

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN



INGENIERO DE DISEÑO EN SMARTRAILERS

TRABAJO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTA

CARLOS ALBERTO SÁNCHEZ CANO

ASESOR:

M.I. FELIPE DÍAZ DEL CASTILLO RODRÍGUEZ.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

	Pág.
OBJETIVO	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPITULO 1	
GENERALIDADES DE LA EMPRESA	
1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	2
1.2 FILOSOFÍA	2
1.3 ORGANIZACIÓN	4
1.4 PRODUCTOS	6
1.5 CLIENTES	7
1.6 PROVEEDORES	9
1.7 LOCALIZACIÓN	10
CAPITULO 2	
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
2.1 INGENIERÍA	11
2.2 EL PROCESO	11
2.3 EL PRODUCTO	31
2.3.1 PLATAFORMA PLANA	31
2.3.2 PLATAFORMA MULTIFUNCIONAL STANDARD	33
2.3.3 PLATAFORMA MULTIFUNCIONAL HIGH CUBE	35
2.3.4 PLATAFORMA TIPO TUNEL	37
2.3.5 PLATAFORMA DESNIVELADA	39
2.3.6 PLATAFORMA ENCORTINADA	40
2.3.6.1 PLATAFORMA PLANA ENCORTINADA	40
2.3.6.2 PLATAFORMA PLANA ENCORTINADA CON PUERTAS TRASERAS	41
2.3.6.3 PLATAFORMA DESNIVELADA ENCORTINADA	42
2.3.6.4 PLATAFORMA DESNIVELADA ENCORTINADA CON PUERTAS TRASERAS	42
2.3.6.5 PLATAFORMA DOBLE DESNIVEL ENCORTINADA (CAMA BAJA)	43
2.3.7 CHASIS PORTACONTENEDOR HIGH CUBE FIJO	44
2.3.8 CHASIS PORTACONTENEDOR HIGH CUBE EXTENDIBLE	46
2.3.9 CONVERTIDOR O DOLLY	47
2.3.9.1 CONVERTIDOR O DOLLY TIPO H	47
2.3.9.2 CONVERTIDOR O DOLLY TIPO A	49
2.3.9.3 CONVERTIDOR O DOLLY TIPO A CON LANZA EXTENDIBLE	50
2.3.10 VOLTEO SOBRE BASTIDOR	51
2.3.11 VOLTEO SOBRES CHASIS	52
2.3.12 VOLTEO LATERAL	54
2.4 LAS NORMAS	56

CAPITULO 3		
EXPERIENCIA PROFESIONAL		
3.1	TRAYECTORIA INGENIERÍA	59
3.2	DESARROLLO PROYECTO KOLA REAL (SANTO DOMINGO)	69
3.2.1	CORREO INICIAL DE SOLICITUD DE ESQUEMA DE VENTAS	69
3.2.2	ESQUEMA DE VENTAS	71
3.2.3	DISTRIBUCIÓN DE CARGAS	74
3.2.4	ESTUDIO DE VIGAS PRINCIPALES	79
3.2.5	BITÁCORA DE PRODUCCIÓN	87
3.2.6	DISEÑO DE LA UNIDAD	88
3.2.7	PLANOS DE FABRICACIÓN	92
3.2.8	LISTA DE MATERIALES	94
3.2.9	SEGUIMIENTO DE PRODUCCIÓN	95
3.3	LABORES ADICIONALES	96
CAPITULO 4		
RECOMENDACIONES		98
CONCLUSIONES		99

OBJETIVOS

El objetivo de esta tesina titulada **Ingeniero de diseño en SMARTtrailers** es:

- Mostrar la metodología de trabajo a seguir en la empresa SMARTtrailers, refiriéndose al área de ingeniería para la realización del diseño mecánico de las unidades a fabricar.
- Mostrar el desarrollo y la responsabilidad que se tiene cuando una persona se dedica al diseño, ya que uno se convierte en el dueño del producto y con esto también se es responsable del correcto funcionamiento, fácil ensamble, y seguridad estructural del mismo.
- Exponer a la comunidad de la carrera Ingeniería Mecánica Eléctrica la aplicación real de los softwares de diseño AutoCAD y SolidWorks en el ámbito laboral.

INTRODUCCIÓN

SMARTtrailers es una empresa dedicada a la fabricación y reparación de unidades de transporte pesado, tales como plataformas, volteos, portacontenedores, dollys, etc. que se utilizan en todo tipo de empresas para el movimiento de productos.

En este trabajo se aborda lo referente a la historia de la empresa SMARTtrailers desde sus orígenes y transformación, sus proveedores y sus principales clientes.

También se proporcionan metas, objetivos, políticas internas, visión, misión, valores, y sus políticas de calidad, todo esto para dar una pequeña reseña sobre la.

CAPITULO 1

GENERALIDADES DE LA EMPRESA



1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

SMARTtrailers S.A. de C.V, es una empresa dedicada a la fabricación y reparación de unidades carroceras del tipo de transporte pesado.

Surgió como una pequeña empresa fundada por iniciativa del ingeniero Daniel Rodríguez Castelán, un ingeniero mecánico egresado del Instituto Politécnico Nacional.

Desde su origen en el año 2003 se caracterizó por ser una alternativa en el mercado de los remolques, caracterizada por la continua búsqueda de utilizar aceros llamados de alta tecnología, estos aceros presentan cualidades entre las cuales son un limite de fluencia mucho mas alto que los aceros normalmente usados en otro tipo de empresas del medio, así como propiedades anticorrosivas, abrasivas , entre otras.

El espíritu de innovación. SMARTtrailers, S.A. de C.V. ha tenido una penetración en el mercado nacional e inclusive ha llamado la atención de Empresas Internacionales de Norte y centro América.

SMARTtrailers ha incursionado en nuevos campos de acción satisfaciendo necesidades de carga especializada gracias a su equipo de ingeniería, con años de experiencia en el ramo.

1.2 FILOSOFÍA

Smart Trailers tiene el compromiso permanente de dar a cada uno de los clientes la satisfacción total de sus expectativas de precio, calidad y servicio.

El trabajo en equipo permite a cada individuo enriquecerse como tal y desarrollar al máximo sus capacidades y habilidades.

Visión.

Convertirse en una de las 5 mejores compañías en Norte y Sudamérica y mantenerse en esa posición debido a la constante innovación de nuestros diseños para anticiparse a las necesidades de los clientes.

Misión.

Ser la empresa líder en la industria manufacturera de remolques, asimismo desarrollar, fabricar e innovar en remolques de carga con la mejor tecnología, componentes y accesorios. Al mismo tiempo lograr que la empresa sea considerada como punto de referencia de nuestros competidores y la marca preferida del consumidor. Siempre cuidando la calidad de nuestros procesos y servicios para lograr una fuerte presencia en México y el reconocimiento internacional de la marca y gama de productos. Somos conscientes de la magnitud de la tarea y de nuestras limitaciones, pero asumimos el riesgo con determinación.

Política de calidad.

En SMARTtrailers S.A. de C.V. nos comprometemos a satisfacer las necesidades de nuestros clientes internos y externos, asegurando que nuestros productos ofrezcan un valor agregado, basados en un diseño de vanguardia, en una mejora continua de procesos y servicios; soportados por un trabajo en equipo de todas las áreas tanto técnicas como administrativas y operativas; además de la certificación y auditorias programadas a todos nuestros proveedores, apoyando siempre el desarrollo del talento humano y adoptando la seguridad y el cuidado del medio ambiente como forma de vida.

Valores.

- Satisfacción del cliente; cubrir siempre las expectativas de nuestros clientes internos y externos.
- Confianza; Ganarnos su confianza y quedarnos así a través de nuestras acciones diarias.
- Trabajo en equipo; ganar en lo individual no es importante, seremos los numero uno a través de nuestro trabajo en equipo.
- Respeto; trata a los demás como te gustaría ser tratado.
- Tomar riesgos; animados a tomar riesgos.
- Sentido de urgencia; ser proactivos. Velocidad es el nombre del juego.
- Mejora continúa; los procesos siempre pueden ser simplificados y/o mejores.

Todos estos valores llevan el propósito de trabajo en equipo y así poder consolidarse como la empresa número uno en la fabricación de remolques.

1.3 ORGANIZACIÓN

SMARTtrailers S.A. de C.V. es una organización vertical, comenzando por el Ing. Daniel Rodríguez Castellán director general y dueño de la empresa, gerentes, ingenieros, supervisores y obreros.

Modelo de organización jerárquica.

Este modelo se apoya al máximo en el principio de jerarquía, manteniendo la unidad de mando de forma que todo nivel dependa exclusivamente de un líder, el cual tiene autoridad para fijar objetivos.

Otra directriz es el establecimiento de la disciplina en el trabajo, fácil conocimiento en las tareas y responsabilidades de cada departamento, pero presenta graves inconvenientes por la acumulación de tareas en los niveles superiores y funciones variadas, lo que motiva la falta de flexibilidad y rapidez en adaptarse a las condiciones. El modelo es propio de pequeñas y medianas empresas, pero no es recomendable en grandes empresas.

Ventajas:

- La organización es fácil de entender.
- Proporcionan líneas claras de autoridad.
- Áreas de responsabilidad muy definidas y control de actividades de los subordinados.
- Cada trabajador es responsable ante un jefe que es su inmediata fuente de autoridad.
- La comunicación de información es ascendente y de ordenes en sentido descendente.
- Los empleados tienen bien definida la escala laboral, donde cada nivel representa un peldaño que el empleado puede alcanzar.

Desventajas:

- Cada supervisor tiene responsabilidades sobre actividades variadas y no puede llegar a especializarse en todas.
- Se producen fallos e ineficacias al no disponer de personas especializadas en tareas específicas.

- Cuando la empresa crece, la cadena de órdenes también crece, con lo que se incrementa la **burocracia**, produciéndose una lentitud y rigidez del comportamiento administrativo de la empresa.

El organigrama general se muestra en la figura 1.1 .

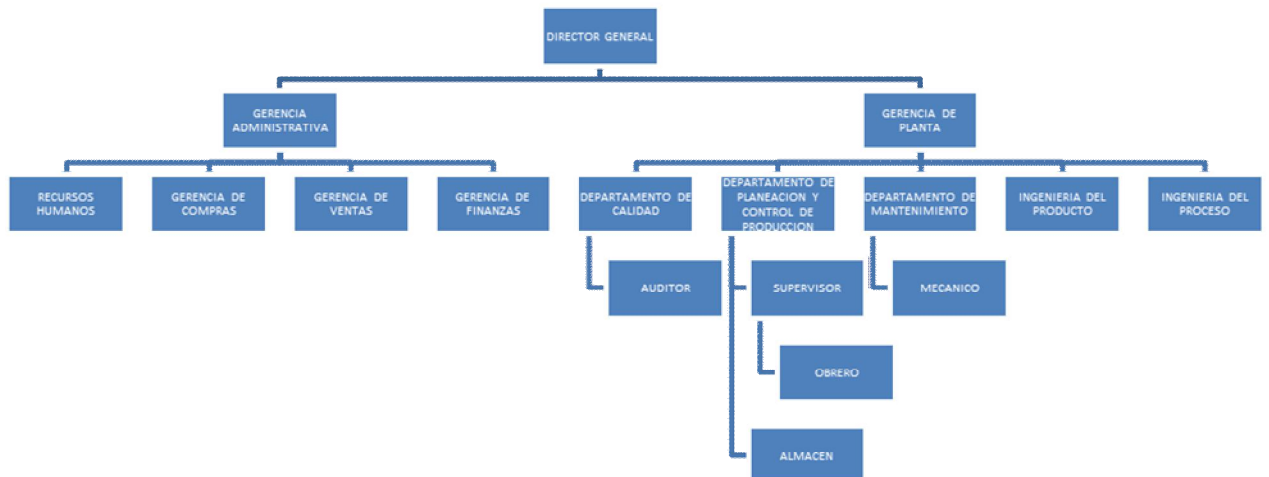


Figura 1.1. Organigrama

1.4.- PRODUCTOS

- Plataformas: Encortinadas, planas, porta contenedor, desniveladas, cama baja, (ver figura 1.2a)
- Volteos: Acero inoxidable, cola de pato, con compuerta, volteo lateral, volteo sobre chasis, carga general, minería, (ver figura 1.2b)
- Porta contenedor: 20 ft, 40 ft, Multifuncional, (ver figura 1.2c)
- Remolque vidriero, (ver figura 1.2d)
- Lowboy: Recto, Con desnivel, (ver figura 1.2e)
- Dollies: Dolly “C”, Dolly “A”, Dolly LX. (ver figura 1.2f)

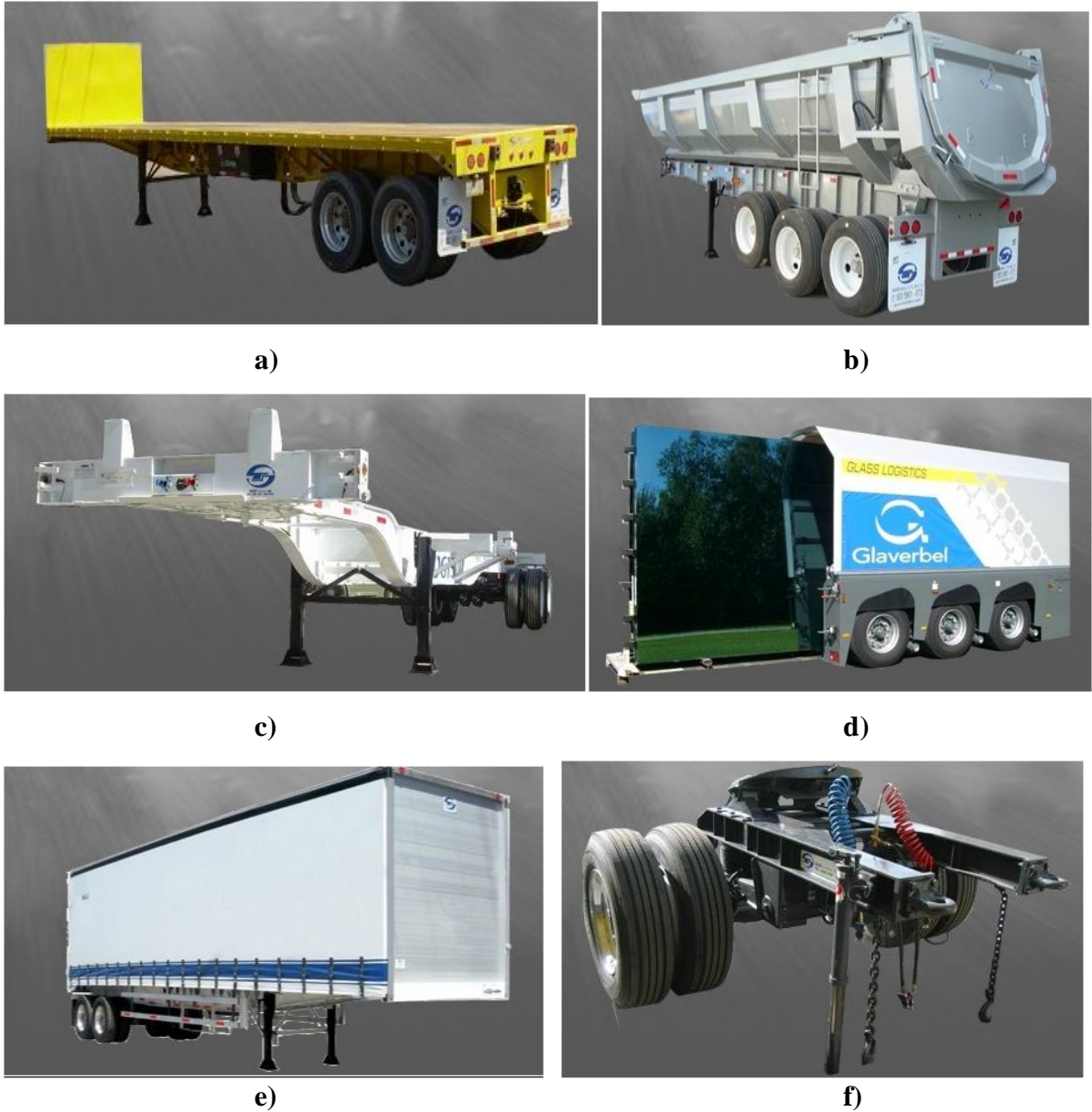


Figura 1.2. Algunos productos de SMARTtrailers . a)Plataformas, b)Volteos, c)Porta contenedor, d)Remolque vidriero, e)Plataforma plana encortinada, f) Dolly

1.5.- CLIENTES

Todas las empresas necesitan trasladar su producto terminado para la venta de éste, éstas empresas tienen su propio transporte y en ocasiones rentan quien les traslade el producto. Por este motivo los clientes de SMARTtrailers son muchos y variados. Algunos de los clientes son los que se muestran a continuación. (ver figura 1.3)



Excelencia en servicios y transporte S.A. de C.V.



Cementos de México



Soluciones Integrales de Empaque y Embalaje



Asociación para el Desarrollo de Logística



Figura 1.3. Clientes que utilizan unidades fabricadas por Smart Trailers.

1.6.- PROVEEDORES

La fabricación de unidades tales como plataformas, volteos, portacontenedores, etc, no significa que la empresa se va a dedicar a hacer todas y cada una de las piezas. La industria carrocera cuenta con una amplia gama de distribuidores que van desde aquellos que venden tornillería y acero, hasta aquellos que se dedican a la venta de sistemas de frenado, neumáticos, luces, etc. La empresa cuenta con los mejores proveedores, los cuales están respaldados con certificados de calidad mundiales, algunos de ellos son. (ver figura 1.4)



Figura 1.4. Algunos proveedores de SMARTtrailers

1.7. LOCALIZACIÓN

La empresa Smart Trailers se encuentra ubicada en el estado de México, esta dirección es la misma desde sus orígenes contando con el mismo terreno. Se encuentra localizada en el parque industrial Xhala, en la calle Camino al Rancho el Sabino S/N, colonia San Mateo Ixtacalco, en Cuautitlán Izcalli, estado de México. Se puede llegar por la carretera México-Querétaro, tomar la desviación a Bosques de Xhala, y después tomar la carretera Cuautitlán-Teoloyucan, (ver figura 1.5).

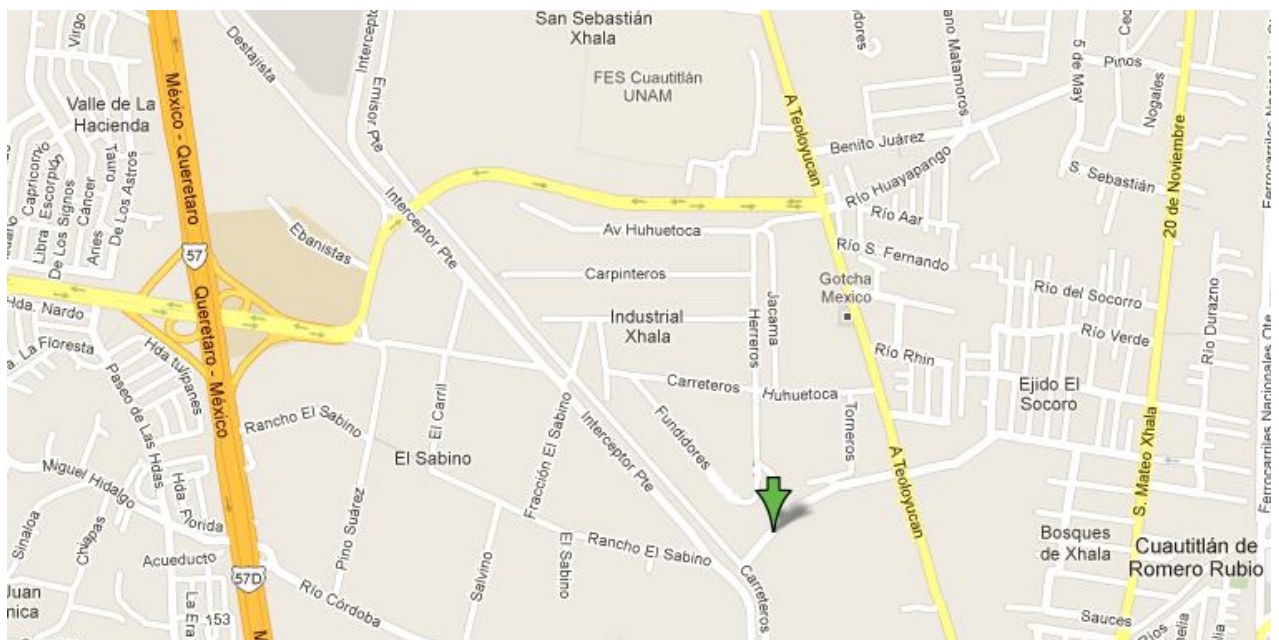


Figura 1.5. Localización de la planta.

CAPITULO 2

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

2.1. INGENIERÍA

El área de ingeniería es el alma de toda empresa dentro del ramo de la fabricación, ésta es la encargada de dar una solución a las necesidades a las que se enfrentan los clientes como son transportar un producto, en el caso de SMART TRAILERS S.A. DE C.V. Siempre adecuándose a las normas que apliquen a las unidades dependiendo del país al cual serán destinadas.

Las tareas que representa esta área en la empresa son muchas y variadas, desde la realización de cotizaciones para el área de ventas, bosquejos previos, diseño de unidades, lista de materiales, planos de fabricación, planos de ensamble, especificaciones de soldadura, etc. Si la ingeniería se realiza de una manera eficiente, la producción se agiliza, lo que hace que se tengan mejores utilidades.

El área de ingeniería es la dueña del producto, al encargarse de diseñar está dando la pauta de cómo debe quedar terminado el producto, es por tal motivo que esta área es de suma importancia en una empresa.

En la actualidad se tienen herramientas que ayudan a planear y elaborar los diseños de una mejor manera, esto con la finalidad de la reducción de costos, así como tiempos de fabricación y de entrega, este tipo de herramientas son muy utilizadas por el área de ingeniería para la realización de diseños más confiables.

¿Qué es el diseño? El diseño es una actividad orientada a la solución de problemas y necesidades humanas, utilizando las herramientas y conocimientos necesarios según el producto.

2.2. EL PROCESO

El proceso que sigue el área de ingeniería en la empresa SMART TRAILERS S.A. DE C.V. es guiado mediante un diagrama de flujo que muestra la continuidad y los pasos que se siguen desde que se realiza un pedido por parte del área de ventas, hasta la entrega de la información para que producción elabore las unidades.

En la figura 2.1 se muestra el diagrama de flujo del proceso de diseño en la empresa SMART TRAILERS S.A. DE C.V. el cual será descrito a continuación.

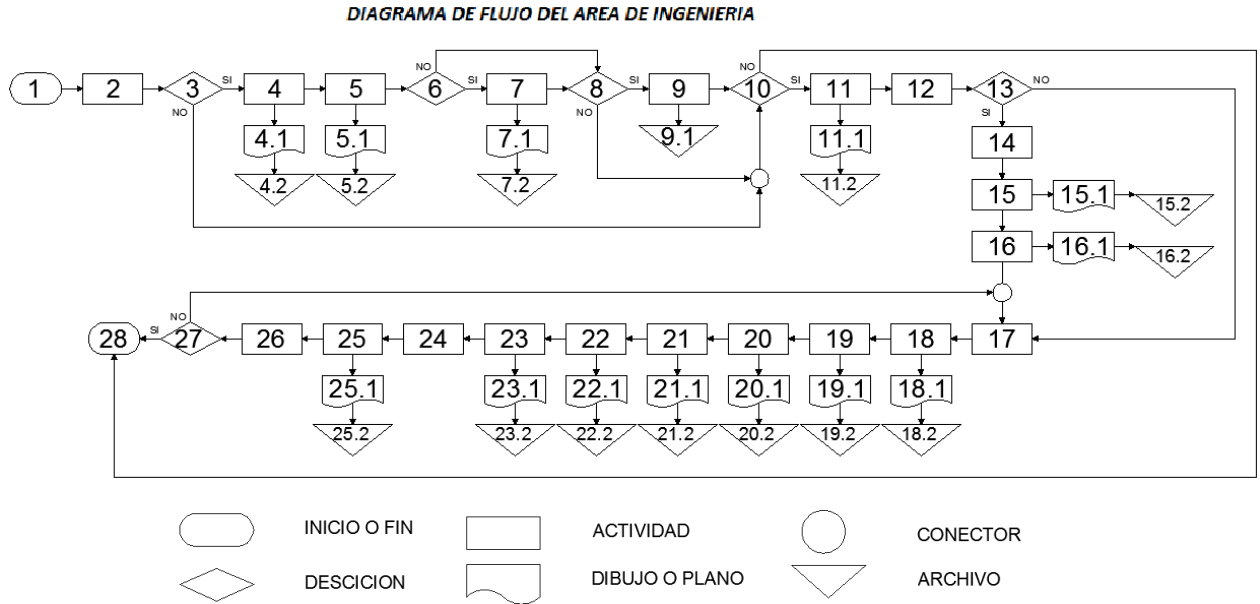


Figura 2.1. Diagrama de flujo del área de ingeniería.

1.- Inicio.

2.- Ventas notifica sobre un nuevo proyecto con un cliente.

Quando el área de ventas trata de obtener un pedido, los clientes le dan especificaciones tales como qué va a cargar, cuánto van a cargar, en dónde va a rodar la unidad, qué tipo de unidad quiere, etc. y esta información es notificada al área de ingeniería.

3.- ¿Requiere esquema de ventas?

A todos los clientes se les entrega un esquema con las dimensiones finales y diseño principal de la unidad, en algunas ocasiones los pedidos son unidades tipo estándar de SMART TRAILERS S.A. DE C.V., motivo por el cual ya se tienen esquemas para ventas y no es necesario realizarlo.

4.- Ingeniería elabora el esquema de ventas apeándose a la NOM012 de la SCT. en paquete AutoCAD y PDF.

