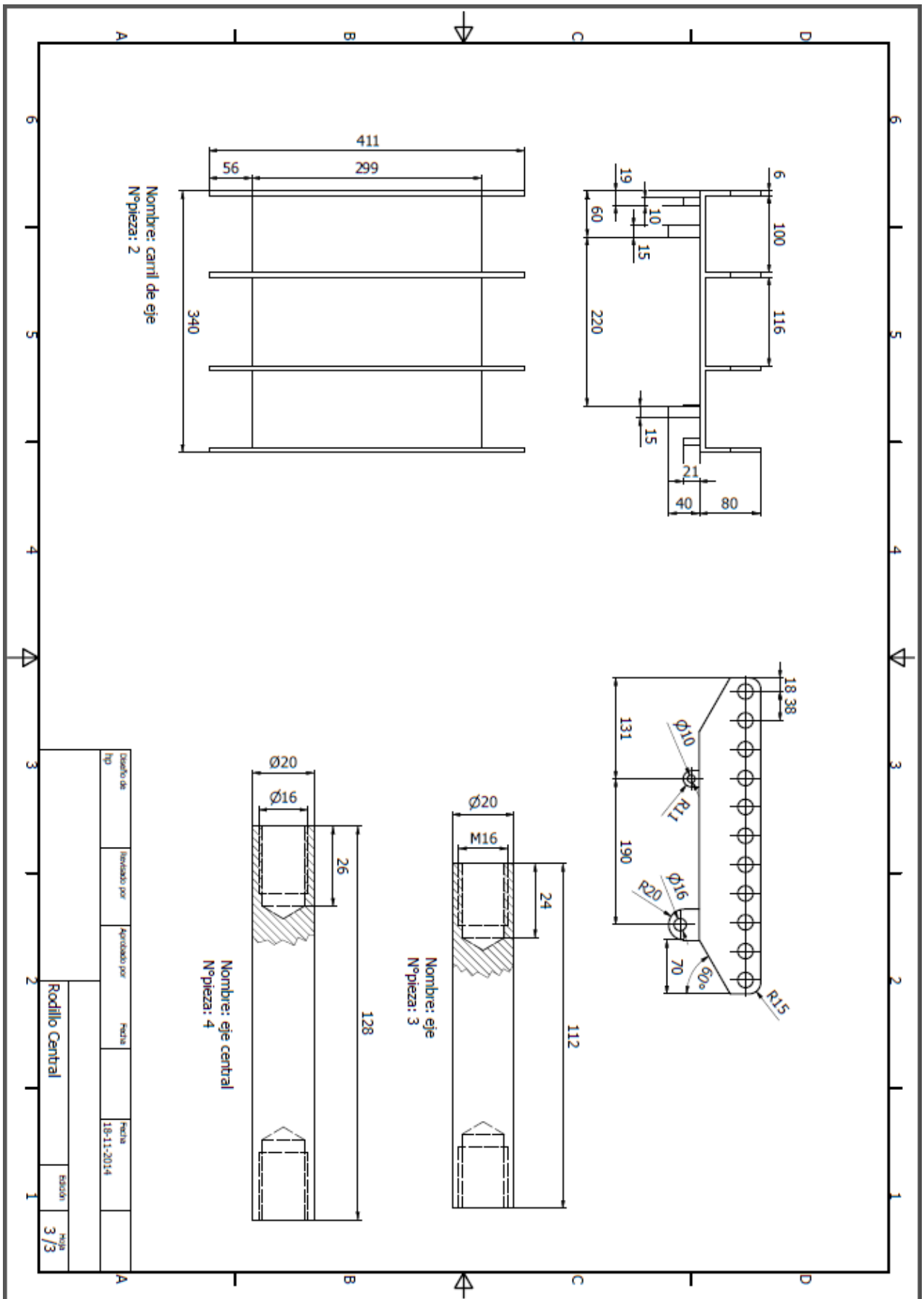
Plastigen S.A. Plásticos de Ingeniería :: El Proveedor de plásticos para uso industrial más importante en Chile
Iquique - Antofagasta - Copiapó - Santiago - Viña del Mar - Curicó - Concepción - Temuco - Puerto Montt

6.3 Planos de diseño.









6.4 Bibliografía.

1) Catálogo Pernos de Anclaje:

http://empresa.wurth.es/pdfs/anclajes/anclajes_tomo2.pdf.

2) Libros Resistencia Materiales:

Diseño de Elementos de Máquinas, 4ta Edición – Robert L. Mott.

3) Catalogo de Plásticos:

<http://www.plastigen.cl/plasticos.php>