De ser requerido se realiza el esquema personalizado al cliente (ver figuras 2.2, 2.3 y 2.4).

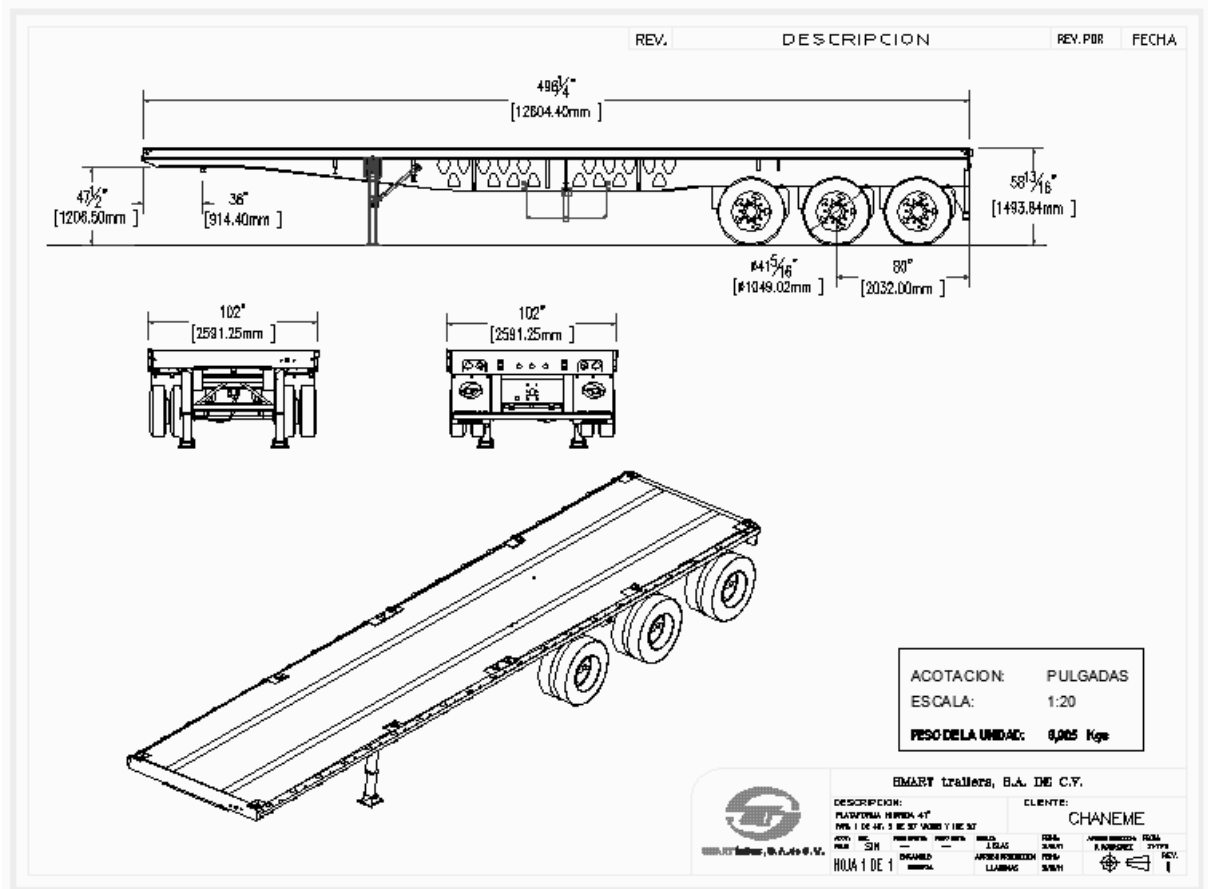


Figura 2.2. Ejemplo de un esquema de ventas de una plataforma plana personalizado al cliente.

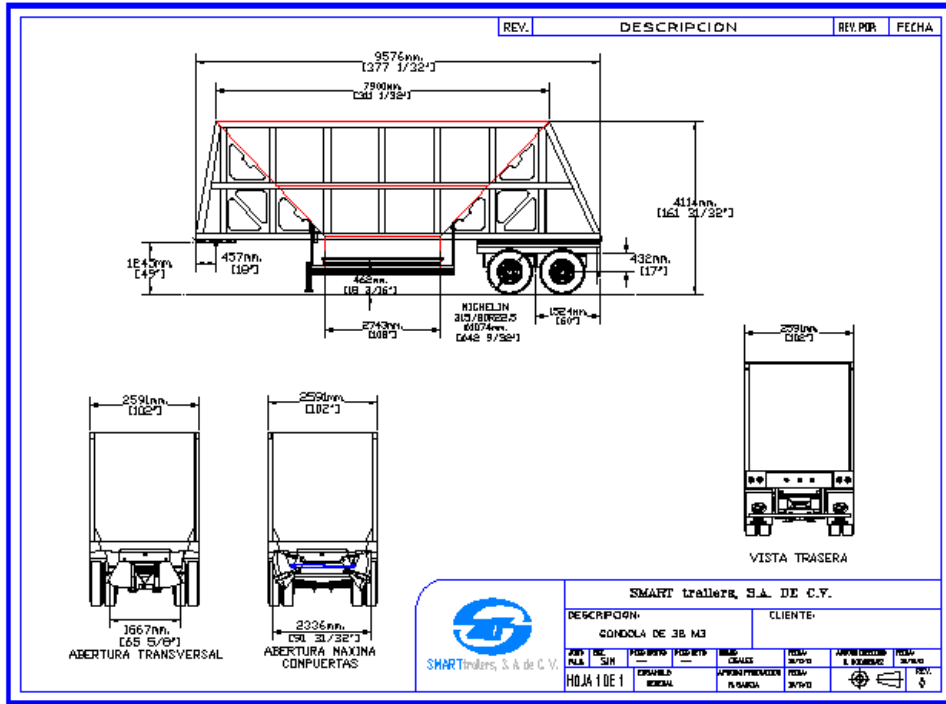


Figura 2.3. Hoja 1 presentación de una góndola.

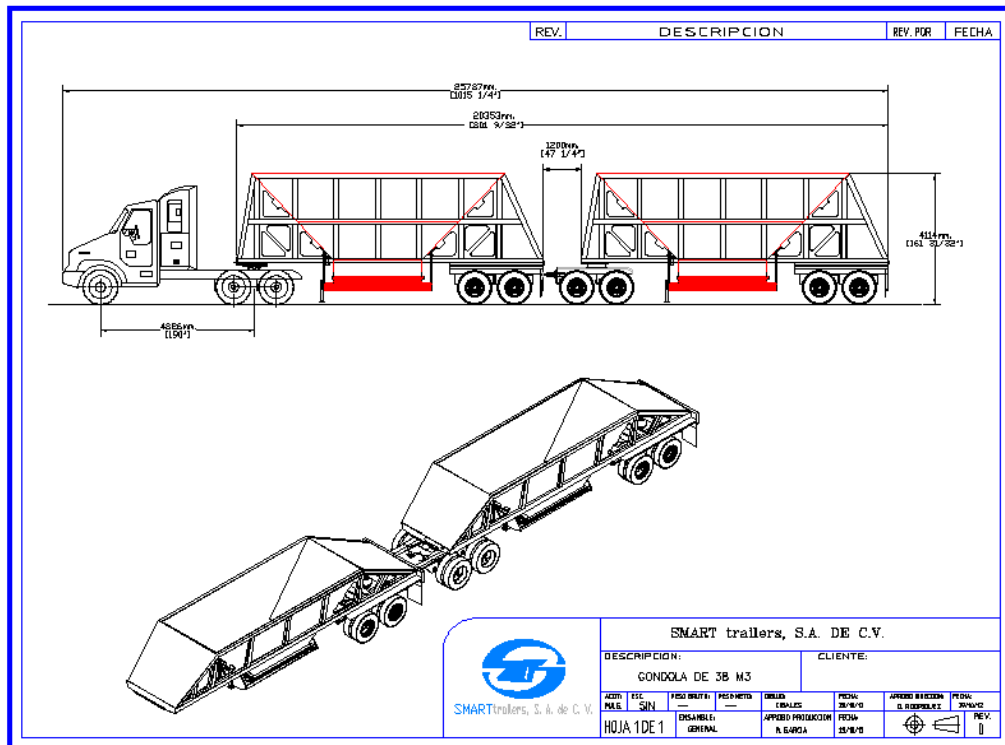
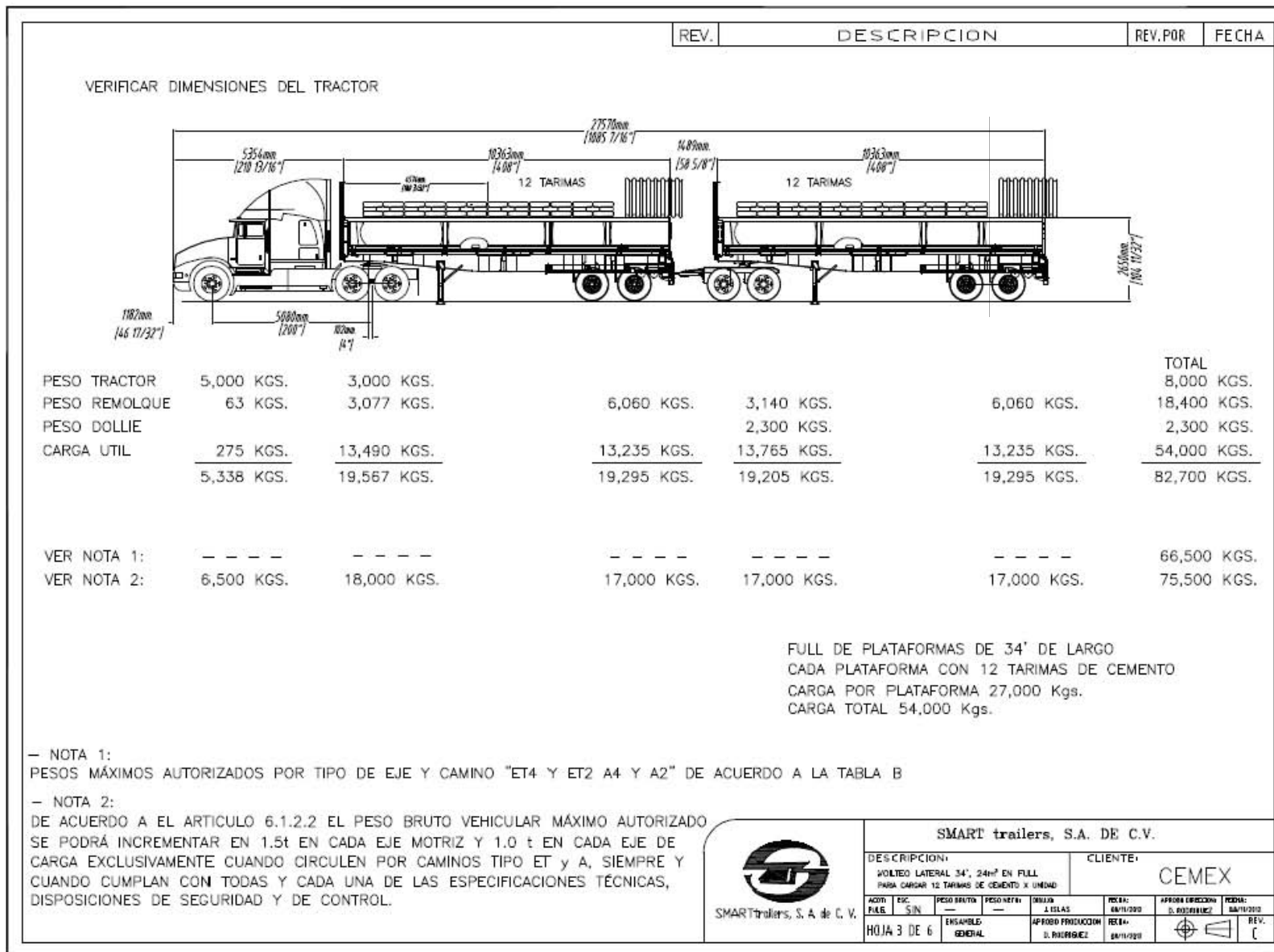


Figura 2.4. Hoja 2 presentación de una Góndola.

Figura 2.7. Hoja 2 presentación de un volteo lateral en full con distribución de cargas.



5.1.- Se realiza una distribución de cargas en AutoCAD, utilizando el formato de ingeniería FGI01-01 (ver figura 2.5).

5.2.- Se guarda la distribución de cargas como un archivo electrónico en el servidor de la empresa.

6.- ¿Requiere lista de materiales?

En algunas ocasiones se tiene que realizar una lista de materiales previa, esto con fines de cotización de las unidades para su venta. Esta lista de materiales se modifica al término del diseño, si es que se realiza, (ver figura 2.8).

7.- Elabora lista de materiales en hoja de Excel.

W-ST1001-002		SISTEMA DE ILUMINACION GROTE CONVERTIDOR "A" CON CHICOTE VERDE						UNIDAD DE MEDIDA
CODIGO	MATERIAL	CANTIDAD	LARGO	ANCHO	PESO/UNIT	PESO/TOT		
108-0000-001	CINTA P/AISLAR DE 18 mm X 18MT	1	0.00	0.00	0.000	0.000	PZ.	
108-0101-001	ARNES P/DOLLY DL1983 SEALCO	1	0.00	0.00	0.000	0.000	PZ.	
108-0301-007	ENCHUFE HEMBRA 7 VIAS 15-720	2	0.00	0.00	0.000	0.000	PZ.	
108-0303-003	CHICOTE 7 VIAS ABS VERDE 12' 7ATG222MG	2	0.00	0.00	0.000	0.000	PZ.	
108-0401-004	KIT 15203Y LUZ AMBAR ADVERTENCIA ABS TL MOD 15 Y 00790 MOI	1	0.00	0.00	0.000	0.000	PZ.	
108-0503-004	53292-3 Supernova 4" 10D aro negro Grote rojo	2	0.00	0.00	0.000	0.000	PZ.	
108-0503-028	66850-6 Conector (collilla) de 6" long, chasis ground return	2	0.00	0.00	0.000	0.000	PZ.	
108-0801-005	ZAPATA DE OJILLO DE 5/16" (Amarillo)	2	0.00	0.00	0.000	0.000	PZ.	
113-0304-002	RONDANA PLANA DE 1/4" GALV.	4	0.00	0.00	0.000	0.000	PZ.	
116-4016-012	TORNILLO HEX. MAQ. 1/4"x1" GALV. NC.	4	0.00	0.00	0.000	0.000	PZ.	
119-0204-012	TUERCA HEX. S/GOMA 1/4" NC. GALV.	4	0.00	0.00	0.000	0.000	PZ.	
126-3003-012	REMACHE POP 610 ALA CORTA 3/16"x3/4"	8	0.00	0.00	0.000	0.000	PZ.	
121-0402-002	SELLADOR 221(SIKA), MULTISEAL M40 600 ML GRIS	0.5	0.00	0.00	0.000	0.000	PZ.	
900-0000-001	MANO DE OBRA PRODUCCION	20	0.00	0.00	0.000	0.000	HR	

X-ST0019-003		PINTURA GENERAL DOLLIE "A" COLOR NARANJA CICE PPG						UNIDAD DE MEDIDA
CODIGO	MATERIAL	CANTIDAD	LARGO	ANCHO	PESO/UNIT	PESO/TOT		
110-0000-010	TRAPO TIPO PRENDA BLANCA	1	0.00	0.00	0.000	0.000	KG.	
110-0000-015	ROLLO DE PAPEL P/ENMASCARAR DE 37 CM	0.2	0.00	0.00	0.000	0.000	KG.	
110-0108-002	PRIMARIO EPOXICO DP48LF ALTOS SOLIDOS PPG	2.5	0.00	0.00	0.000	0.000	LT.	
110-0203-002	ACTIVADOR PARA PRIMARIO EPOXICO DP402	1.25	0.00	0.00	0.000	0.000	LT.	
110-0303-001	LJJA CIRCULAR STIKIT 6" G-80 2012 (FANDELI A080 P80)	2	0.00	0.00	0.000	0.000	PZ.	
110-0401-001	MASKING TAPE DE 18X55	2	0.00	0.00	0.000	0.000	PZ.	
121-0401-003	SELLADOR 221(SIKA), MULTISEAL M40 600 ML GRIS	1	0.00	0.00	0.000	0.000	PZ.	
121-0102-001	CINTA REFLEJANTE 3M 67532 ROJA/BLANCA 2"x45.7 M DOTC2	2	0.00	0.00	0.000	0.000	MT.	
110-0602-001	THINNER ESTANDAR	10	0.00	0.00	0.000	0.000	LT.	
110-0603-001	DILUYENTE MEDIO C850-9702M5 ZINAMCY PPG	2.5	0.00	0.00	0.000	0.000	LT.	
110-0512-001	PINTURA ZM-411M3 NEGRO DE POLIURETANO PPG	2	0.00	0.00	0.000	0.000	LT.	
110-0512-013	ESMALTE POLIURETANO NARANJA CICE PPG	2.5	0.00	0.00	0.000	0.000	LT.	
110-0203-101	ENDURECEDOR/CATALIZADOR MEDIO M C210-9601 PPG	2.5	0.00	0.00	0.000	0.000	LT.	
900-0000-001	MANO DE OBRA PRODUCCION	8	0.00	0.00	0.000	0.000	HR	

Figura 2.8. Ejemplo de lista de materiales en formato Excel.

8.- ¿Requiere presentación en 3D?

Algunas unidades especiales requieren de presentaciones animadas en tercera dimensión, para que el cliente pueda apreciar el funcionamiento de las mismas, éstas son representadas por presentaciones en PowerPoint o por un video realizado en

SolidWorks, la finalidad de esto es visualizar de una mejor manera como va a quedar la unidad terminada y las funciones que se van a poder realizar en ella, ver figuras 2.9 y 2.10 en las que se muestran dos presentaciones realizadas en 3D en paquete SolidWorks.

9.- Elaborar presentación en 3D.

Para la elaboración de estas presentaciones se requieren especificaciones precisas del producto que el cliente está solicitando para poder realizar un diseño previo el cual representara una presentación más detallada que una realizada en autocad, cualquier especificación que no sea tomada en cuenta puede representar la modificación de las partes realizadas en el diseño previo de la presentación.

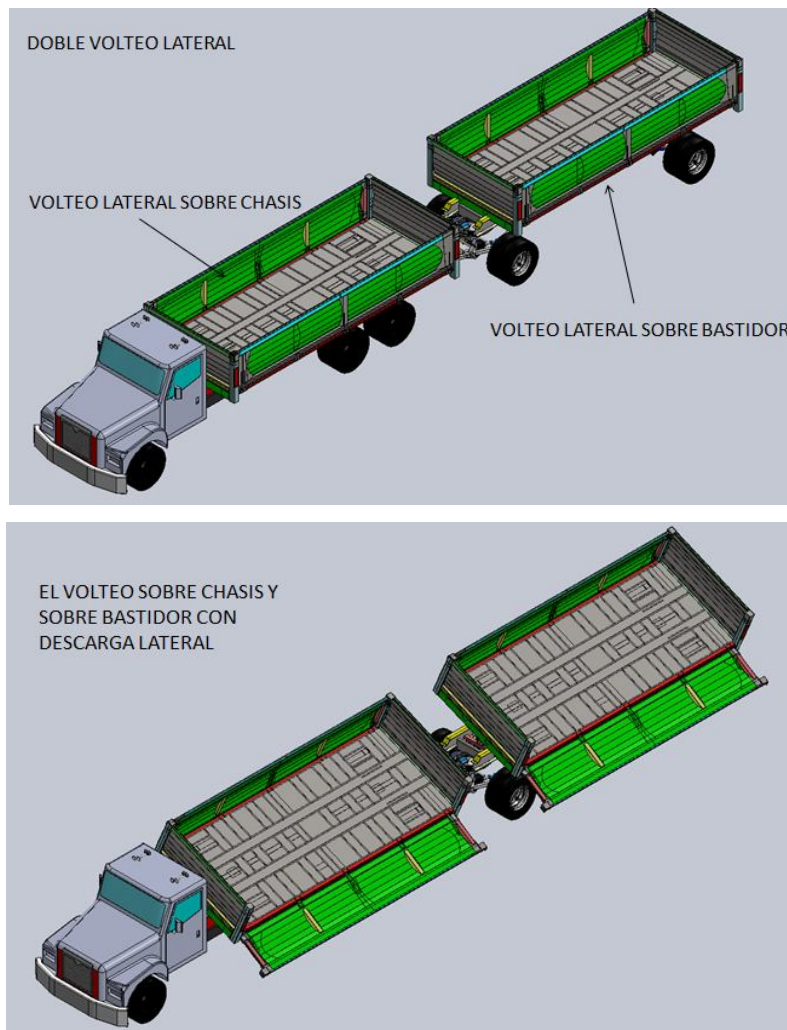


Figura 2.9. Presentación volteo lateral en full realizado en SolidWorks.

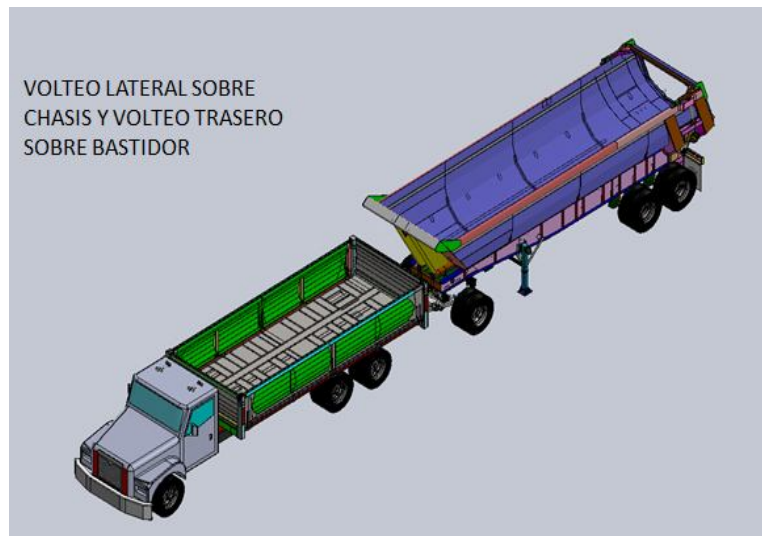
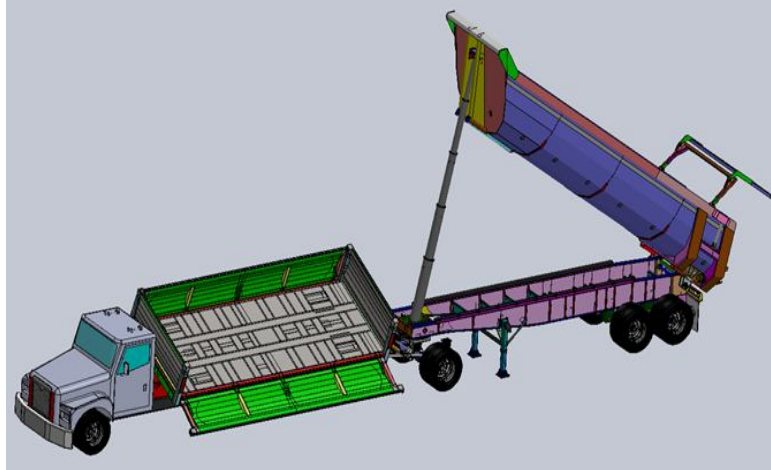


Figura 2.10. Presentación de un volteo lateral y un volteo trasero realizado en SolidWorks.

10.- ¿Es un pedido confirmado?

Si es un pedido firme se avanza al siguiente paso en el diagrama de flujo, en caso de no serlo, termina el proceso.

11.- Ventas elabora bitácora de producción.

La bitácora de producción es parte esencial e inicial del proceso de diseño, pues en la bitácora se plasman todos los requerimientos del cliente, los cuales se deben de tomar en cuenta para un diseño correcto, este documento contiene información de la unidad tales como tipo de acero, espesores, tipo de perno de enganche, tipo de suspensión, frenos, patín de aterrizaje, tipo y espesor del piso, llantas, gancho, normas aplicables a la unidad, lugar de trabajo de la unidad, etc. (ver figura 2.11).

OP No		50-590/3		PEDIDO:		FECHA		12 de Abril 2013	
CLIENTE GRUPO CICE		Plataforma plana 40' Acero con 12 seguros para paño		Rev:		18/04/2013			
TIPO DE UNIDAD		Estructura especial		Modelo		ST PPL N2 1220 12			
1.- DIMENSIONES		LARGO EXTERIOR		40'		(1,220 mm)			
		LARGO INTERIOR		N/A					
		ANCHO EXTERIOR		102 3/8"		(2,600 mm)			
		ALTURA LATERAL DE CARGA		N/A					
		ALTURA TOTAL EXTERIOR		60 1/2"		(1,537 mm)			
		ALTURA A PERNO REY		40"		(1,016MM)			
		ALTURA A GANCIO		33"		(838 mm)			
2.- ALMA DE VIGAS		Calibre	1/4"	Material	AH-50	Considerar perforaciones en alma			
3.- PATINES VIGAS		Calibre	3/8" x 6" DOMEX	Material	G100				
4.- PERNO REY		Marca	Holland 5/16"	Modelo	Tipo hongo a 36"	(914 mm)			
5.- PLATO ENGANCHE		Calibre Placa		5/16"	Material	AH-50			
6.- PUENTES		Tipo	1 de 4" @ 3.2 Wt	Grado	30 A cada	12"			
7.- EJES INTEGRADOS A LA SUSPENSION		2 Marca	Hendrickson	Modelo	Intraax				
		Espiga	Recta	Camara de freno	Mefflor	Tipo 30030			
		Matraces	Autoajustables	Marca	Mefflor				
		Lub	Acetle Hendrickson	Fijación	No aplica				
		Track	77 1/2"	Capacidad	30,000#				
8.- FRENOS		Tipo	ABS	Marca	Mefflor WABCO				
		Configuración	2S/1M						
9.- SUSPENSION		TRASERA							
		Marca	Hendrickson	Modelo	Intraax				
		Tipo	Top mount	30,000 lbs					
		Altura de Manejo	15"	Posición	66"				
10.- SISTEMA DE AUTOINFLADO		N/A							
11.- PATIN		Marca	1 JOBT	Modelo	Manivela larga				
			2 velocidades						
12.- MARCO FRONTAL		N/A							
13.- BORDAS DE ACERO CON BUCHACAS ESPECIALES		Material ACERO 5/16" G50							
14.- PUENTE FRONTAL		PEND. N/A							
15.- PLAFONERA		N/A							
16.- DEFENSA		Acero Toldo N/A							
17.- PTR DEFENSA		4"x4" Material Acero							
18.- CABALLETE		Material N/A							
		Forma N/A							
19.- PSD		Madera de PINO de 1a + 12 Seguros Espesor 1 1/2"							
20.- GANCHOS		Marca	Holland	Modelo	PH400H				
21.- ILUMINACION		Arnes	GROTE	Plafones LED Grote o Truck Lite					
22.- CINTA REFLEJANTE		3M							
23.- LLANTAS		Marca	Michelin	Modelo	XZE*				
		Medida	R24.5	Cantidad	8				
		Revs/milla	475	Capacidad					
		Presion inflado	105 psi						
24.- RINES		Marca	ACERO	Medida	8.25 x 22.5				

OP No		50-590/3		PEDIDO:		FECHA		12 de Abril 2013	
CLIENTE GRUPO CICE		Plataforma plana 40' Acero con 12 seguros para paño		Rev:		18/04/2013			
TIPO DE UNIDAD		Estructura especial		Modelo		ST PPL N2 1220 12			
		Cantidad		8		Capacidad		7,800 #	
25.- PINTURA COLOR		Unidad	NARANJA CICE	Rines	Blanco				
26.- ARGOLLA DE SEGURIDAD		Medida	7/8"						
27.- CORTINAS		N/A	Marca		N/A				
28.- TDPEES		4 de hule puente trasero							
29.- LODDERAS		2 con logo SMART Trailer							
30.- SISTEMAS OPCIONALES		<ul style="list-style-type: none"> * Todos los barrenos de los platoes deben ser circulares (que no se vean mordidos) * Los refuerzos laterales sean cartabones 3/16" * Coefillas de refuerzo con corte diagonal para evitar interferencia con trat. piso de madera * Instalar 12 seguros retrocesos para recibir un portacontenedor de 40', uno de 20' cargado y dos de 20' vacíos ** Con logos de imagen 							
31.- CONTROL DE CAMBIOS									

Figura 2.11. Ejemplo de Bitácora de Producción.

12.- Revisión de bitácora de producción entre ventas e ingeniería.

La bitácora de producción es importante revisarla entre el área de ventas e ingeniería, pues ambos deben de estar de acuerdo en que la información plasmada en la bitácora y asegurar que esta información sea correcta. y es la necesaria para comenzar el diseño de la misma y/o si ya se cuenta con un diseño parecido y así realizar las adecuaciones se pueden realizar a ese diseño para evitar el comenzar desde cero el diseño.

13.- ¿Es un diseño nuevo?

En caso de ser un diseño nuevo, se debe tener en cuenta el tiempo en que se tarda en realizar el diseño de una unidad antes de mandar los planos de fabricación a el área de producción, de no ser una unidad nueva se tiene que verificar si se puede utilizar el diseño anterior y ver qué modificaciones se tendrían que realizar a ese diseño, tomando en cuenta que sería menor el tiempo que el área de ingeniería tardaría en mandar los planos a producción e iniciar con el proceso de fabricación.

14.- Realización del diseño en 3D.

Como ya se ha mencionado, se manejan dos paquetes de diseño en Smart Trailers, AutoCAD y SolidWorks. El segundo es el que se utiliza para el diseño completo de la unidad a fabricar, ya que al ser un paquete para diseño en 3D se tienen un mejor desempeño al momento de diseñar.

La realización del diseño se lleva a cabo realizando partes, ensambles y se finaliza con los planos que son los que al final se utilizan en producción para la fabricación de las unidades, (ver figuras 2.12, 2.13, 2.14 y 2.15).

Cada uno de éstos procesos del diseño tiene un módulo especial en SolidWorks para la realización de los mismos, siendo una pieza un componente esencial y único el cual realiza una función específica, un ensamble es un conjunto de partes las cuales se van uniendo para formar una figura o estructura, el plano es la representación de cualquiera de las dos anteriores en dos dimensiones, en el cual se expresan las medidas y figuras principales de las mismas.

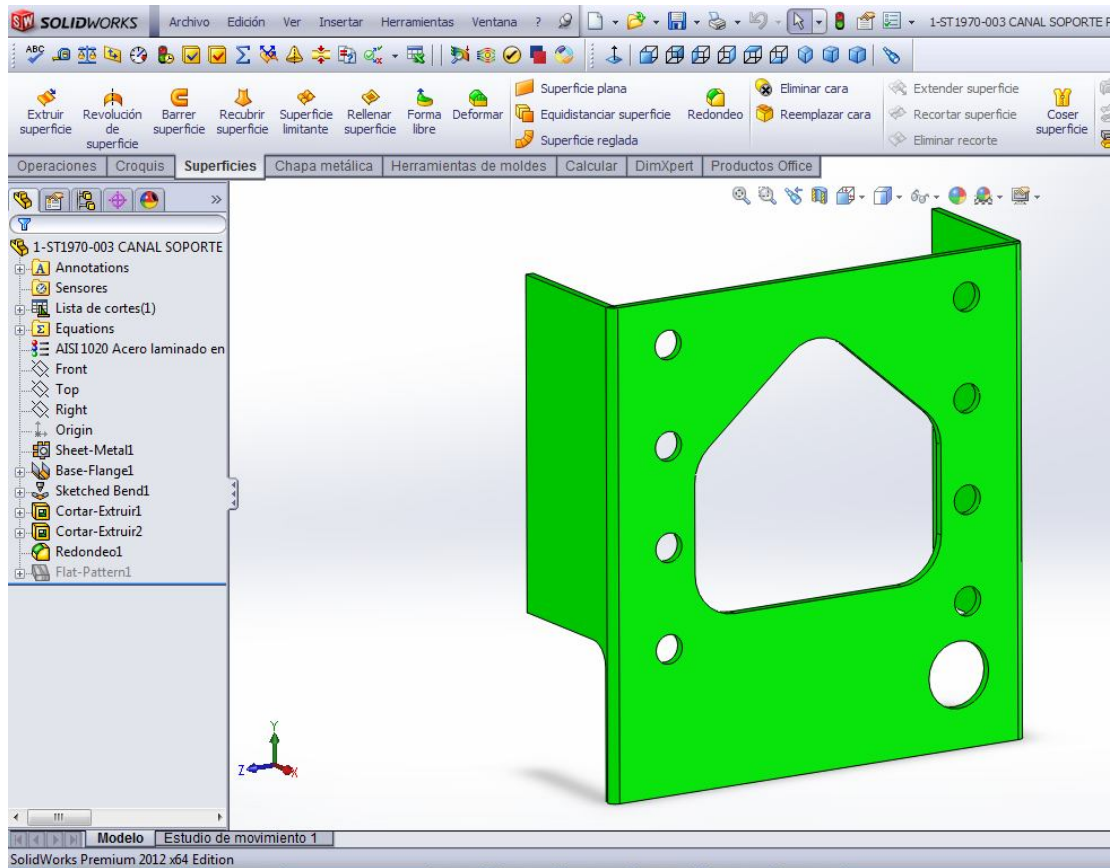


Figura 2.12. Ejemplo de una parte o pieza diseñada en SolidWorks.

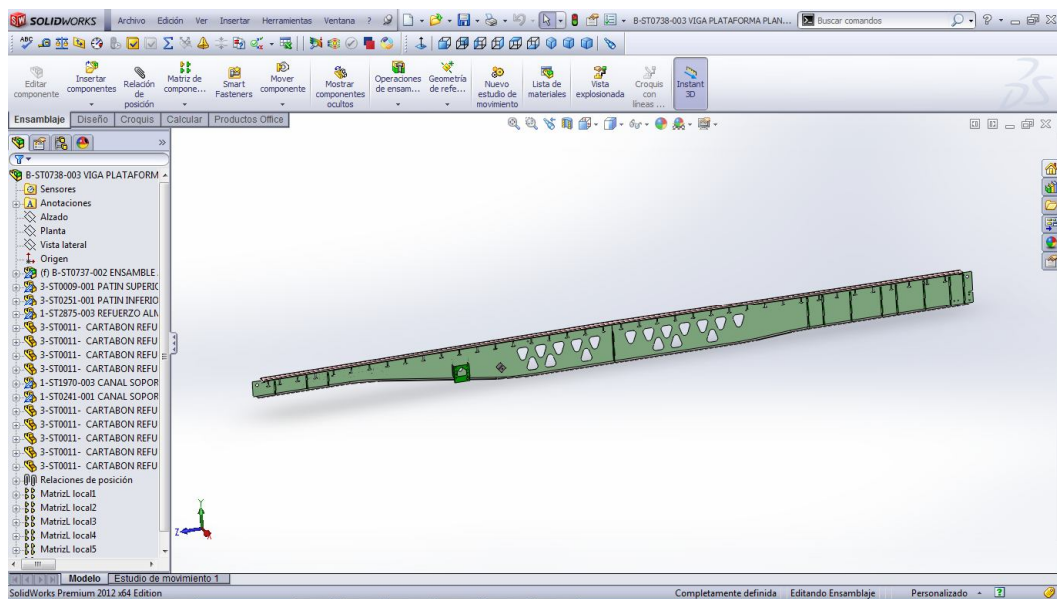


Figura 2.13. Ejemplo de ensamble de una viga en SolidWorks.

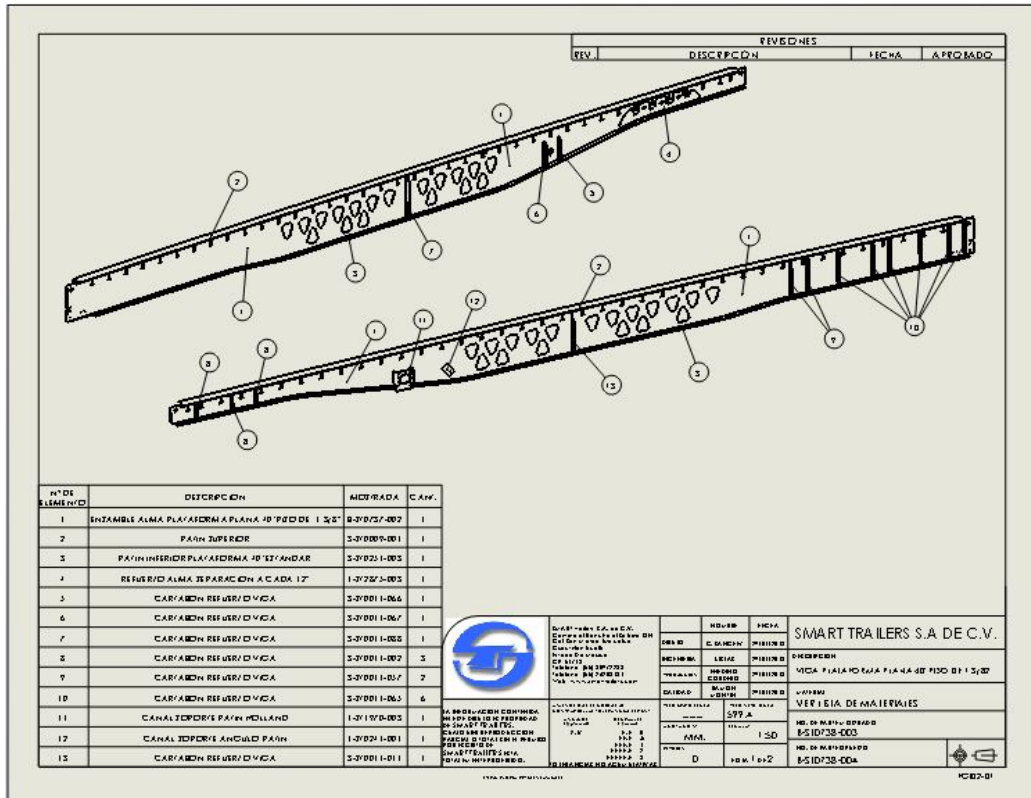


Figura 2.14. Ejemplo de un plano de ensamble de una viga en SolidWorks.

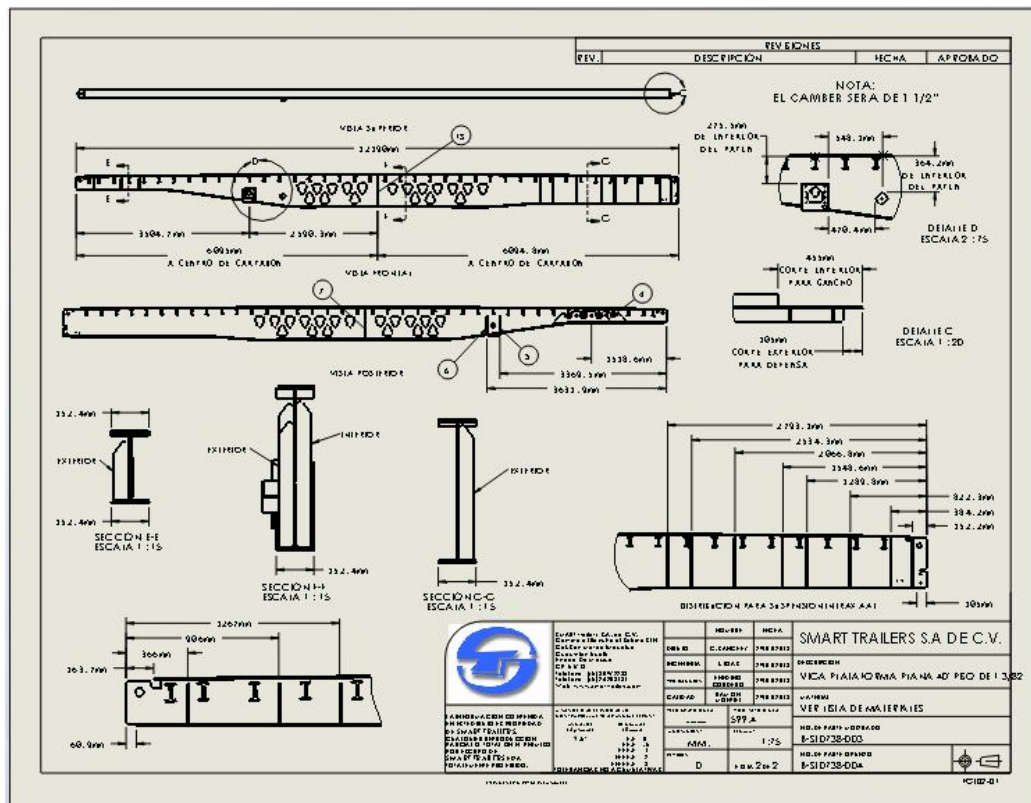


Figura 2.15. Ejemplo de un plano de ensamble de una viga en SolidWorks.

15.- Elaboración de partes.

Como se mencionó en puntos anteriores, las partes son piezas únicas, constituidas sólo por su estructura, las cuales tienen un fin dentro de un conjunto de éstas llamado ensamble.

15.1.- Las partes diseñadas se van guardando en el servidor de la empresa.

Esto es con el fin de que desde cualquier computadora dentro de la empresa se pueda tener acceso a estas piezas, ya que no se trabaja sólo desde una computadora.

16.- Elaboración de ensambles.

Los ensambles son conjuntos de varias piezas, los cuales tienen un acomodo y una fijación de éstas, de tal manera que realicen una función específica dentro del mismo.

16.1.- Los ensambles creados se van guardando en el servidor de la empresa.

Al igual que las piezas, los ensambles se guardan en un servidor para el uso desde cualquier computadora.

17.- Verificación y/o actualización de diseño.

Una vez que se tiene finalizado un proyecto, se procede a revisar el diseño para verificar que éste sea funcional y se adapta a los requerimientos del cliente, revisando de igual manera la viabilidad para la fabricación en la planta.

18.- Elaboración y/o actualización de dibujos de ensambles en paquete.

Ya que se revisó el diseño a detalle tomando en cuenta todos los factores como son facilidad de producción, satisfacción del cliente y costo beneficio del producto, se procede a realizar los planos de cada ensamble que comprende el diseño de la unidad terminada.

19.- Elaboración y/o actualización de dibujos de partes.

Una vez que se tienen los planos de los ensambles, se realizan los planos de las piezas, estos debidamente detallados para la fabricación de las partes.

20.- Elaboración y/o actualización de plantillos por tipo y/o tamaño de placa.

La elaboración de plantillos, se refiere a mostrar la distribución de las piezas a fabricar en una placa de diferentes medidas y espesores, esto es de gran ayuda sobre todo para el área de compras los cuales deben de saber cuánto material tienen que solicitar para la realización de la unidad, y es de gran ayuda también para el personal de máquinas que son los encargados de cortar el material, pues así saben cuál es la mejor distribución para evitar desperdicios, (ver figura 2.16).

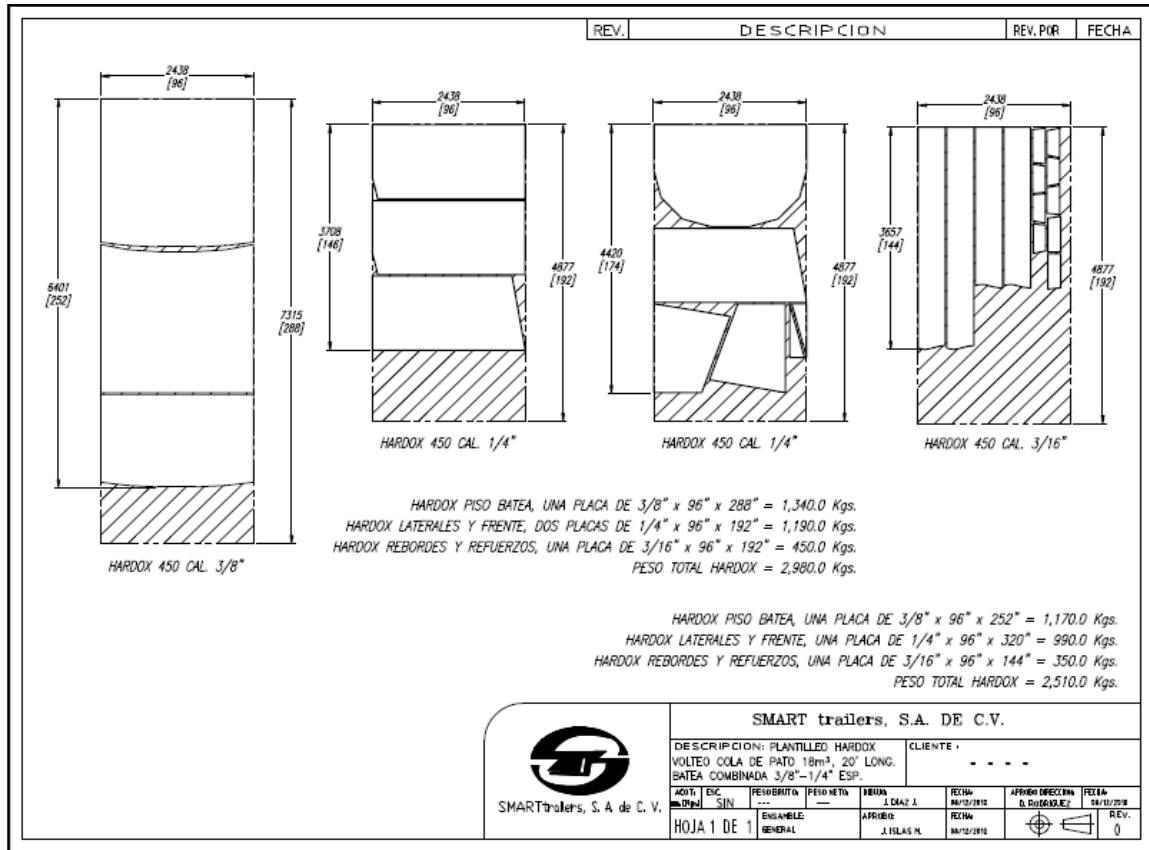


Figura 2.16. Ejemplo de un plantillo de las placas para un volteo trasero.

21.- Elaboración y/o actualización de listas de materiales.

Al momento de realizar la presentación para ventas, se realizó una lista de materiales previa, (ver figura 2.8) la cual es utilizada para efectos de cotización. Sin embargo al finalizar el diseño, esta lista previa se actualiza para mostrar de manera real todas las partes, ensambles y materiales que llevara el diseño final, la importancia de que esta

lista esté hecha perfectamente sin material demás o de menos reside en un ensamble a tiempo, sin desperdicios, faltantes o con compras innecesarias.

22.- Elaboración y/o actualización de recorridos para corte de materiales en pantógrafo.

Hay piezas diseñadas que por funcionalidad contiene simetrías complejas. Motivo por el cual se tienen que cortar en máquinas tipo CNC, en el caso de Smart Trailers se utiliza un pantógrafo de corte por plasma, el área de ingeniería es la encargada de realizar los recorridos y cargarlos en el pantógrafo para que el operador de la máquina pueda hacer uso de ellos, (ver figuras 2.17 y 2.18).

```
%  
G70  
G91  
G0X18.1355Y-5.8392  
G41  
M04  
G3X-.125Y.125I-.125  
G1X-14.5156  
G3X-.961Y-.961J-.961  
G1Y-9.3959  
G3X1.4832Y-.8068I.961  
G1X14.5156Y9.396  
G3X-.5222Y1.7677I-.5222J.8067  
G3X-.125Y-.125J-.125  
M03  
G40  
G0X-18.6796Y5.6991  
G41  
M04  
G1X.25  
X27.4996  
Y-4.7994  
X-.3786  
G3X-.1771Y-.3257J-.211  
G1X1.7172Y-2.6529  
X-27.0583Y-17.5147  
X-1.2267Y2.0835  
X-.3736Y.6344  
X-.0025Y.0327  
Y22.5421  
Y.25  
M03  
G40  
G0X.5441Y-.1099  
M30
```

Figura 2.17. Ejemplo de programa de recorrido CNC para corte en pantógrafo.

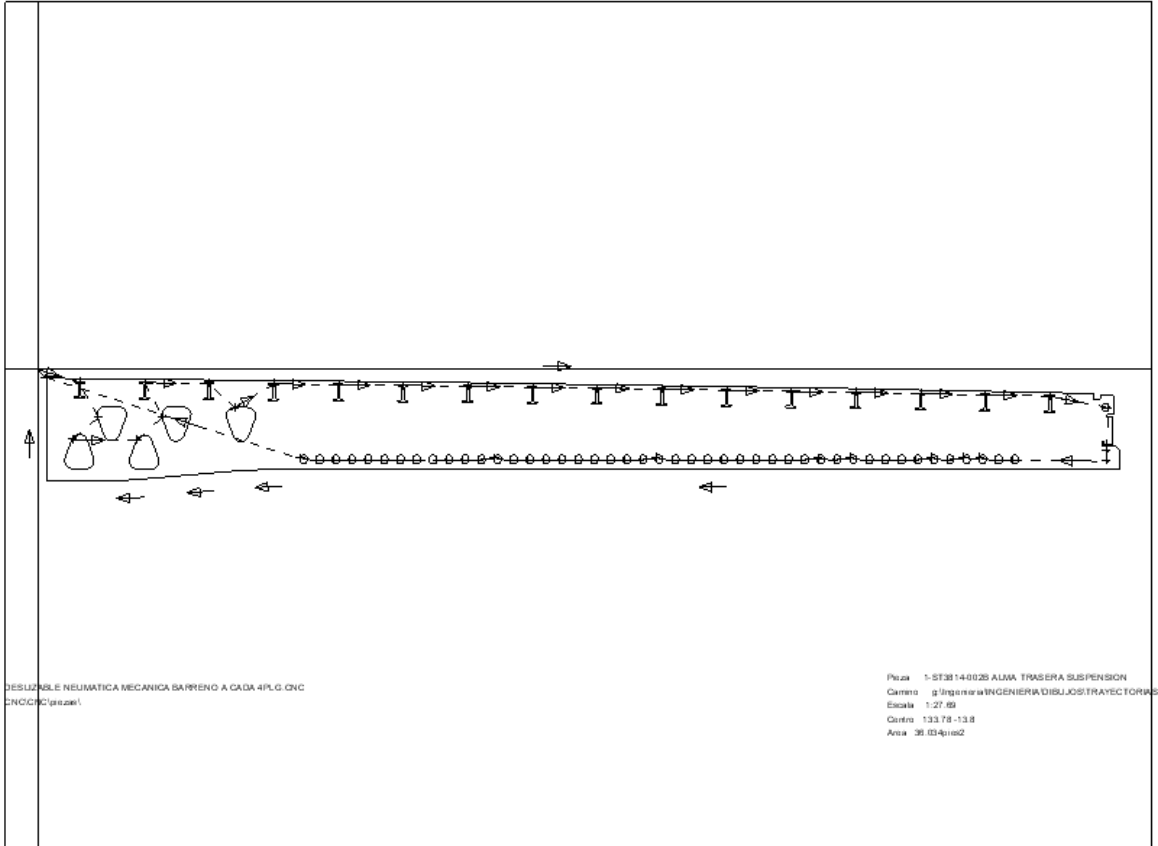


Figura 2.18. Ejemplo de trayectorias de recorrido CNC para corte en pantógrafo.

23.- Elaboración y/o actualización de hoja viajera.

La hoja viajera, es un documento viviente el cual va pasando por todas las áreas de la empresa, desde la parte de ventas, pasando por diseño y producción, hasta la liberación de producto terminado y en éste se va verificando parte por parte y dato por dato que se están cumpliendo todos los requerimientos del producto.

En este documento se plasma toda la información de cada departamento de fabricación los cuales en conjunto van conformando la unidad pasando área por área e incluyendo datos como son el tipo de material que unidad es, tornillería, pintura, tipo de acabado, toda la información necesaria y requerida, para que no se pase por alto ningún detalle de la unidad. (Ver figura 2.19).

SMART TRAILERS S.A. DE CV.

ELABORO:	FECHA:			
REVISION:	HOJA:		DE	

DATOS GENERALES				
OP No.		CLIENTE:		
TIPO DE UNIDAD:				
MODELO:		ST-PPL		
FECHA DE ENTREGA:				

DIMENSIONES GENERALES				
LARGO EXTERIOR		POSICION PERNO REY		
LARGO INTERIOR		DIST. DE PERNO A PATIN		
ANCHO EXTERIOR		DISTANCIA ENTRE EJES		
ANCHO INTERIOR		CAPACIDAD DE DISEÑO		
ALTURA DE QUINTA		PESO UNIDAD		
ALTURA FRONTAL				
ALTURA TRASERA				

CONSTRUCCION				
ACOPLADOR		# PARTE ENSAMBLE		
CALIBRE PLATO DE ENG.		MATERIAL		
MARCA PERNO REY		MODELO		
PANTOGRAFOS				
OBSERVACIONES				

VIGAS				
CALIBRE PATIN SUPERIOR		# PARTE ENSAMBLE		
CALIBRE PATIN INFERIOR		MATERIAL		
CALIBRE ALMA		MATERIAL		
PANTOGRAFOS				
OBSERVACIONES				

BASTIDOR				
CARGADORES		# PARTE ENSAMBLE		
A CADA		MATERIAL		
BORDA LATERAL		PERALTE PISO		
BUCHACAS A CADA		MATERIAL		
TUBO SEP. A CADA		MATERIAL		
GUIA PARA MALACATE	SI	NO	CANTIDAD	
PUNTE FRONTAL			MATERIAL	
PUNTE TRASERO			MATERIAL	
PISO			ESPESOR	
PANTOGRAFOS				
OBSERVACIONES				

DEFENSA				
DEFENSA	ATORNILLADA	SOLDADA	# PARTE ENSAMBLE	
			MATERIAL	
PANTOGRAFOS				
OBSERVACIONES				

PATINES				
PATINES			# PARTE ENSAMBLE	
MARCA			MODELO	
MANIVELA	CARRETERA	BANQUETA	POSICION DESDE PERNO	
PANTOGRAFOS				
OBSERVACIONES				

SUSPENSION				
SUSPENSION			CANTIDAD	
MARCA			MODELO	
ALTURA DE MANEJO			POSICION	
EJE RETRACTIL	SI	NO	MODELO	
PANTOGRAFOS				
OBSERVACIONES				

EJES				
EJES			CANTIDAD	
MARCA			MODELO	
TRACK			CAPACIDAD	
ESPIGA			CAMARA DE FRENO	
MATRICAS			MODELO	
LUBRICACION			TAPA	ATORNILLADO
PREPARADO PARA ABS	SI	NO	BIELO P/RIE	ACERO
SISTEMA AUTOINFLADO	SI	NO	MODELO	ALUMINIO
PUNTA	RECTA	CONICA	HUBODOMETRO	SI
				NO
OBSERVACIONES				

Figura 2.19. Ejemplo de hoja viajera Smart Trailers.


24.- Impresión de 4 juegos de dibujos para las áreas de máquinas, ensambles, calidad e ingeniería.

Una vez que se tienen toda la información requerida para la fabricación, se procede a imprimir los planos, bitácora de producción, hoja viajera, dibujos de pantógrafo, y demás información necesaria para la fabricación de las unidades, tomando en cuenta que se tienen que imprimir 4 juegos completos para las diferentes áreas involucradas, como son Ingeniería, Máquinas (que son quienes cortan, doblan y/o procesan las piezas), Ensamblados (que son los encargados de darle vida a las unidades uniendo todas las piezas producidas y o compradas), Calidad (que son los encargados de revisar que la producción se haga de acuerdo a lo establecido por el área de ingeniería).

25.- Entrega de dibujos a cada área correspondiente.

Es importante mencionar que al entregar toda información y/o planos a las diferentes áreas, las personas encargadas de recibir el paquete de información tienen que firmar una hoja de entrega de documentación en la que se estipula que es lo que están recibiendo y la fecha en qué se recibió, esto es para llevar un control de documentos y de fechas de entrega, además de que con esto también se responsabiliza a los encargados el uso correcto de la información, ya que es propiedad de la empresa y por tanto es información confidencial. (ver figura 2.20).

SMART trailers, S.A. DE C.V.

 <small>SMART Trailers, S.A. DE C.V.</small>	ENTREGA DE INFORMACION	MODELO: <u>ST VRC 16.00 12</u> FECHA: <u>27 / 09 / 2012</u>																														
NO. DE PARTE / OP: <u>50012 1/6</u> APLICACION: _____ DESCRIPCION: <u>VOLTEO SOBRE CHASIS 16m3. "COLA DE PATO"</u> CLIENTE: <u>MACK (CAPRICORNIO)</u>																																
NO. DE UNIDADES A FABRICAR <u>6</u> PESO UNIDAD: _____ CAPACIDAD DE CARGA: <u>6 m3</u>																																
OTROS: _____ _____																																
SE ENTREGA INFORMACION: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 10%;">BITACORA</th> <th style="width: 10%;">PLANOS</th> <th style="width: 10%;">PANTO- GRAFOS</th> <th style="width: 10%;">FECHA</th> <th style="width: 30%;">NOMBRE Y FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ASEG. DE CALIDAD</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>MANUFACTURA</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>ENSAMBLES</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>OTROS</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </table>				BITACORA	PLANOS	PANTO- GRAFOS	FECHA	NOMBRE Y FIRMA	ASEG. DE CALIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____	MANUFACTURA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	_____	_____	ENSAMBLES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____	OTROS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____
	BITACORA	PLANOS	PANTO- GRAFOS	FECHA	NOMBRE Y FIRMA																											
ASEG. DE CALIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____																											
MANUFACTURA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	_____	_____																											
ENSAMBLES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____																											
OTROS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	_____																											
OBSERVACIONES: _____ _____ _____																																
RESPONSABLE: <u>CARLOS ALBERTO SANCHEZ CANO</u>																																

P084-01

Figura 2.20. Ejemplo de hoja de entrega de información Smart Trailers.

26.- Seguimiento del proceso de fabricación de la unidad en planta.

Es importante dar seguimiento a los procesos de fabricación en la planta, cuando una unidad es nueva puede haber ciertas dudas por parte de los obreros, puede que no lleguen a entender el plano, interpretarlo mal o que llegue a faltar alguna cota. Pueden ser muchas y variadas las dudas o dificultades al enfrentarse a un nuevo diseño.

Otro de los motivos de darle seguimiento a la fabricación es que se tiene que cerciorar que el diseño realizado este correcto, no tenga fallas y/o ver posibles mejoras que se puedan presentar en este mismo.

27.- ¿Está bien el diseño?

En caso de no presentarse errores en la fabricación de la unidad, se libera totalmente el diseño y se archiva por completo para una fabricación futura.

28.- Fin.

2.3. EL PRODUCTO

Las unidades que se fabrican en SMART TRAILERS S.A. DE C.V. como ya se ha mencionado son para transporte pesado, siendo diseñadas y fabricadas en su totalidad en la planta de Cuautitlán, teniendo varios diseños de unidades dependiendo su funcionalidad como son:

UNIDAD	FUNCIONALIDAD
Plataforma plana, Plataforma desnivelada	Todo tipo de carga pesada,
Plataforma multifuncional estándar, Plataforma multifuncional High Cube	Carga pesada de gran volumen y carga de Contenedores para almacenamiento.
Plataforma tipo túnel, Plataforma plana encortinada, Plataforma plana encortinada con puertas traseras, Plataforma desnivelada encortinada, Plataforma desnivelada encortinada con puertas traseras, Plataforma doble desnivel encortinada (cama baja)	Ideal para todo tipo de carga que necesite estar cerrada, pero que su carga y descarga se dificulte en una caja seca.

Chasis portacontenedor High Cube, Chasis portacontenedor High Cube extendible	Estructura solo para carga de contenedores para almacenamiento.
Convertidor tipo H, Convertidor tipo A, Convertidor tipo A lanza extendible,	Son estructuras de arrastre de un segundo remolque.
Volteo sobre bastidor, Volteo sobre chasis y el Volteo lateral.	Ideales para carga de materiales a granel.

2.3.1. PLATAFORMA PLANA

Estas unidades son utilizadas para transportar materiales, los cuales no necesitan estar totalmente cubiertos, con esto nos referimos a que pueden estar en contacto con las inclemencias del tiempo, además la carga y descarga de éstas puede realizarse con la utilización de una grúa viajera puesto que los materiales están sobre la plataforma, a diferencia por ejemplo de si fuera una caja seca, o una plataforma encortinada, (ver figuras 2.21, 2.22 y 2.23).

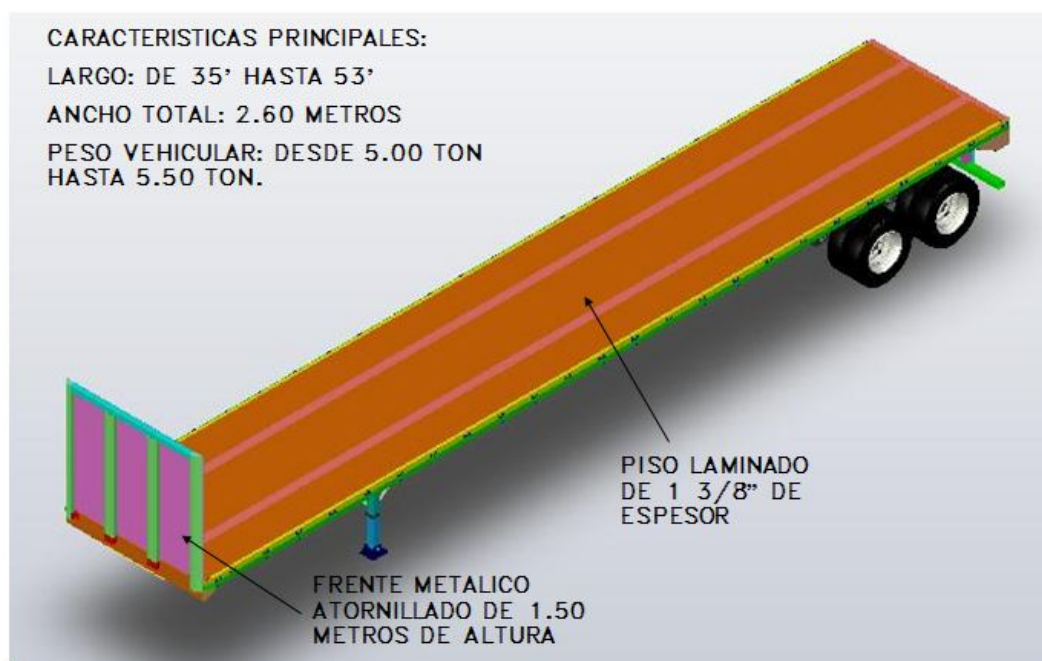


Figura 2.21. Plataforma plana Smart Trailers, características principales.

PRINCIPALES APLICACIONES:
CARGA DE PRODUCTO EN
GENERAL. (TARIMAS, ROLLOS,
VARILLA, ETC)

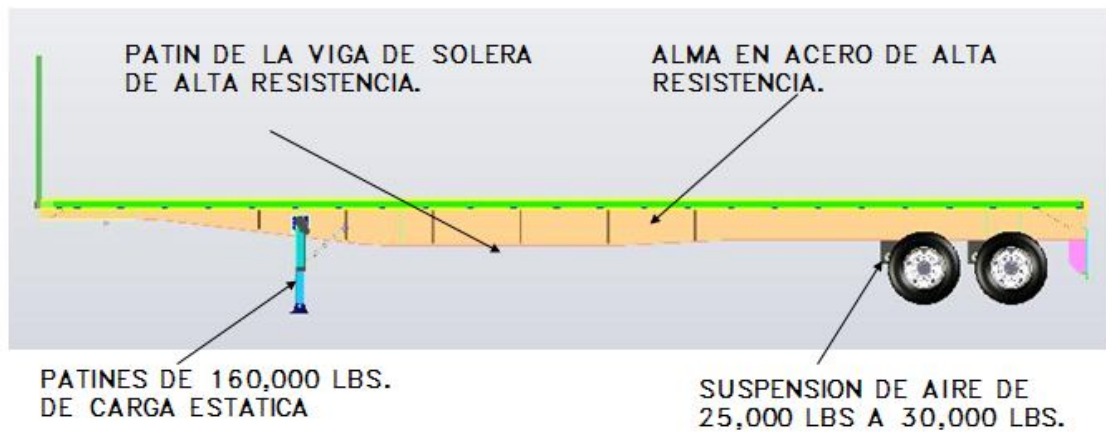


Figura 2.22. Plataforma plana Smart Trailers, aplicaciones principales.



Figura 2.23. Plataforma plana Smart Trailers.

2.3.2. PLATAFORMA MULTIFUNCIONAL ESTANDAR

Estas unidades son parecidas a las plataformas planas, utilizadas para transportar materiales los cuales no necesitan estar totalmente cubiertos, pero estas cuentan con la ventaja de tener seguros para transportar contenedores standard, (ver figuras 2.24, 2.25, 2.26).

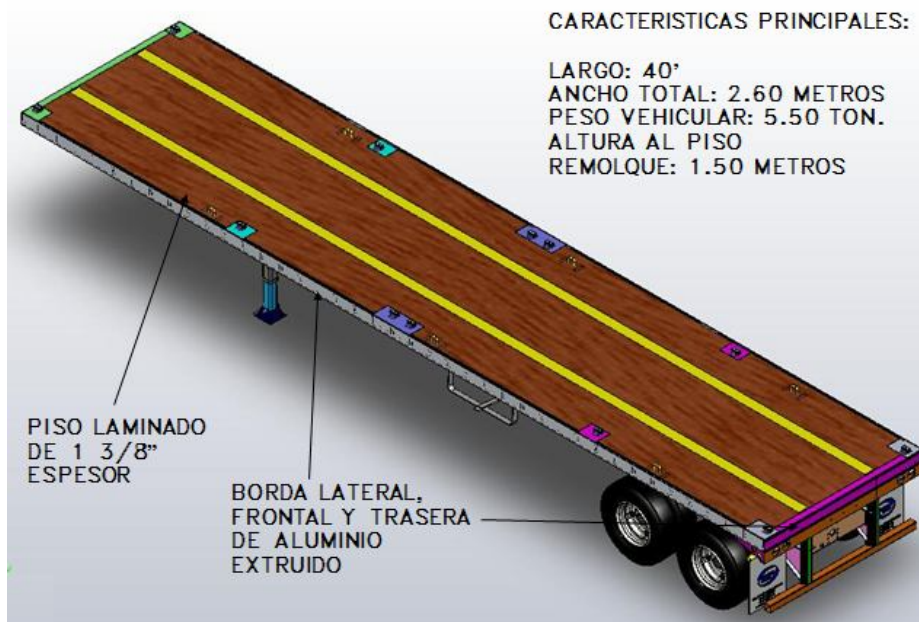


Figura 2.24. Plataforma plana multifuncional Smart Trailers, características principales.

- APLICACIONES:**
- CARGA UN CONTENEDOR ESTANDAR DE 40' (102" DE ALTURA)
 - CARGA 2 CONTENEDORES DE 20' VACIOS
 - CARGA UN CONTENEDOR DE 20' LLENO AL CENTRO

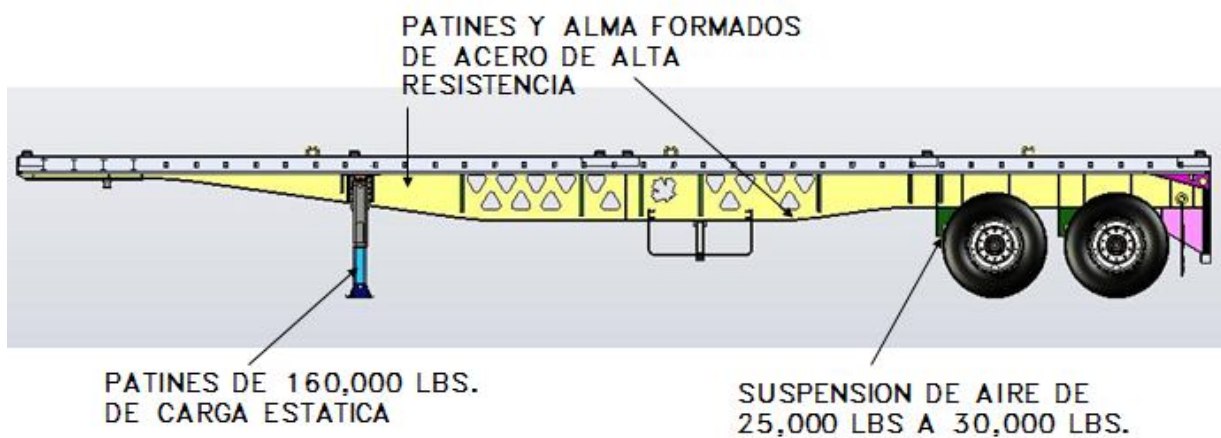


Figura 2.25. Plataforma plana multifuncional Smart Trailers, aplicaciones principales.



Figura 2.26. Plataforma plana multifuncional Smart Trailers.

2.3.3. PLATAFORMA MULTIFUNCIONAL HIGH CUBE

Estas unidades son similares a las plataformas multifunciones estándar, con la diferencia de que éstas son menos altas, debido a que al transportar un contenedor High Cube (contenedores con largos y anchos estándar, pero alturas mayores que el estándar) tienen que sacrificar altura, esta plataforma cuenta en la zona del cuello con 4 vigas principales en lugar de 2, las cuales sirven para reforzar dicha zona.. (ver figuras 2.27, 2.28 y 2.29).

CARACTERISTICAS PRINCIPALES:

LARGO: 40' (12.20 METROS)
 ANCHO TOTAL: 2.600METROS
 ALTURA QUINTA: 46" (1.17 METROS)
 ALTURA TOTAL CON HIGH CUBE: 4.25 METROS
 PESO VEHICULAR: 4.00 TON.

CARGA UN CONTENEDOR HIGH CUBE DE 40'
 CARGA DOS CONTENEDORES DE 20' VACIOS
 CARGA UN CONTENEDOR DE 20' AL CENTRO

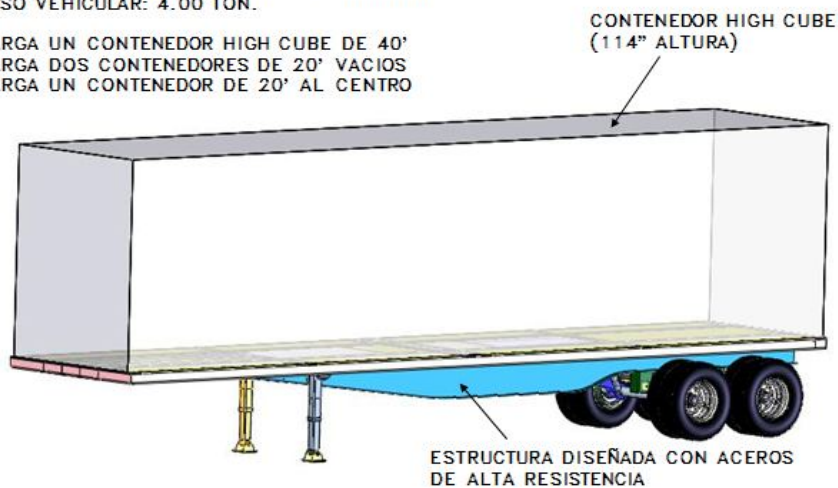


Figura 2.27. Plataforma plana multifuncional High Cube Smart Trailers, características y aplicaciones principales.

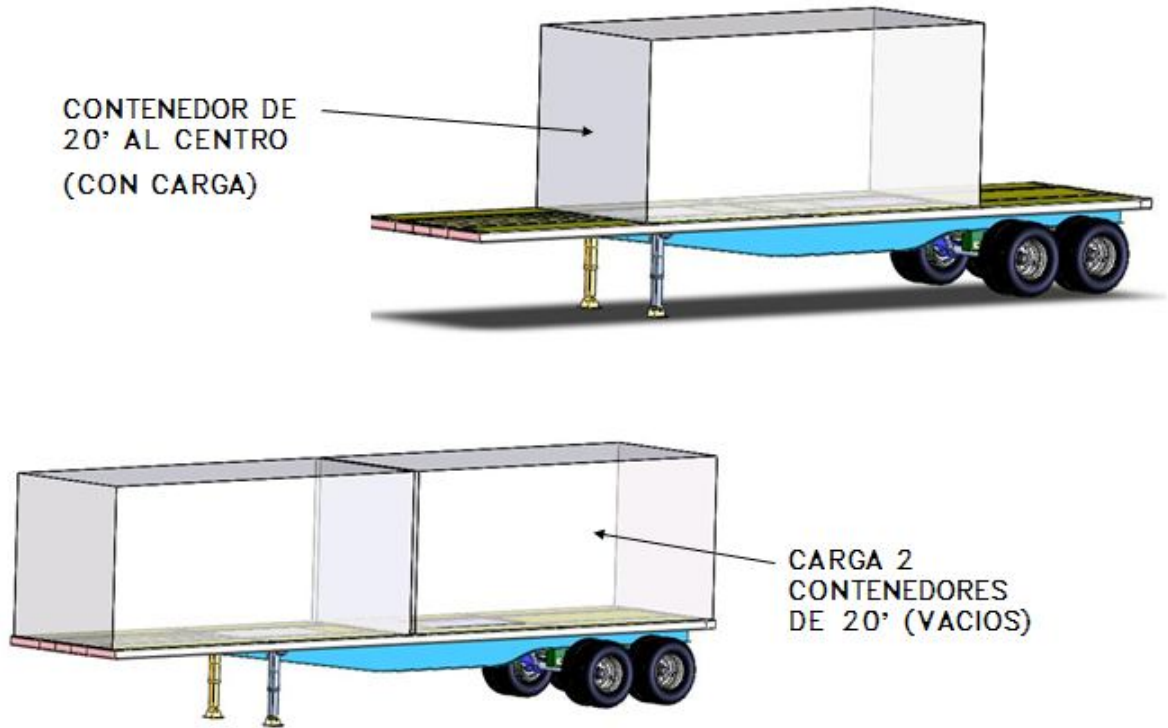


Figura 2.28. Plataforma plana multifuncional High Cube Smart Trailers, contenedor de 20'



Figura 2.29. Plataforma plana multifuncional High Cube Smart Trailers,

2.3.4. PLATAFORMA TIPO TUNEL

Estas unidades son plataformas planas, con marco frontal alto fabricado en aluminio, y lona retráctil a todo lo largo, este tipo de plataformas se usan con la finalidad de proteger producto de la lluvia o condiciones de intemperie, pero al mismo tiempo permitiendo la descarga por la parte superior o lateral de la plataforma con grúa viajera o montacargas al retraer la lona en su totalidad, (ver figuras 2.30, 2.31 y 2.32).

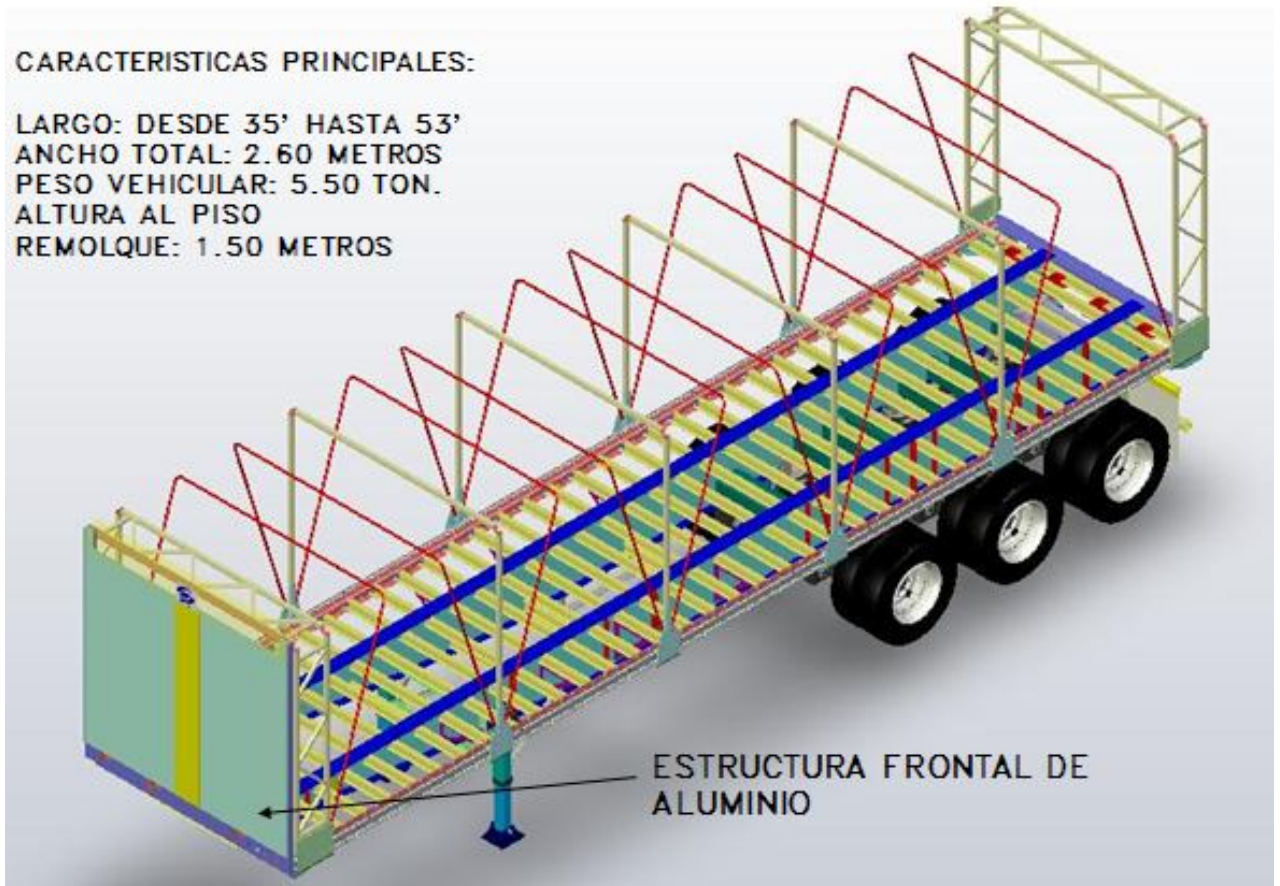


Figura 2.30. Plataforma tipo túnel Smart Trailers, características principales.

APLICACIONES:
DONDE NECESITEN TODO EL ESPACIO LIBRE
PARA PODER CARGAR
CARGAR TARIMAS, ROLLOS DE ACERO, ETC.

LA LONA PLEGA HACIA ARRIBA



Figura 2.31. Plataforma tipo túnel Smart Trailers, aplicaciones principales.



Figura 2.32. Plataforma tipo túnel Smart Trailers.

2.3.5. PLATAFORMA DESNIVELADA

Estas unidades son plataformas con un desnivel, este desnivel se usa cuando se quiere cargar materiales que ocupan más volumen sin sobrepasar la carga que la unidad puede soportar, estos muchas veces son utilizados para la carga de otras unidades de trabajo pesado como son trascabos, gruas, etc. (ver figuras 2.33 y 2.34).



Figura 2.33. Plataforma desnivelada Smart Trailers.



Figura 2.34. Rampa de plataforma desnivelada Smart Trailers.

2.3.6. PLATAFORMA ENCORTINADA

Estas unidades son plataformas las cuales cuentan con marco frontal, marco trasero, toldo y cortinas en los costados para simular la función de una caja seca, con la diferencia de las cortinas laterales las cuales brindan la opción de carga y descarga por los costados.

Vienen en diferentes tipos de configuraciones dependiendo la utilidad o giro para el cual serán utilizadas como son “plataforma plana encortinada”, “plataforma plana encortinada con puertas traseras”, “plataforma desnivelada encortinada”, “plataforma doble desnivel encortinada (cama baja)”.

2.3.6.1. PLATAFORMA PLANA ENCORTINADA

Son plataformas planas pero cuentan con marco frontal, marco trasero, toldo y cortinas en los costados para simular la función de una caja seca, con opción de cargas y descarga lateral. Muy utilizadas en la industria refresquera y cervecera principalmente. (ver figuras 2.35 y 2.36).



Figura 2.35. Plataforma plana encortinada Smart Trailers.



Figura 2.36. Plataforma plana encortinada Smart Trailers en full.

2.3.6.2. PLATAFORMA PLANA ENCORTINADA CON PUERTAS TRASERAS

Estas unidades cuentan con puertas traseras, las cuales facilitan la posibilidad de carga y descarga, debido a que el material lo pueden cargar o descargar tanto por la parte trasera como por los costados de la unidad. (ver figura 2.37).



Figura 2.37. Plataforma plana encortinada con puertas traseras Smart Trailers.

2.3.6.3. PLATAFORMA DESNIVELADA ENCORTINADA

Estas unidades son utilizadas para cargar más volumen por su diferencia de altura en la parte posterior de la unidad, protegiéndolo de la intemperie recordando que son unidades que hacen la función como una caja seca por las cortinas laterales, aunque facilitando de igual manera la carga y descarga por los costados. (ver figura 2.38).



Figura 2.38. Plataforma desnivelada encortinada Smart Trailers.

2.3.6.4. PLATAFORMA DESNIVELADA ENCORTINADA CON PUERTAS TRASERAS

Similares a las plataformas desniveladas encortinadas, con el plus de las puertas traseras para carga y descarga tanto por la parte trasera como por los costados de la unidad. (ver figura 2.39).



Figura 2.39. Plataforma desnivelada encortinada con puertas traseras Smart Trailers.

2.3.6.5. PLATAFORMA DOBLE DESNIVEL ENCORTINADA (CAMA BAJA)

Estas son unidades similares diseñadas para transporte de gran volumen y poco peso. Cuentan con tres alturas de piso y cortina a los costados de la unidad. (ver figuras 2.40, 2.41 y 2.42).



Figura 2.40. Plataforma cama baja encortinada Smart Trailers.



Figura 2.41. Plataforma cama baja encortinada Smart Trailers en full.



Figura 2.42. Muestra de carga plataforma cama baja encortinada Smart Trailers.

2.3.7. CHASIS PORTACONTENEDOR HIGH CUBE FIJO

Estas unidades son estructuras diseñadas específicamente para el transporte de contenedores de carga, (ver figura 2.43). Son unidades ligeras ya que están constituidas de un cuerpo sencillo, pero son lo suficientemente fuertes como para cargar diferentes tipos de contenedores, (ver figuras 2.44 y 2.45).



Figura 2.43. Ejemplo de contenedor.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

LARGO: 40.5' (12.34 METROS)
ANCHO TOTAL: 2.438 METROS
PESO VEHICULAR: 4.30 TON.

- CARGA UN CONTENEDOR HIGH CUBE DE 40'
- CARGA DOS CONTENEDORES DE 20' VACIOS
- CARGA UN CONTENEDOR DE 20' AL CENTRO

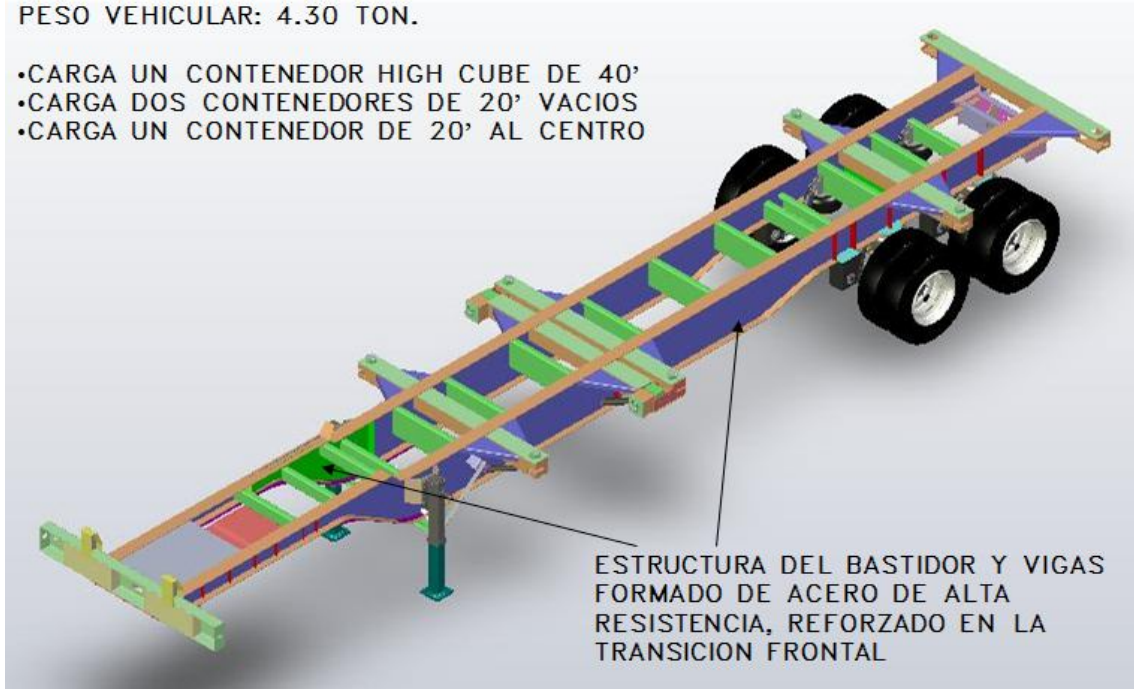


Figura 2.44. Características principales chasis portacontenedor Smart Trailers.

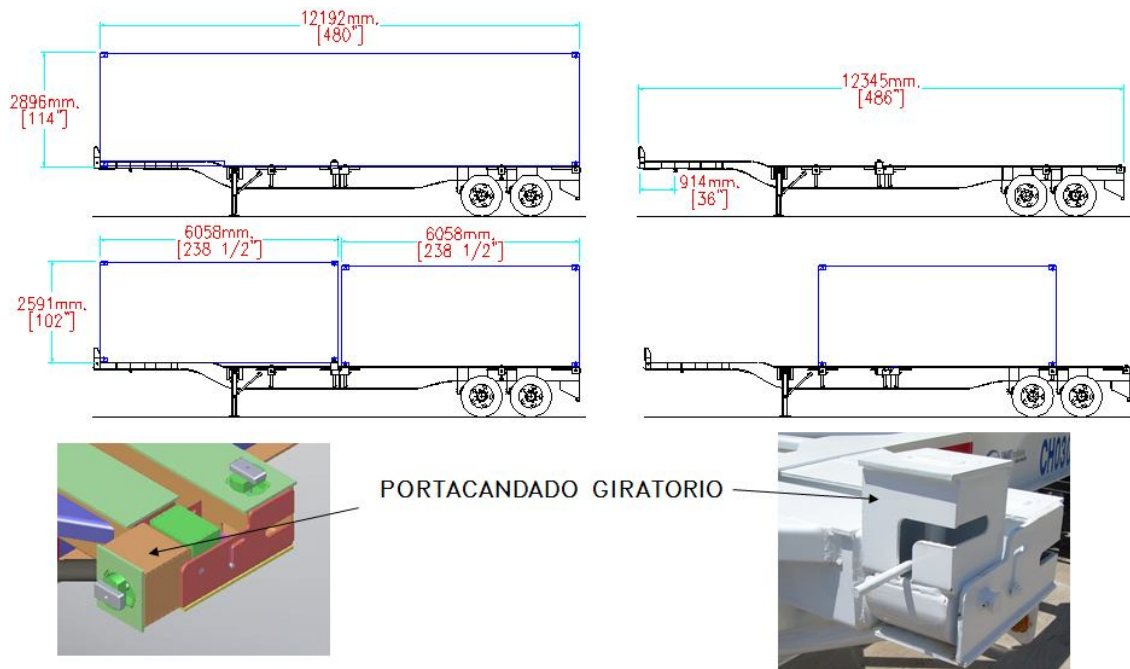


Figura 2.45. Tipos de carga chasis portacontenedor Smart Trailers.

2.3.8. CHASIS PORTACONTENEDOR HIGH CUBE EXTENDIBLE

Semejantes a los chasis porta contenedores fijos, son estructuras diseñadas específicamente para el transporte de contenedores de carga, la diferencia de éstos es que al transportar un contenedor cargado la unidad se retrae, lo que habilita el uso en full de estas unidades, (ver figuras 2.46 y 2.47).

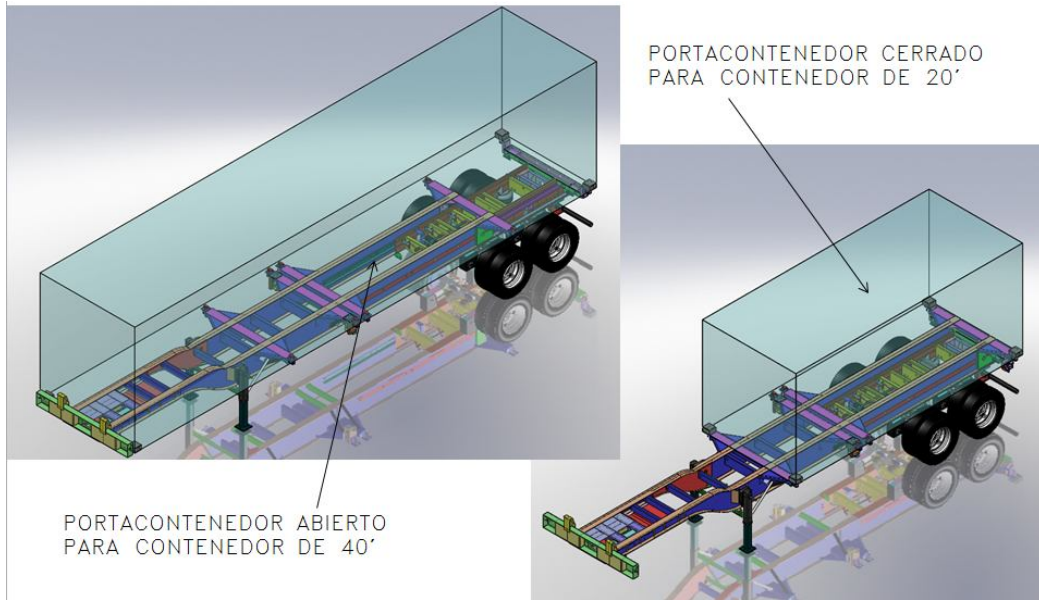


Figura 2.46. Uso del chasis portacontenedor extendible Smart Trailers.



Figura 2.47. Uso del chasis portacontenedor extendible Smart Trailers.

2.3.9. CONVERTIDOR O DOLLY

Los dolly's o también llamados convertidores, son unidades pequeñas las cuales son las encargadas de la unión del semirremolque y el remolque, estas cuentan con ojillos los cuales se acoplan a los ganchos de los semirremolques para generar el arrastre de los dolly's y de los remolques, en la parte superior de los dolly's portan una quinta rueda, que es el plato de enganche del remolque trasero.

2.3.9.1. CONVERTIDOR O DOLLY TIPO H

Los dolly's H, son utilizados para recortar la distancia entre los remolques principalmente dado que no cuentan con lanza y eso los ayuda a hacer esa distancia más corta, como todo tienen ventajas y desventajas de un Dolly tipo A. (ver figuras 2.48, 2.49 y 2.50).

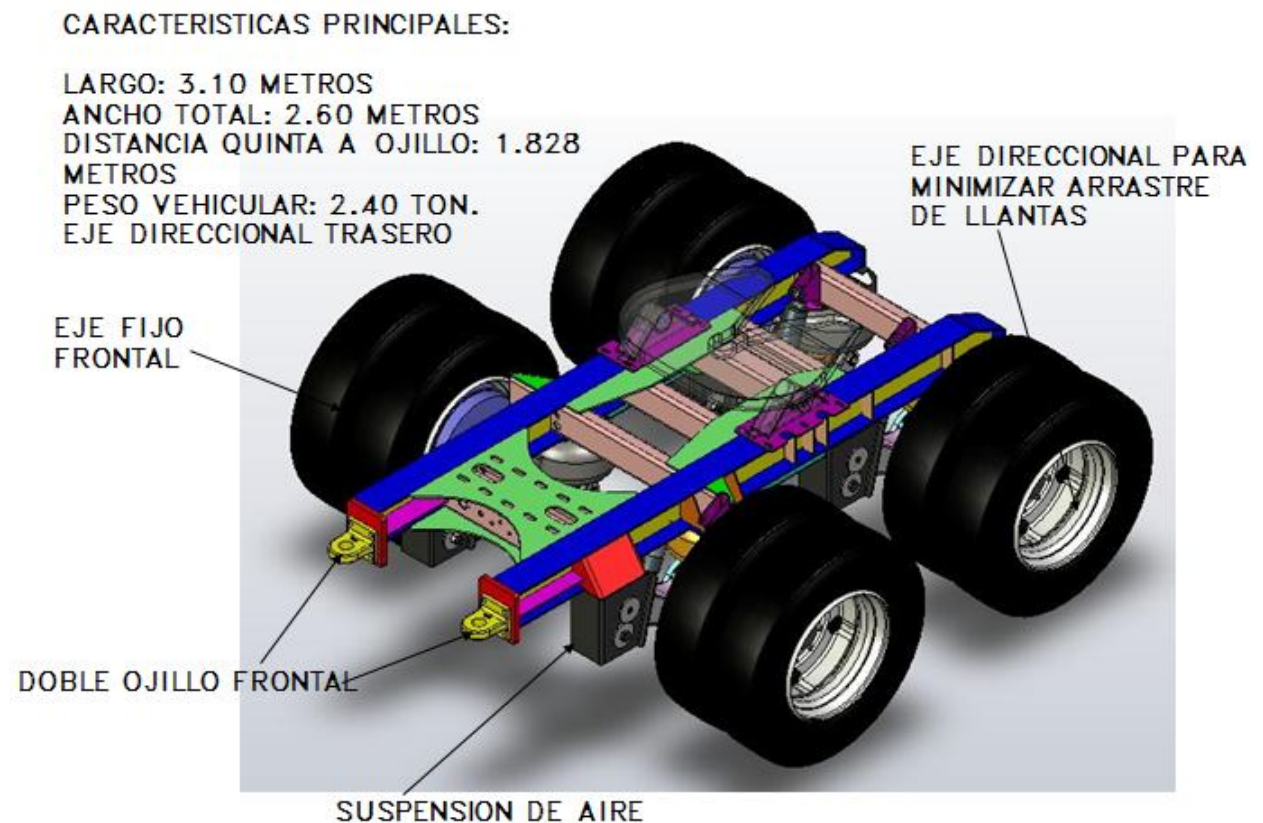


Figura 2.48. Características principales Convertidor tipo "H" Smart Trailers.

APLICACIONES:
SEA IMPORTANTE LA
SEPARACION ENTRE
REMOLQUES

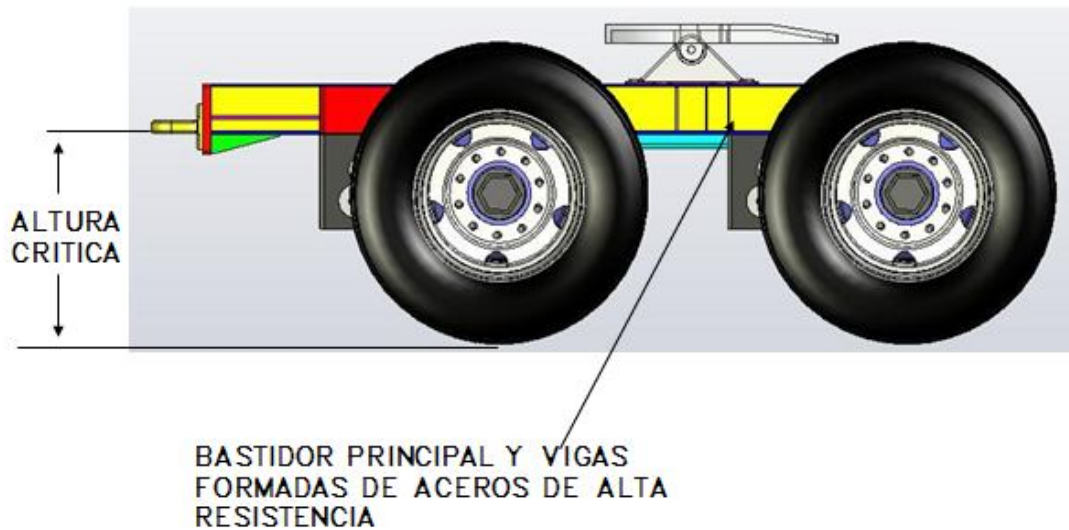


Figura 2.49. Aplicaciones principales Convertidor tipo "H" Smart Trailers.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONVERTIDOR TIPO "H"

VENTAJAS

- Mayor estabilidad del remolque trasero en giros de pánico.
- Distancia entre remolques se reduce significativamente, en comparación al convertidor tipo "A" (0.35 metros)
- No existe problemas de cumplir con la norma en cuanto a la longitud total en remolques de 40' en full.

DESVENTAJAS

- Prácticamente no hay tolerancia entre las alturas de los ojillos y el gancho del remolque.
- Se hace necesario reforzar la estructura de los remolques, ya que son los que reciben todos los esfuerzos del convertidor.
- Es necesario realizar mantenimientos preventivos mas frecuentemente.
- No se recomienda para maniobras en patio.

Figura 2.50. Ventajas y desventajas principales Convertidor tipo "H" Smart Trailers.

2.3.9.2. CONVERTIDOR O DOLLY TIPO A

Los dolly's A, son utilizados frecuentemente. Éstos cuentan con una lanza basculante con un solo ojillo, la cual se adapta a la altura del gancho y además permite el giro del Dolly A, a diferencia del Dolly H que queda rígido en la estructura del remolque. (ver figuras 2.51, 2.52 y 2.53).

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

LARGO: 3.40 METROS
ANCHO TOTAL: 2.60 METROS
DISTANCIA QUINTA A OJILLO:
2.210 METROS
PESO VEHICULAR: 2.40 TON.
LANZA FRONTAL BASCULANTE

BASTIDOR PRINCIPAL Y
VIGAS FORMADOS DE
ACERO DE ALTA
RESISTENCIA

LANZA
BASCULANTE CON
UN SOLO OJILLO

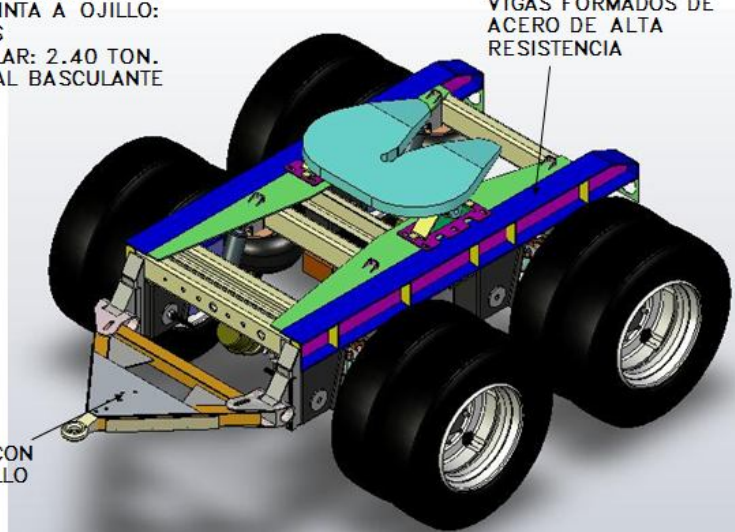


Figura 2.51. Características principales Convertidor tipo "A" Smart Trailers.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONVERTIDOR TIPO "A"

VENTAJAS

- Mantenimiento mínimo.
- Costo accesible.
- Recomendado para maniobras en patio.
- Menor sufrimiento del remolque frontal al tener el convertidor dos puntos de giro.

DESVENTAJAS

- Mayor distancia entre remolques.
- Muy inestable el remolque trasero en giros de pánico.
- Problemas en el cumplimiento de la norma en lo referente a la longitud total en full en remolques de 40'

Figura 2.52. Ventajas y desventajas principales Convertidor tipo "A" Smart Trailers.

CONVERTIDORES

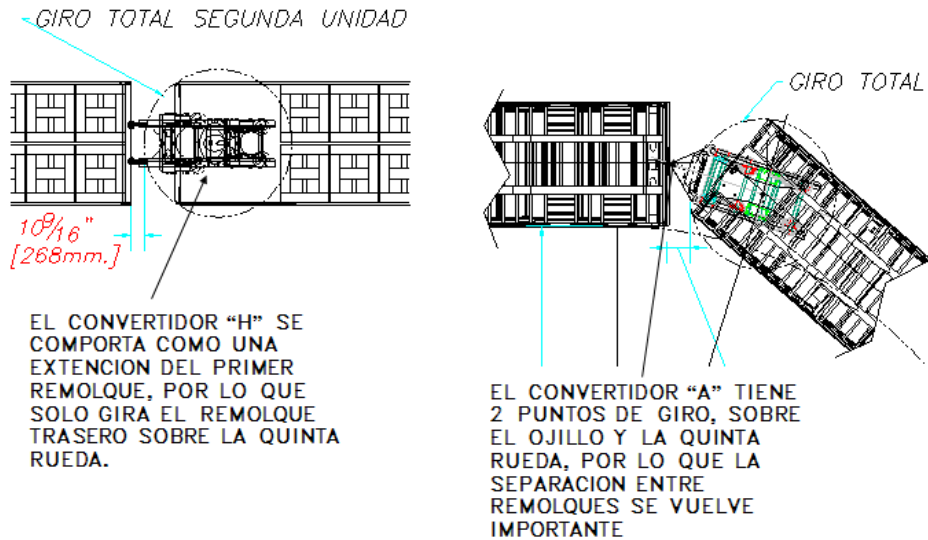


Figura 2.53. Tipos de Convertidor Smart Trailers.

2.3.9.3. CONVERTIDOR O DOLLY TIPO A CON LANZA EXTENDIBLE

Los dolly's A de lanza extendible, son utilizados para poder cumplir con las normas cuando se transporta en full y para realizar maniobras en patio, estos cuentan con una lanza basculante con un solo ojillo, la cual se adapta a la altura del gancho y además permite el giro del Dolly A, siendo la lanza extendible se puede ajustar la longitud de la misma. (ver figuras 2.54 y 2.55).

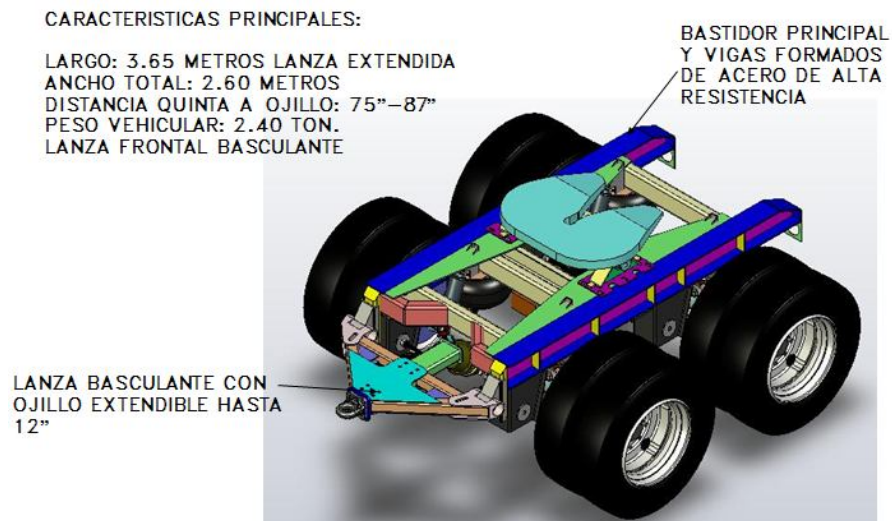
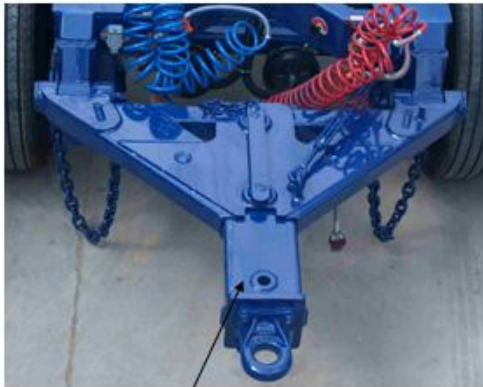
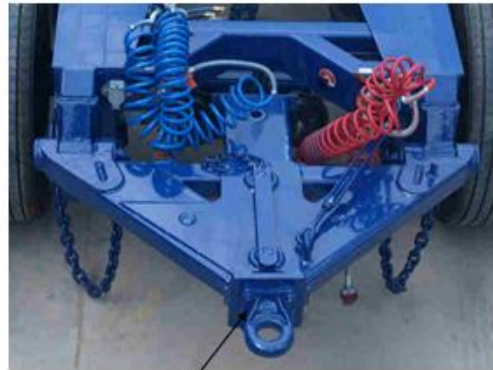


Figura 2.54. Características principales Convertidor tipo "A" Lanza extendible Smart Trailers.

Ideal para aplicaciones en donde sea importante la separación entre remolques



LANZA EXTENDIDA HASTA 12"
(0.304 METROS) PARA
MANIOBRAS EN PATIO



LANZA RETRAIDA 12" (0.304
METROS) PARA CIRCULACION
EN CARRETERA

Figura 2.55. Características principales Convertidor tipo "A" Lanza extendible Smart Trailers.

2.3.10. VOLTEO SOBRE BASTIDOR

Este tipo de unidad son utilizados principalmente en la industria minera, el diseño de Smart Trailers presenta un diseño esbelto, de fácil mantenimiento, con un centro de gravedad bajo y debido a los tipos de materiales utilizados también presenta un bajo lo que se resume en un máximo aprovechamiento de la carga útil, (ver figuras 2.56 y 2.57).

Cuerpo fabricado en material Hardox alta resistencia a la abrasión y al impacto

- Gracias a sus propiedades mecánicas homogéneas y a su composición química el acero Hardox posee:
- Resistencia a la cedencia $1200 \text{ N/mm}^2 = 12236 \text{ Kg/cm}^2$
- Resistencia ultima en tensión $1400 \text{ N/mm}^2 = 14276 \text{ Kg/cm}^2$
- % de elongación 10%
- Dureza brinell HB 425-475 CARACTERISTICA PRINCIPAL QUE PERMITEME UNA MEJOR RESISTENCIA A LA ABRACION

Figura 2.56 .Características principales del cuerpo del volteo Smart Trailers fabricado con Hardox.



Figura 2.57. Volteo Smart Trailers.

2.3.11. VOLTEO SOBRE CHASIS

Este tipo de unidad se utiliza principalmente en la industria minera y de la construcción, son utilizados para cubrir distancias más cortas cargando menos producto, pero con la diferencia de que con este se realizan mayor cantidad de vueltas por día. Lo que se resume en mayor cantidad de movimiento de producto. Para el diseño de estas unidades se debe tomar en cuenta el camión sobre el cual se montará la unidad, ya que este presenta medidas que se deben de considerar para el diseño de las unidades, (ver figura 2.58), así como realizar una distribución de carga en la suspensión. Al igual que el volteo sobre bastidor el diseño de Smart Trailers es esbelto, de fácil mantenimiento, con un centro de gravedad bajo, (ver figura 2.59).

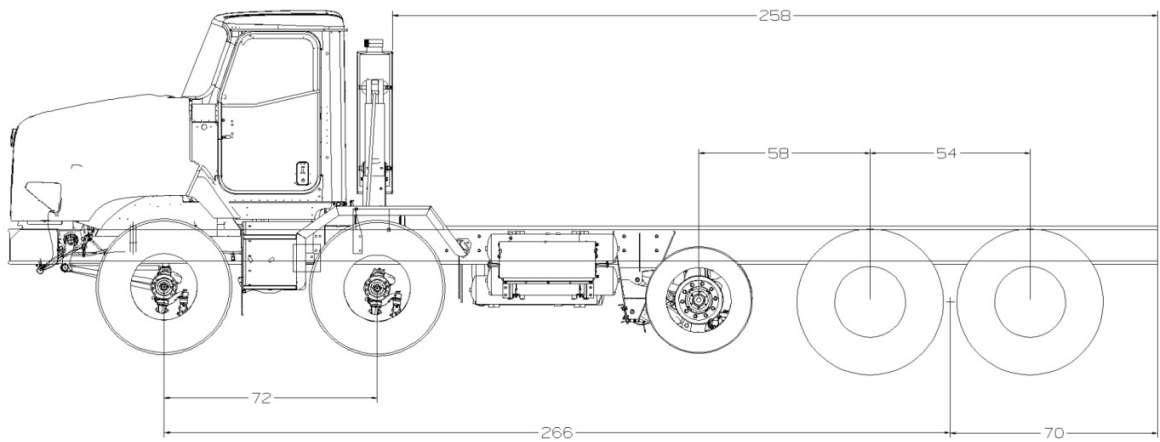


Figura 2.58. Ejemplo de medidas del camión a tomar en cuenta en el diseño del Volteo.



21m³



18m³



22m³

Figura 2.59. Volteo sobre chasis Smart Trailers.

2.3.12. VOLTEO LATERAL

Un concepto diferente en las unidades de transporte, surgió con el fin de aprovechar al máximo las unidades no solo utilizándolas como volteos, sino también como plataformas, surgió el volteo lateral, dando un doble servicio en una sola unidad.

Puede transportar cargas paletizadas, que pueden ser estibadas, o pueden transportar productos a granel como arenas, graba, escombros, etc. (ver figuras 2.60, 2.61 y 2.62).



Figura 2.60. Volteo lateral Smart Trailers.

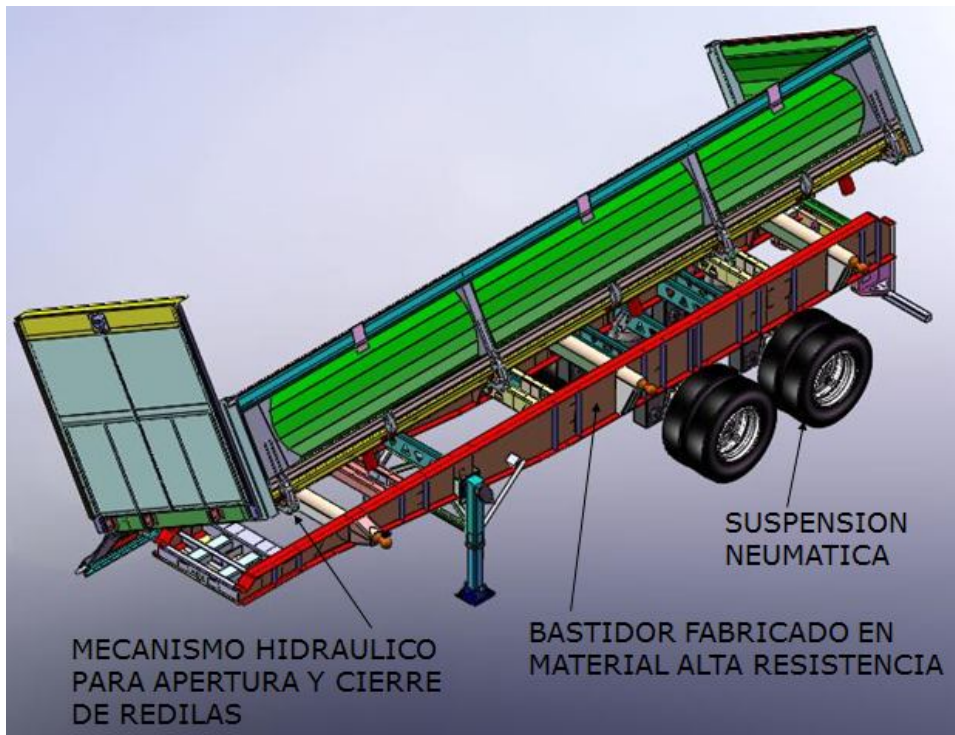


Figura 2.61. Volteo lateral en modo de descarga a granel Smart Trailers.

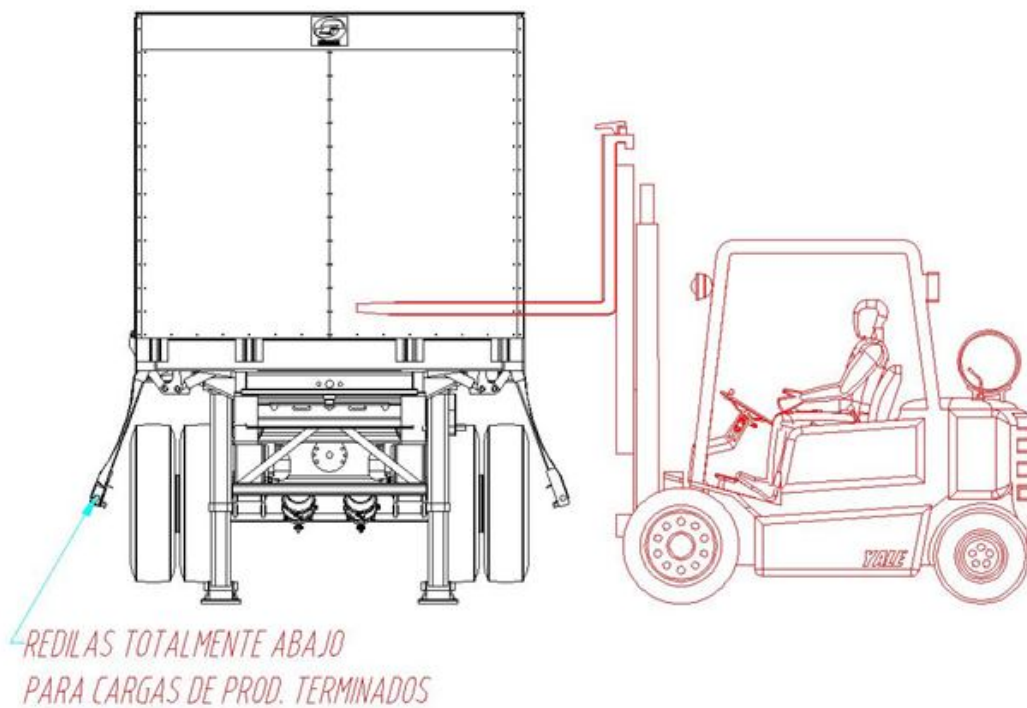


Figura 2.62. Volteo lateral en modo de descarga entarimada Smart Trailers.

2.4. LAS NORMAS

“Mientras que en México, el comercio total ha crecido a tasas promedio anuales de 12.3 por ciento entre 1990 y 2003, convirtiéndose en el séptimo país exportador, paradójicamente cada vez el traslado de carga es más caro en relación con los Estados Unidos.”¹

“Cifras del Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) señalan que en el autotransporte la tarifa por kilómetro para movilizar una tonelada de mercancía es 20 por ciento más elevada; en ferrocarril, 4 por ciento y en el transporte marítimo, 12.6 por ciento.”² Estos costos podrían resolverse con una mayor integración del sistema carretero, ferroviario y marítimo. Esta situación ha llevado al país a pésimos niveles de competitividad frente a las naciones desarrolladas.

En México el transporte ha tenido desarrollos que benefician a todo el país, ya se cuenta con mejores vías de comunicación dentro del país. El autotransporte de carga de México es el medio más utilizado para la transportación de mercancías.

Gracias al continuo desarrollo económico mundial, los sistemas de transportación deben expandirse hacia los mercados internacionales, para que presente excelentes evoluciones y cuente con un buen desarrollo dentro del mercado de transportación de carga. Como país es una ventaja muy importante contar con el TLCAN, ya que se tiene la oportunidad de tener medios por los cuales se tenga un desarrollo dentro del mercado más grande del mundo, como lo es los Estados Unidos de América.

En México se está dando un gran desarrollo dentro de los sectores, no siendo el transporte de carga una excepción. El país busca que se cuente con mejores oportunidades de desarrollo, para poder así estar en constante competencia con otras empresas que prestan el mismo tipo de servicio. Los mejores medios para la internacionalización del servicio son la adopción de nuevas tecnologías y la modernización del equipo.

1.- www.jornada.unam.mx/2005/05/16/004n1sec.html - (28/03/07 07:44 p.m.)

2.- <http://www.Imco.com.mx/2007/05/37/89w4n3.sec.html>. (27/03/07 6:45 p.m.)

El proceso de evolución de nuestra economía hace que se enfrenten retos de modernización en los diferentes sectores comerciales; el transporte es una de las actividades prioritarias para la industria nacional por lo que su participación en mercados nacionales y extranjeros es cada vez mayor, lo que obliga a mejorar permanentemente el servicio para obtener la preferencia de un consumidor global.

Siendo el autotransporte es el principal medio de movilización de carga en México si se considera el volumen total transportado a nivel nacional en los diferentes modos que existen. En México se moviliza cerca del 82% de la carga transportada vía terrestre por autotransporte, lo que significa que más de 414 millones de toneladas son manejadas por las carreteras nacionales.

Como se ha indicado anteriormente existen normas establecidas por el gobierno, las cuales deben ser cumplidas por los transportistas, se presentan a continuación las relacionadas con el transporte de material y residuos peligrosos.

NOM-001/SCT2-2000

Para placas metálicas, calcomanías de identificación y tarjetas de circulación empleadas en automóviles, autobuses, camiones, minibuses, motocicletas y remolques matriculados en la República Mexicana.

NOM-002/SCT2-1994

Para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Listados de las substancias y materiales peligros más usualmente transportados.

NOM-011-SCT2/1994

Para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Condiciones para el transporte de las substancias, materiales y residuos peligrosos en cantidad limitadas.

NOM-012-SCT-2-1995

Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal.

NOM-019-SCT2-1994

Disposiciones generales para la limpieza y control de remanentes de sustancias y residuos peligrosos en las unidades que transportan materiales y residuos peligrosos.

NOM-020-SCT2-1995

Requerimiento general para los diseños y construcción de auto tanques destinados al transporte de materiales y residuos peligrosos. Especificaciones SCT306, SCT 307, y SCT 312.

NOM-021-SCT2/1994

Para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Disposiciones generales para transportar otro tipo de bienes diferentes a las sustancias, materiales y residuos peligrosos, en unidades destinadas al traslado de materiales y residuos peligrosos.

NOM-035-SCT2/2010

Establece las características y especificaciones que deben reunir los vehículos de transporte para proteger las vías generales de comunicación y la seguridad de los usuarios.

Teniendo en cuenta que estas normas son mexicanas y aplican si la unidad va a circular en cualquier parte del país de México, en dado caso que no sea así las normas que afectan la unidad deben de revisarse antes de comenzar el diseño de la misma.

CAPITULO 3

EXPERIENCIA PROFESIONAL

3.1. TRAYECTORIA INGENIERÍA

Desde que entré a laborar a la empresa SMART TRAILERS S.A. DE C.V. inicié en el departamento de ingeniería, dentro del cual asumí responsabilidades en diseño mecánico de las unidades que se fabrican en la empresa. Como ya se ha mencionado con anterioridad, el área de ingeniería es la encargada de realizar tanto el diseño como los planos para fabricación, el cual será utilizado por el área de producción, así que esta información tiene que ser entregada completa y entendible para utilización durante el proceso de fabricación.

El primer diseño que se realizó ya estando dentro de la empresa fue un volteo de 15m³ para mina Sta. María (NEMISA), Mina de extracción de cobre ubicada en San Luis Potosí. El cual se montó sobre un camión Navistar, International 4 x 8, fue realizado desde su presentación para el área de ventas, hasta el diseño final, fabricación y montaje, obteniendo un muy buen resultado en la fabricación del mismo, (ver figura 3.1 y 3.2)

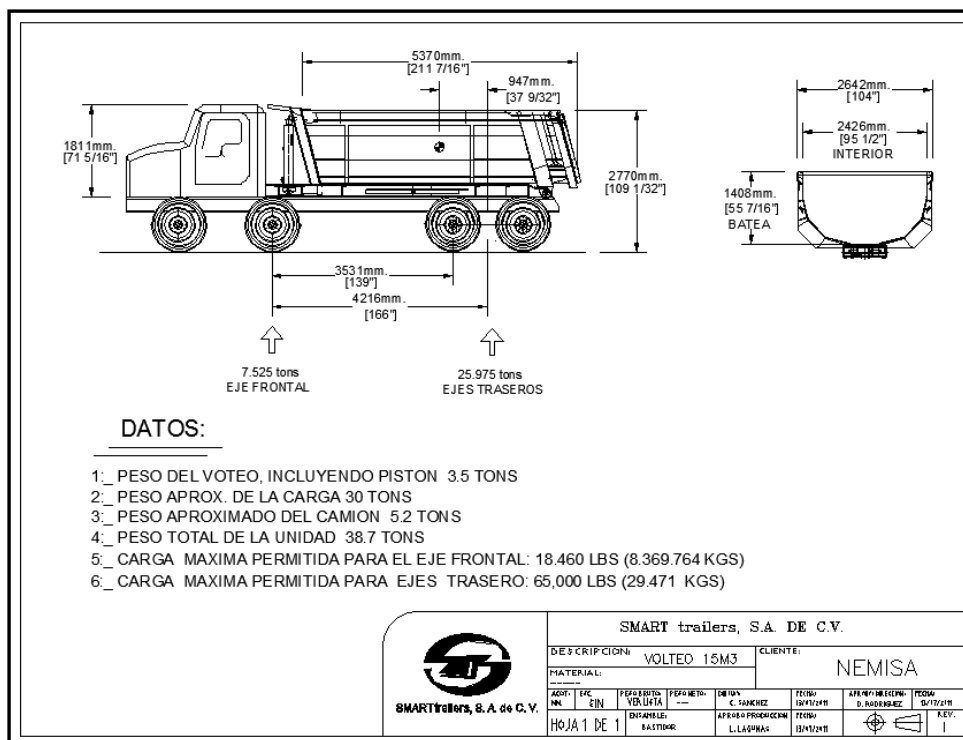


Figura 3.1. Presentación para su venta



Figura 3.2. Producto final volteo de 15m³.

El segundo trabajo realizado fue el diseño de un volteo de 20m³ para Grupo La Gloria S.A de C.V. Grupo la gloria es una empresa contratada por Cementos Apasco para el acarreo de piedra caliza para la trituración de la misma. Ubicada en Tula, Hidalgo. El volteo de 20m³ fue realizado desde su esquema para cerrar la venta (ver figura 3.3), hasta su fabricación y montaje completos en un camión Mack Granite 8 x 4 (ver figura 3.4).

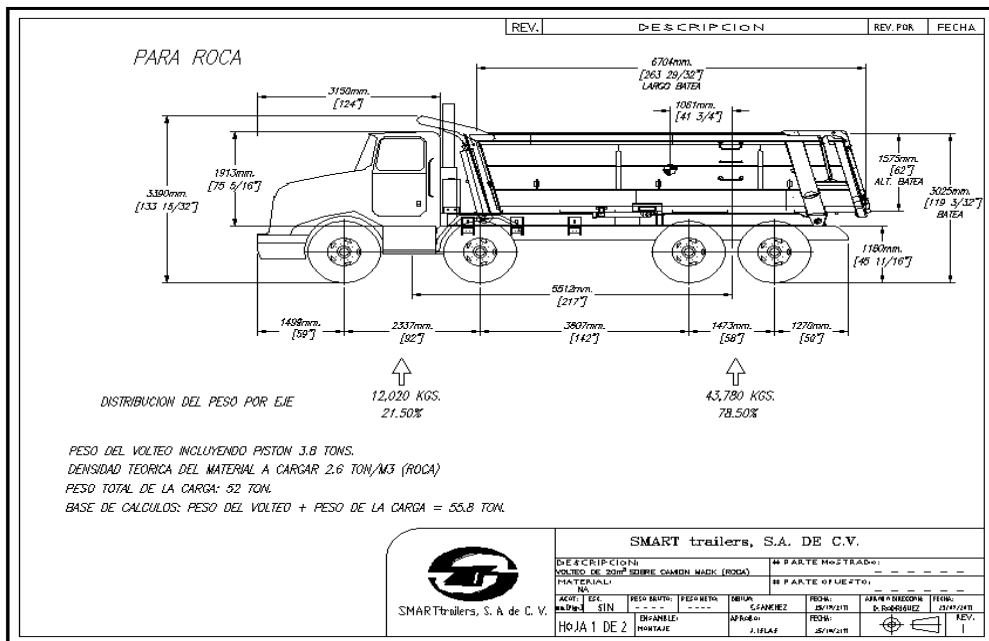


Figura 3.3. Esquema de ventas



Figura 3.4. Unidad en uso, volteo de 20m³.

El tercer trabajo realizado fue el diseño de un volteo de 16m³ para mina Capricornio, esta es una mina subterránea, por lo que el diseño de la batea no debe pasar la altura de la cabina del camión en el cual va montado. El volteo fue realizado desde su esquema de venta, (ver figura 3.5), hasta su fabricación y montaje completos en un camión Scania 8 x 4 (ver figura 3.6).

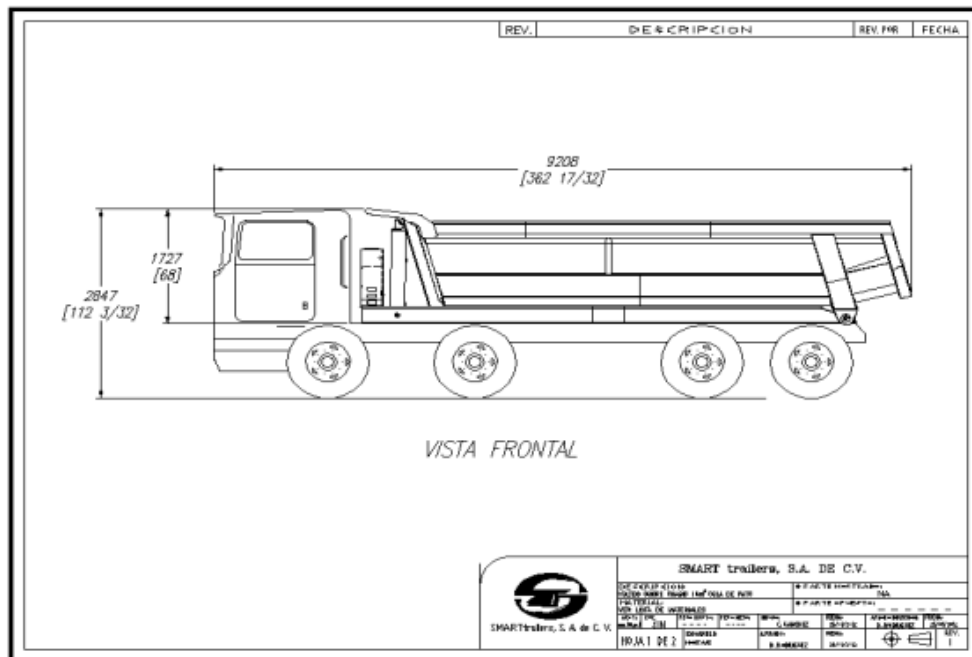


Figura 3.5. Volteo 16m³ cola de pato, esquema de ventas



Figura 3.6. Volteo 16m³ cola de pato, producto terminado.

Al terminar el volteo cola de pato se comenzó un diseño para Grupo Gondi, el cual consistió en plataformas planas encortinadas de 39.5' de longitud, estas unidades de igual manera se diseñaron y se fabricaron con éxito, (ver figuras 3.7).

REV.	DESCRIPCION	REV. POR	FECHA
PESO TRACTOR	5,250 KGS.	3,250 KGS.	TOTAL 8,500 KGS.
PESO REMOLQUE	(1,793KGS.)		3,707 KGS.
	38 KGS.	1,755 KGS.	5,500 KGS.
CARGA UTIL	10,619 KGS.		12,481 KGS.
	5,288 KGS.	15,624 KGS.	23,100 KGS.
AUTORIZADO C/SUSP NEUM.	6,500 KGS.	22,500 KGS.	16,188 KGS.
PORCENTAJE SOBRECARGA EJE	-----	-----	20,000 KGS.
PESO BRUTO VEHICULAR AUTORIZADO PARA CAMINO ET4,ET2, A4, A2 B4 Y B2. CON SUSPENSION NEUMATICA			49,000 KGS.
PORCENTAJE SOBRECARGA DE ACUERDO AL PESO BRUTO VEHICULAR:			-----
NOTA: PARA CONOCER LA CARGA UTIL, SE TOMO EN CUENTA 22 TARIMAS DE 1,050 KGS. C/U			
 SMART trailers, S. A. de C. V.		SMART trailers, S.A. DE C.V. CLIENTE: GONDI	
DESCRIPCION:	PLATAFORMA ENCORTINADA PLANA 39.5'		
	CON 22 TARIMAS DE 1,050 KGS.		
SECC. DE PUEBLO	FECHA DE EMISION	FECHA DE RECEPCION	FECHA DE ENTREGA
HOJA 1 DE 1	GENERAL	LLANAS	87%

Figura 3.7. Plataforma 39.5' Grupo Gondi, esquema de ventas.

Se realizaron varios diseños de tanques para transporte de combustibles de un proyecto de Colombia, para éste se desarrolló la ingeniería en su totalidad, desde esquema de ventas, diseño en SolidWorks, hasta planos de soldadura y estudios de elementos finitos. Sin embargo, no se fabricó el producto, debido a que las negociaciones no se cerraron. (Ver figuras 3.8, 3.9, 3.10 y 3.11).

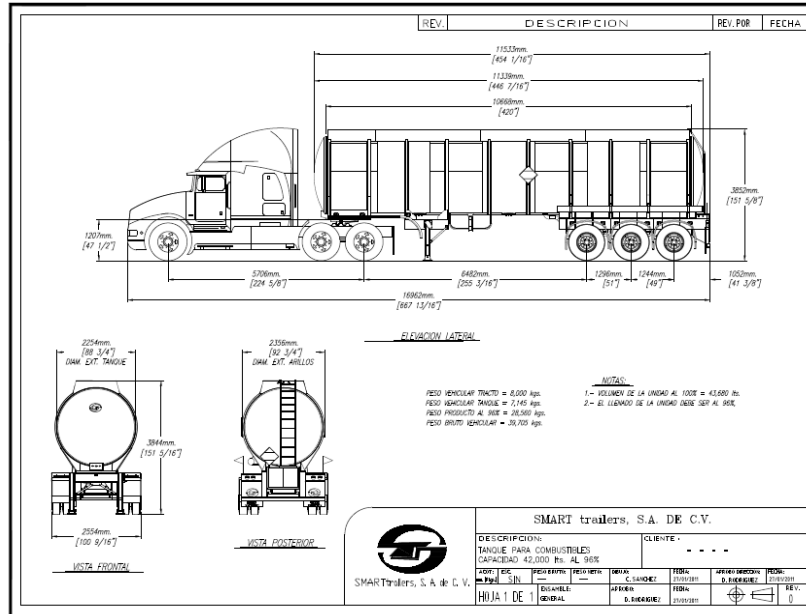


Figura 3.8. Tanque para transporte de combustible 42,000 lts, esquema de ventas.



Figura 3.9. Tanque para transporte de combustible 42,000 litros de 3 compartimientos), imagen de SolidWorks.



Figura 3.10. Tanque para transporte de combustible 42,000 litros de 1 compartimiento, imagen de SolidWorks.

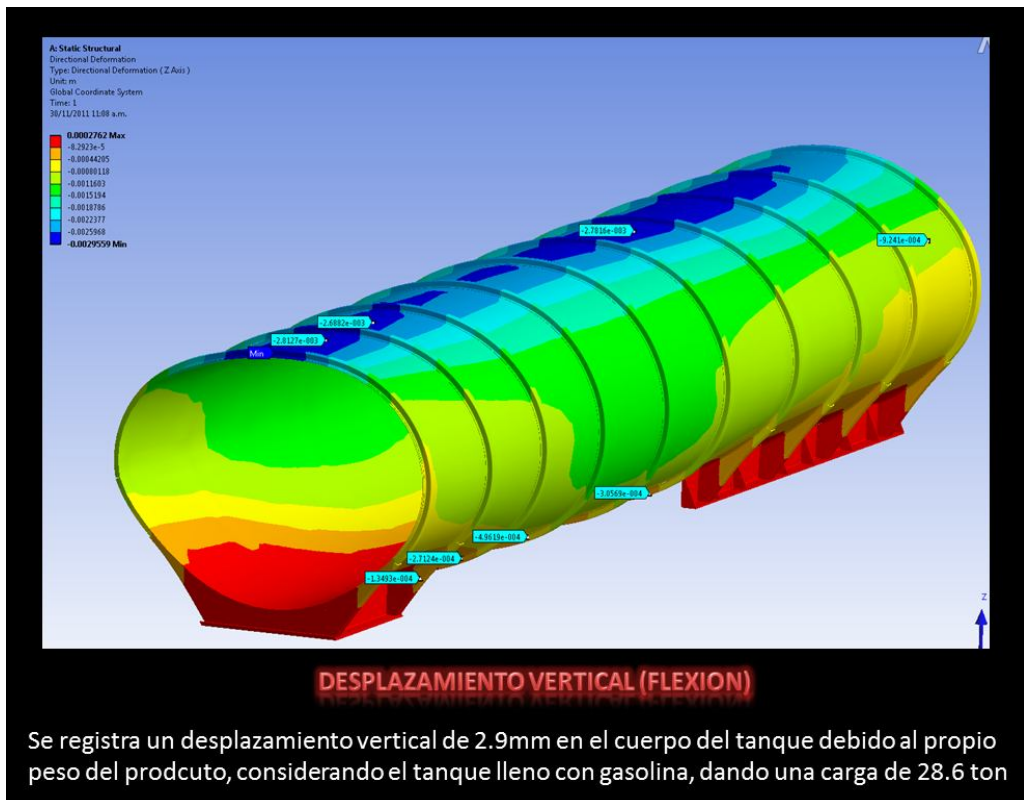


Figura 3.11. Análisis mediante elemento finito, Tanque para transporte de combustible 42,000 litros.

Posteriormente, al diseño de los tanques de transporte de combustible se realizó una plataforma plana de 45' de largo con redilas, el cliente fue Chaneme Colombia. Este proyecto fue realizado desde el esquema de ventas, diseño completo de la unidad y hasta la fabricación de la misma, (ver figura 3.12).

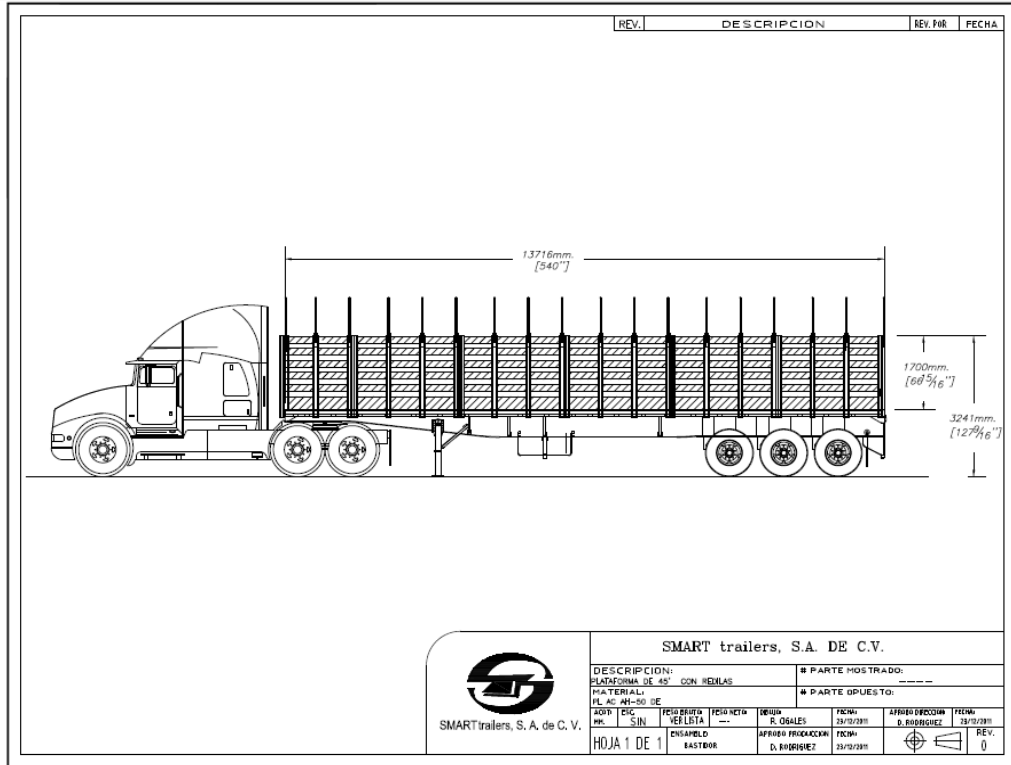


Figura 3.12. Plataforma plana con redilas, esquema de ventas.

Terminando el proyecto de las plataformas con redilas, entraron diferentes pedidos fuertes por parte de Hyundai, estos pedidos fueron principalmente maquilas del chasis de las plataformas siendo conformado por vigas principales, acoplador y separadores, figuras 3.13a), 3.13b), 3.14c) y 3.16d).

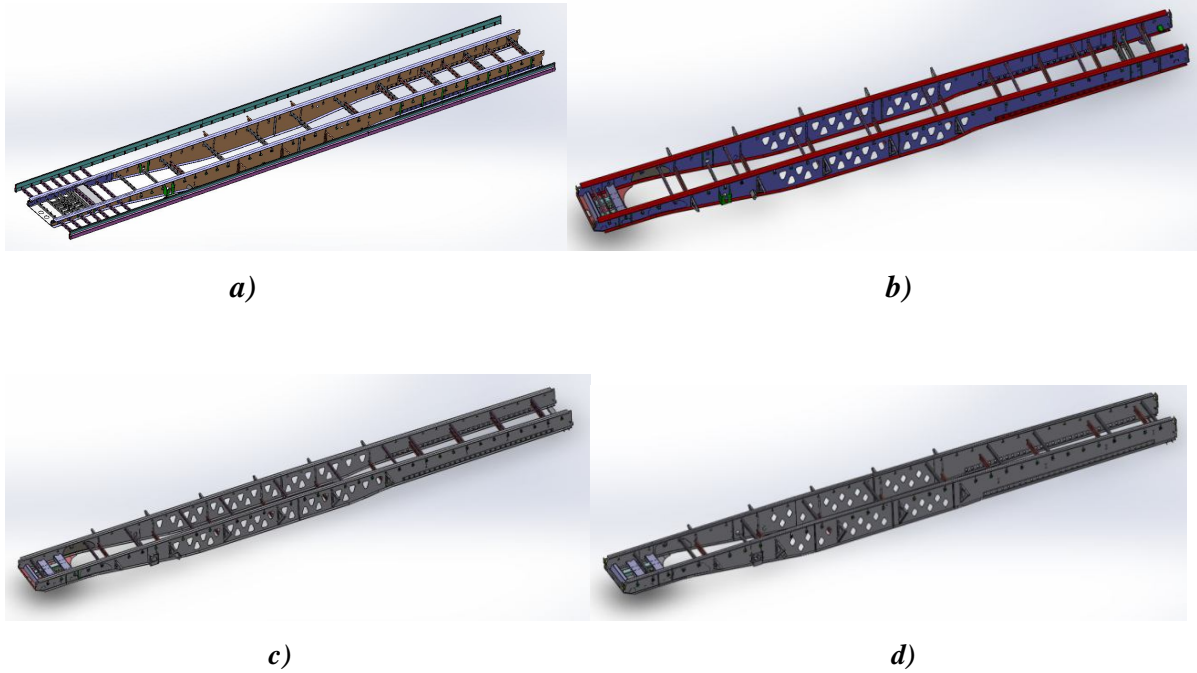


Figura 3.13. Chasis Plataformas Hyundai (FEDEX, PREFERED CARRIERS, PENSKE Y UPS), en SolidWorks.

Una vez finalizado el proyecto de Hyundai, se continuó con el desarrollo de plataformas planas de 48' para transporte de pollo, para el cliente Ilhuilcamina de Huixquilucan, estado de México. Esta plataforma se diseñó con un marco frontal alto y suspensión deslizable (ver figuras 3.14 y 3.15).

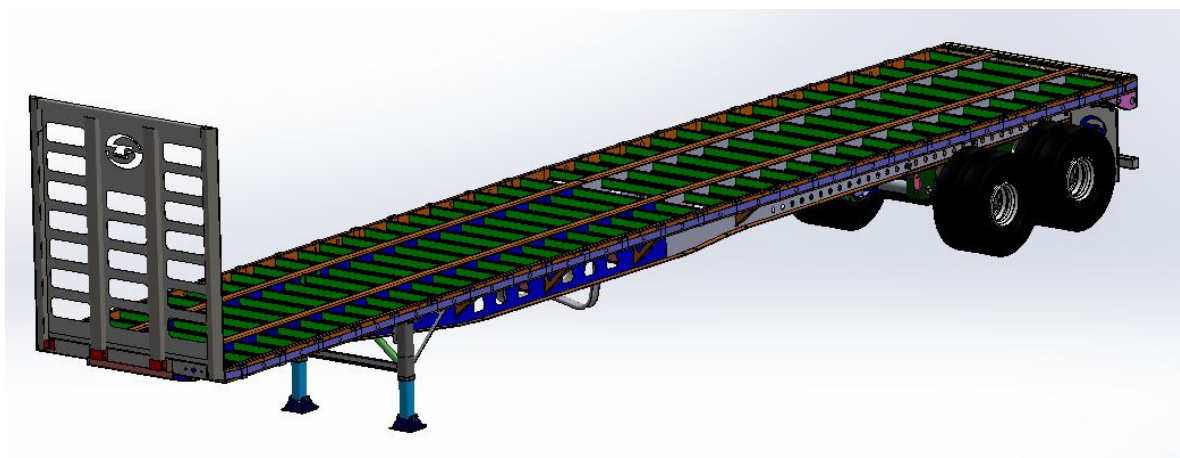


Figura 3.14. Diseño en SolidWorks de plataforma 48' cliente Ilhuilcamina.



Figura 3.15. Plataforma de 48' cliente Ilhuilcamina en proceso de fabricación.

Otro proyecto desarrollado en la empresa fue el diseño y fabricación de una plataforma desnivelada de 48', la cual se fabricó para la empresa TDA transportes (ver figuras 3.16 y 3.17).

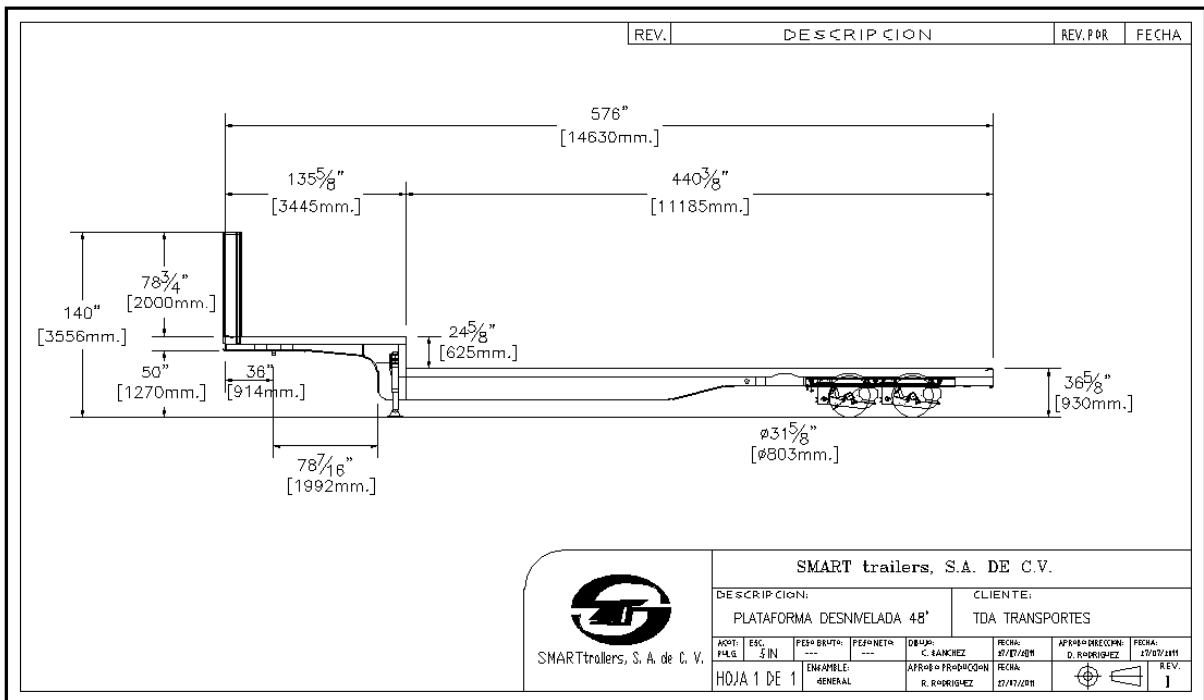


Figura 3.16. Plataforma desnivelada de 48' cliente TDA transportes, esquema de ventas.



Figura 3.17. Plataforma desnivelada 48' cliente TDA transportes, lista para rodar.

El último proyecto en el que se trabajó fue una plataforma de doble desnivel encortinada de 49', este proyecto se realizó para la empresa Kola Real (refresquera), localizada en Santo Domingo, República Dominicana. El proyecto fue realizado en su totalidad desde el esquema de ventas de la unidad hasta la fabricación en la planta de SmartTrailers (ver figuras 3.18 y 3.19).

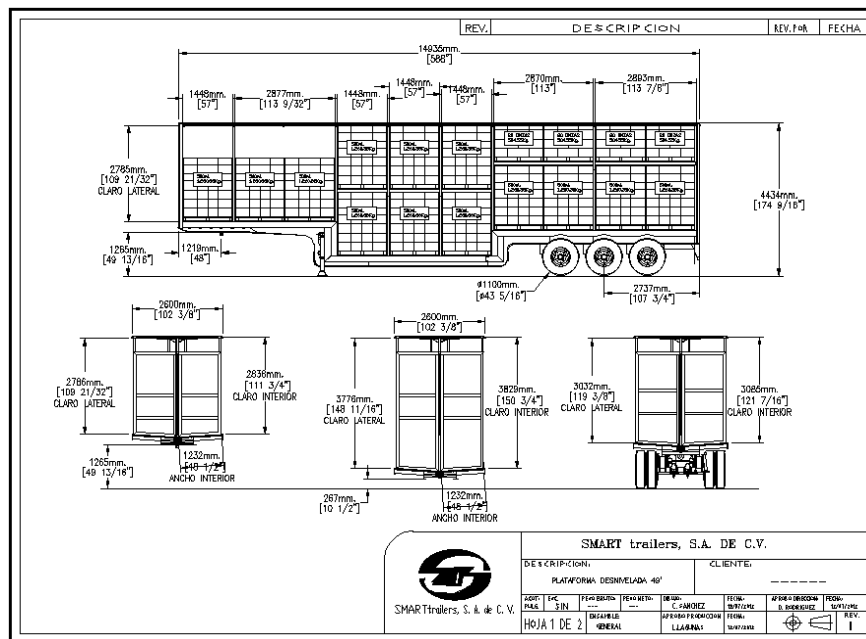


Figura 3.18. Plataforma desnivelada 49' cliente KOLA REAL, esquema de ventas hoja 1.



Figura 3.19. Plataforma desnivelada 49' cliente KOLA REAL, lista para embarque.

3.2. DESARROLLO PROYECTO KOLA REAL (SANTO DOMINGO)

El último proyecto realizado fue el de 12 plataformas de doble desnivel fabricadas para la empresa Kola Real de Santo Domingo (República Dominicana), a continuación se describe a detalle el desarrollo completo del mismo para fines de este trabajo

3.2.1. CORREO INICIAL DE SOLICITUD DE ESQUEMA DE VENTAS

La empresa SMART TRAILERS S.A. DE C.V. es una empresa en la cual se produce sobre pedido, a esto se le llama sistema de jalar el producto, se refiere a que se produce sólo cuando el cliente lo solicita, motivo por el cual todo proceso comienza desde la solicitud de un esquema de ventas por parte de un cliente. Esta solicitud de esquema de ventas se realiza por medio de un correo electrónico en el cual se especifica qué tipo de producto se desea adquirir.

En este correo se da información sobre el producto a transportar y la forma de hacerlo, en qué lugar va a transitar la unidad, las medidas que se requieren, etc. (ver figura 3.20).

De: Nelson Castillo [mailto:nelson_castillo@hotmail.com]

Enviado el: miércoles, 13 de junio de 2012 07:11 a.m.

Para: Daniel Rodríguez Castelan

Asunto: FW: RV: INFO REQUERIDA

Mi Estimado Daniel!!!!

Anexo las fotos de operaciones de Kola Real y las informaciones de la carga.

En la actualidad están utilizando el camión Mack que está debajo señalado pero si es necesario recomendar camión con motor de más capacidad nos sugieres.

El requerimiento del Propietario es que presentemos diferentes esquemas en las cuales podamos aumentar su capacidad de carga, teniendo en cuenta que los Bloques de mayor movimiento son los de 6" y 8" respectivamente.

En Trailers de doble desnivel el largo del Trailers seria 45 pies 3/4.

Informaciones :

Tamano del Block	Peso	Cantidad de Block x Estiba
4 Pulgadas	24 lbs	198 + 18 para hacer Piso o Pallets
5 Pulgadas	24.14 lbs	180 + 18 para hacer piso o pallets
6 Pulgadas	26.5 Lbs	162
8 Pulgadas	36.00 lbs	126

Contemplar un 8% de peso en caso de Transportar bajo lluvia (mojado).

Peso del Piggy Back o Montacargas 6,500 lbs

Dimensiones de los cubos o pallets.

Bloques de 55" x 48" x 73" de Alto

Cantidad de Cubos o Pallets montados en los Trailers actualmente.

Bloques de 4" 20 Cubos / 10 por cada Lado

Bloques de 5" 20 Cubos

Bloques de 6" 22 Cubos

Bloques de 8" 22 Cubos

Si necesitas alguna otra información déjame saber,

Serian 6 Dollies + 12 Colas inicialmente.

Un Abrazo,

Figura 3.20. Ejemplo de pedido vía correo electrónico, cliente KOLA REAL.

- Inclinación de 3° en el piso (para ayudar al aseguramiento de la carga)
- Caballete central
- Bordas laterales de aluminio
- Puente frontal de aluminio
- Puente Trasero de aluminio
- Altura de quinta rueda de 50''
- Suspensión de muelles con altura de manejo de 16''
- Marcos Frontal y trasero en aluminio
- Toldo en Aluminio
- Piso combinado de aluminio y madera
- País de destino (Republica Dominicana)

3.2.2. ESQUEMA DE VENTAS

La información contenida en las líneas anteriores complementada con la información de la figura 3.20 son especificaciones suficientes para la realización del esquema de ventas de las unidades.

El esquema se inició dibujando el bastidor de la plataforma, tomando como base un diseño similar con el cual ya se contaba (ver figura 3.21), el cual se fue ajustando a las especificaciones dadas por el cliente, cuidando muy bien las dimensiones requeridas, no olvidar que las unidades están destinadas a República Dominicana, país en el cual no se tienen normas que rijan las dimensiones de las unidades de transporte pesado.

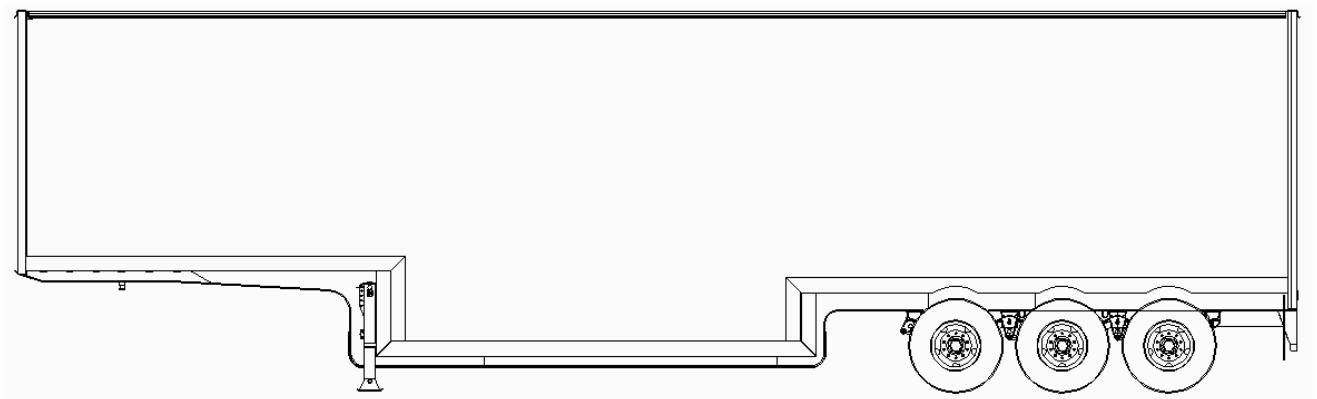


Figura 3.21. Base para diseño de plataforma desnivelada, cliente KOLA REAL.

Ya que se tiene el diseño previo se dibujaron los pallets a utilizar, esto con el fin de mostrar de qué manera se pueden acomodar éstos en la plataforma para cubrir las especificaciones de dimensiones y carga (ver figura 3.22)

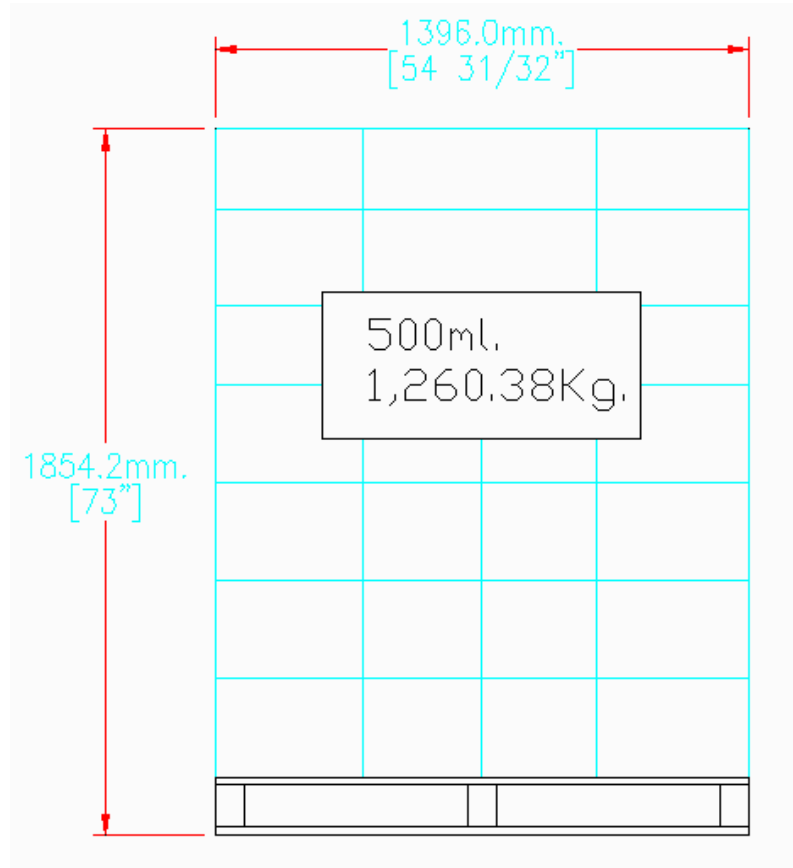


Figura 3.22. Pallets de carga en AutoCAD, cliente KOLA REAL.

Al tener los pallets de la carga a utilizar en la plataforma, éstos se montaron sobre la plataforma para asegurar que con la modificación de las dimensiones que se realizó en el bosquejo inicial no se tiene problemas con la carga en las unidades (ver figura 3.23), la altura total de la unidad terminada sobrepasa la altura permitida en México pero puede circular sin problemas en República Dominicana, con este acomodo se revisan todos los detalles de dimensiones para evitar problemas en la plataforma ya que una vez aprobado el esquema, sobre este mismo se basa para proceder a la realización de los cálculos estructurales y el diseño mismo de las unidades.

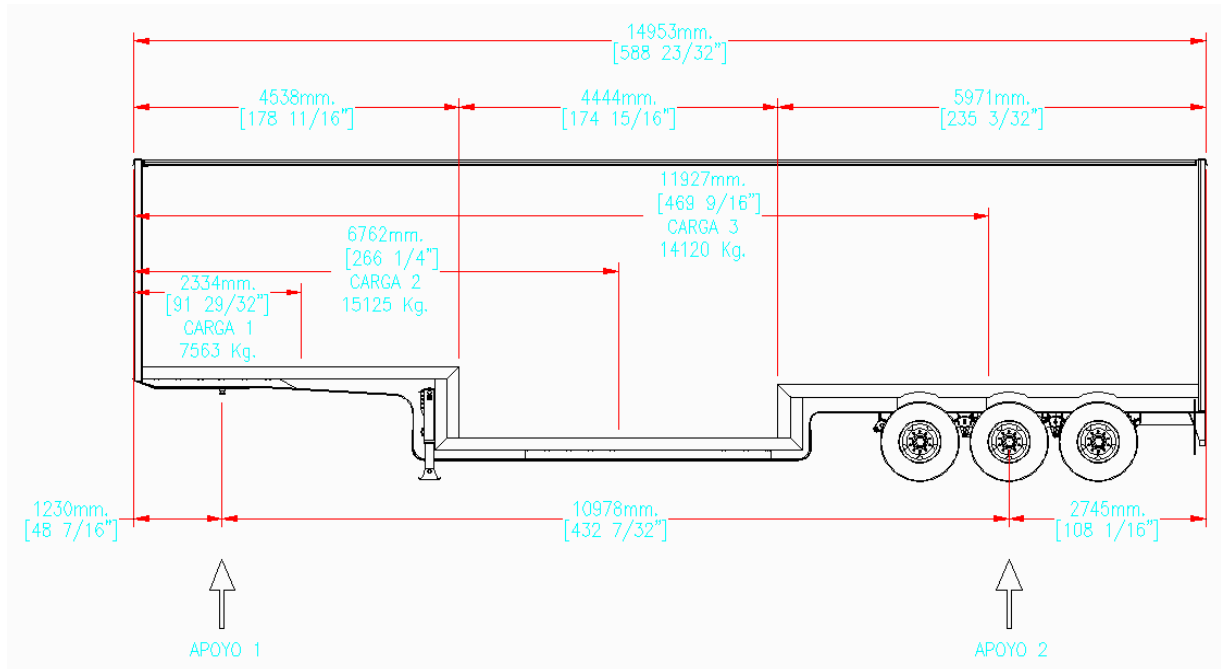


Figura 3.24. Distribución de cargas en plataforma.

3.2.3. DISTRIBUCION DE CARGA

A continuación se muestra el cálculo de las reacciones de la carga útil:

En esta plataforma se tienen 3 tipos de cargas que actúan en las secciones de la viga estudiada, secciones que se están despreciando para representar 1 sola viga con 3 cargas y 2 puntos de apoyo, para fines de entendimiento práctico, se realizó un esquema en el cual se representan las cargas que actúan en la misma (ver figura 3.25).

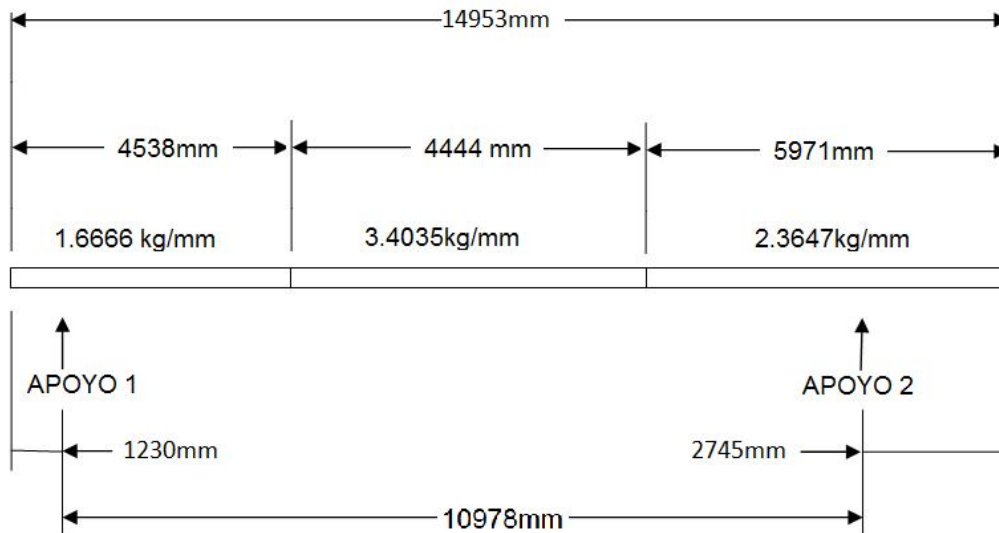


Figura 3.25. Distribución de cargas en plataforma.

El apoyo “RA” representa la reacción presentada en el perno de enganche de la plataforma, mientras el apoyo “RB” representa la reacción en la suspensión de la plataforma, al ser una plataforma de 3 ejes se considera el apoyo en el eje intermedio. El estudio se realiza tomando para estudio una sola viga en la cual se aplican 3 cargas las cuales reaccionan en dos puntos de apoyo, viéndose de la forma mostrada en la figuras 3.26.

Calculo de reacciones en quinta (RA) y suspensión (RB) :

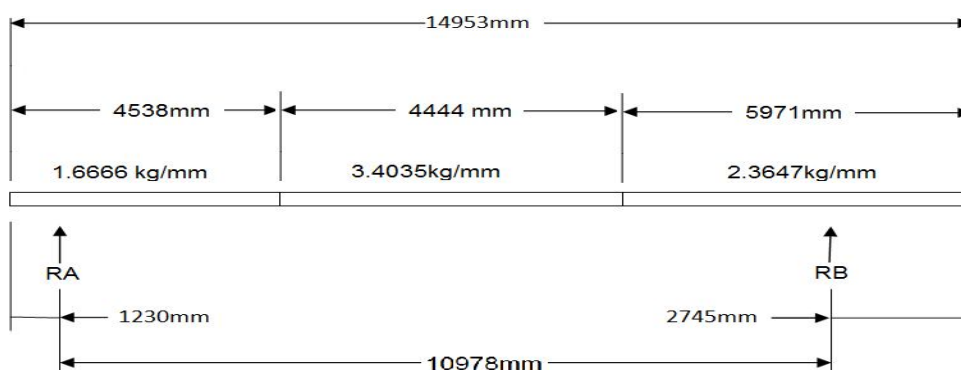


Figura 3.26. Distribución de cargas en plataforma.

Se realiza una sumatoria de momentos en RA para encontrar la fuerza que actúa en el apoyo RB esto es, $\sum M_A = 0$, y posteriormente se realizó una sumatoria de fuerzas en el eje Y para encontrar la fuerza en el apoyo RA, el cual se describe a continuación.

La sumatoria de momentos en el punto A es la siguiente:

$$\begin{aligned} \curvearrowright \sum M_A = & [(1.6666\text{kg/mm} * 1230\text{mm}) (615\text{mm})] - [(1.6666\text{kg/mm} * 3308\text{mm}) (1654\text{mm})] \\ & - [(3.4035\text{kg/mm} * 4444\text{mm}) (5530\text{mm})] - [(2.3647\text{kg/mm} * 5971\text{mm}) (10737.5\text{mm})] \\ & + \text{RB} (10978\text{mm}) \end{aligned}$$

Simplificando operaciones:

$$\begin{aligned} \curvearrowright \sum M_A = & 2049.918\text{kg}(615\text{mm}) - 5513.1128\text{kg}(1654\text{mm}) - 15125.154\text{kg}(5530\text{mm}) \\ & - 14119.6237\text{kg}(10737.5\text{mm}) + \text{RB} (10978\text{mm}) \end{aligned}$$

Despejando RB:

$$\text{RB} = \frac{-2049.91\text{kg}(615\text{mm}) + 5513.1128\text{kg}(1654\text{mm}) + 15125.154\text{kg}(5530\text{mm}) + 14119.6237\text{kg}(10737.5\text{mm})}{10978\text{mm}}$$

Por lo tanto:

$$\text{RB} = \frac{-1260694.65 \text{ kg*mm.} + 9118688.5712 \text{ kg*mm.} + 83642101.62 \text{ kg*mm.} + 151609459.47875}{10978\text{mm}}; \text{RB} = \underline{\underline{22145.16\text{kg.}}}$$

$$\text{RB en lbs} = 22145.16\text{kg.} * (1 \text{ lb} / 0.45 \text{ kg}); \text{RB} = 49211.467 \text{ lbs}$$

Aplicando $+\uparrow \sum F_y = 0$ se tiene:

$$\text{RA} = 7563\text{kg} + 15125\text{kg} + 14120\text{kg} - \text{RB}; \text{RA} = 36808\text{kg} - 22145.16\text{kg}; \text{RA} = \underline{\underline{14662.84 \text{ kg.}}}$$

$$\text{RA en lbs} = 14662.84\text{kg.} * (1 \text{ lb} / 0.45 \text{ kg}); \text{RB} = 32584.1 \text{ lbs}$$

Una vez que se obtuvieron las reacciones de la carga que están actuando sobre la estructura, se calculan las reacciones de la estructura misma de la plataforma (ver figura 3.27), tomando para fines de estudio el peso de la estructura total de la plataforma de 9500kg. Para realizar el cálculo se le debe de restar al peso de la estructura el peso de la suspensión que es de 2880kg por los tres ejes de la misma (960kg por eje). Quedando un peso neto de estructura de 6620kg, esto para asegurar la correcta distribución de cargas debido a que la suspensión no pertenece como tal a la estructura sino que forma parte del apoyo que tiene la estructura en el suelo.



Figura 3.27. Distribución del peso de la plataforma.

El apoyo “A” representa la reacción del perno de enganche de la plataforma, mientras el apoyo “B” representa la reacción en la suspensión de la plataforma. El estudio se realiza tomando en cuenta el peso de la estructura de la plataforma de 6620kg.

Se realiza una sumatoria de momentos en el apoyo 1 para encontrar la fuerza que actúan en el apoyo 2. $\sum M_A = 0$, y posteriormente se realizó una sumatoria de fuerzas en el eje Y para encontrar la fuerza en el apoyo 1, el cual se describe a continuación.

$$\sum M_A = 0 \implies \sum M_A =$$

$$R_B = \left[\left(\frac{14953mm}{2} \right) - 1230mm \right] * \left(\frac{6620kg}{10978mm} \right) + 2880kg$$

Se tiene que:

$$R_B = \left[(7476.5mm - 1230mm) \left(0.6030 \frac{kg}{mm} \right) \right] + 2880kg$$

Resultante de RB:

$$R_B = 3766.79 \text{ kg} + 2880\text{kg}; \quad \underline{\underline{R_B = 6646.79\text{kg.}}}$$

$$R_B \text{ en lbs} = 3766.79\text{kg} * (1 \text{ lb} / 0.45 \text{ kg}); R_B = 8370.64 \text{ lbs}$$

Resultante de RA:

$$R_A = 9500 - R_B; R_A = 9500\text{kg} - 6646.79\text{kg}; \quad \underline{\underline{R_A = 2853.21 \text{ kg.}}}$$

$$R_A \text{ en lbs} = 2853.21\text{kg} * (1 \text{ lb} / 0.45 \text{ kg}); R_A = 6340.46 \text{ lbs}$$

Se realizó un esquema con la especificación de las cargas calculadas en los puntos anteriores, siendo éstas la carga útil de la plataforma, la estructura de ésta, además cuenta con la carga del tracto camión, la cual es una carga ya establecida por el fabricante del mismo (ver figura 3.28).

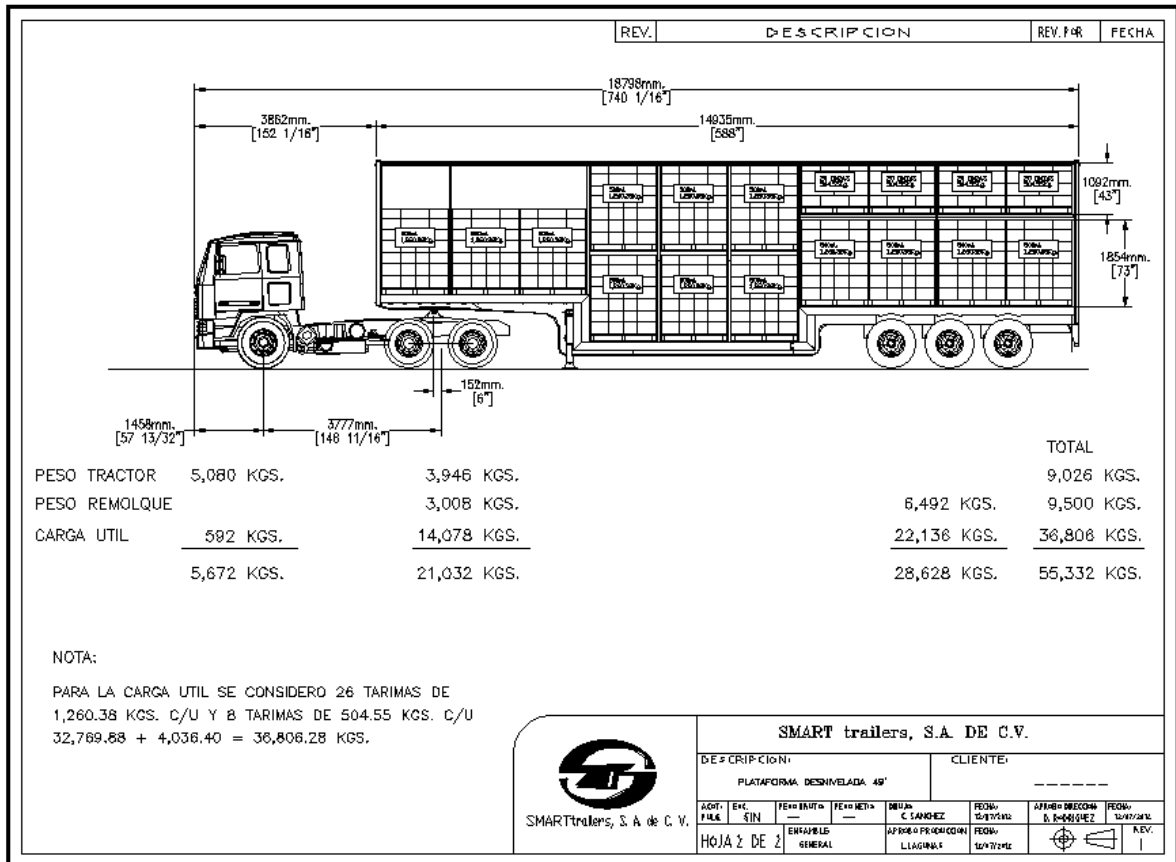


Figura 3.28. Distribución de cargas en plataforma.

La suma de cargas totales en la plataforma se muestran en la parte inferior de la imagen 3.28, en la cual se observa que se suman las reacciones totales obtenidas siendo éstas el peso del tractor, peso del remolque, carga útil y se comparan según la configuración adecuada de acuerdo a la norma NOM012 para saber si los pesos resultantes están dentro de los pesos permitidos en el tipo de configuración a la cual pertenece.


TRACTOCAMION ARTICULADO			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONFIGURACION DEL VEHICULO
T3-S3	6	22	

Figura 3.29. Tipo de configuración según NOM012 para plataforma.

Los pesos autorizados por la NOM012 se muestran en la figura 3.29 y 3.30, tomando como tipo de camino la columna referida a ET4 Y ET2, A4 Y A2. Los cuales hacen referencia a carreteras y autopistas.








CONFIGURACION DE EJES	TIPO DE CAMINO			
	ET4 Y ET2 A4 Y A2	B4 Y B2	C	D
 SENCILLO DOS LLANTAS	6,50	6,00	5,50	5,00
 SENCILLO CUATRO LLANTAS	10,00	9,50	8,00	7,00
 MOTRIZ SENCILLO CUATRO LLANTAS	11,00	10,50	9,00	8,00
 MOTRIZ DOBLE O TANDEM SEIS LLANTAS	15,00	13,00	11,50	11,00
 DOBLE O TANDEM OCHO LLANTAS	17,00	15,00	13,50	12,00
 MOTRIZ DOBLE O TANDEM OCHO LLANTAS	18,00	17,00	14,50	13,50
 TRIPLE O TRIDEM DOCE LLANTAS	23,50	22,50	20,00	NA

Figura 3.30. Pesos dependiendo de tipo de ejes y camino según NOM012.

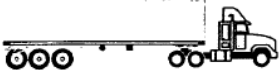
TRACTOCAMIÓN - SEMIRREMOLQUE (T-S)						
CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO Y NOMENCLATURA	NÚMERO DE LLANTAS	PESO BRUTO VEHICULAR POR TIPO DE CAMINO (ton)				
		ET4 Y ET2	A4 Y A2	B4 Y B2	C	D
T3-S3 	22	48,50	48,50	48,50	43,00	NA

Figura 3.31. Peso autorizado según configuración en NOM-012.

Al ver esta tabla (figura 3.31), se puede apreciar que la plataforma está muy fuera del reglamento, sin embargo como el producto es destinado para República Dominicana país en el cual no cuenta con una regulación de carga, no se tiene problemas con exceder el peso, sin embargo es importante mencionarle al cliente que es su responsabilidad el exceso de peso, además lo importante es tener precaución al circular con esta carga, ya que está excediendo los pesos permitidos y regularizados en México.

3.2.4. ESTUDIO DE VIGAS PRINCIPALES

Una vez obtenida la distribución de cargas presentada en la viga, se realizó el cálculo de los esfuerzos cortantes y momentos flexionantes de ésta para conocer el comportamiento de la misma.

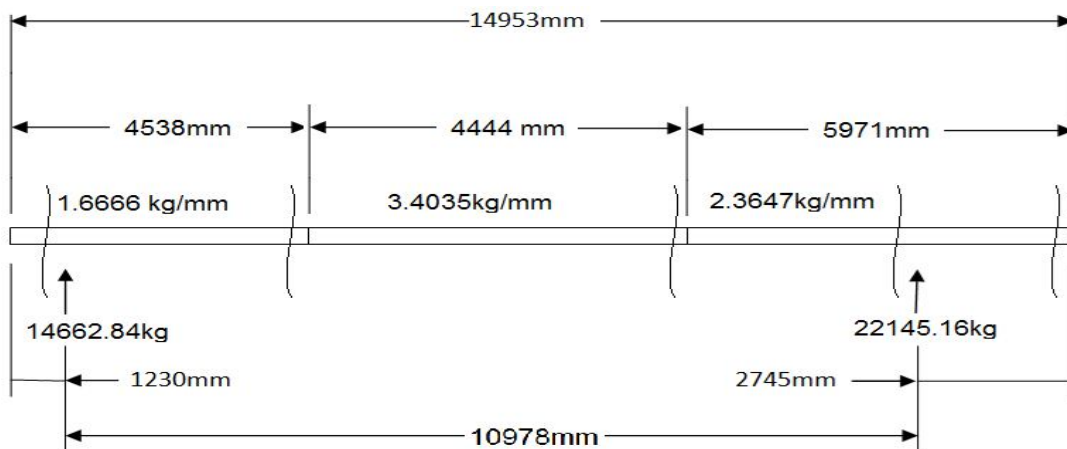
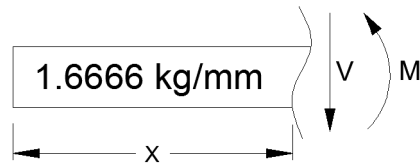


Figura 3.32. División de la viga en secciones dependiendo las cargas que se tienen.

El cálculo inicia dividiendo la viga en tantas secciones como cambios de cargas se presentan en la misma, después de que se tienen definidas las divisiones se realiza el trazo de los diagramas de fuerzas cortantes y momentos flexionantes, utilizando el método de suma de áreas.

Se realiza el cálculo de las fuerzas cortantes que actúan por secciones en la plataforma.

Sección 1: $0 < X < 1230$



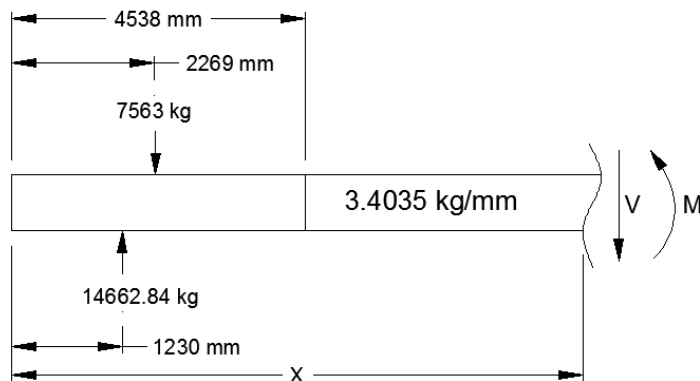
$$V = -1.6666 (X)$$

Sección 2: $1230 < X < 4538$



$$V = 14662.84 \text{ kg} - 1.6666 (X)$$

Sección 3: $4538 < X < 8982$

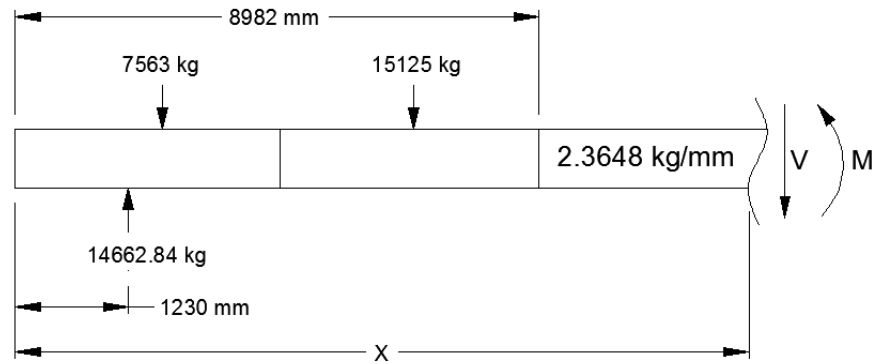


$$V = 14662.84 \text{ kg} - 7563 \text{ kg} - 3.4035 (x - 4538 \text{ mm})$$

$$V = 22544.923 \text{ kg} - 3.4035 (X)$$

Sección 4:

$$8982 < X < 12208$$

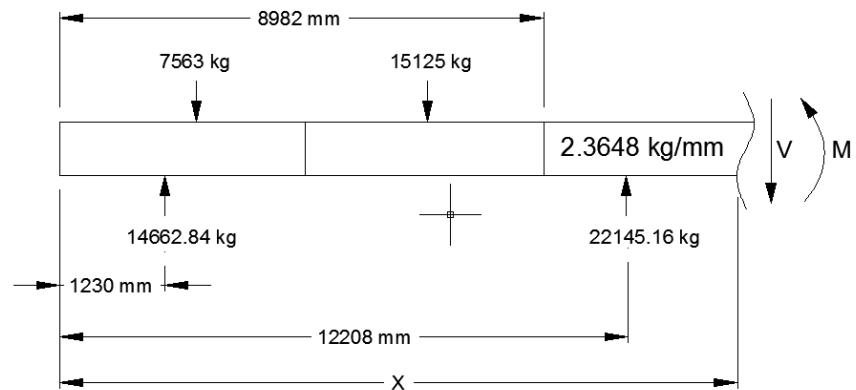


$$V = 14662.84\text{kg} - 7563\text{kg} - 15125\text{kg} - 2.3647(x - 8982\text{mm})$$

$$V = 13214.5754\text{kg} - 2.3647(X)$$

SECCION 5:

$$12208 < X < 14953$$



$$V = 14662.84\text{kg} - 7563\text{kg} - 15125\text{kg} + 22145.16\text{kg} - 2.3648(x - 8982\text{mm})$$

$$V = 35360.4736\text{kg} - 2.3648(X)$$

Con ayuda de las ecuaciones obtenidas se traza el diagrama de fuerzas cortantes que se muestra en la figura 3.33.

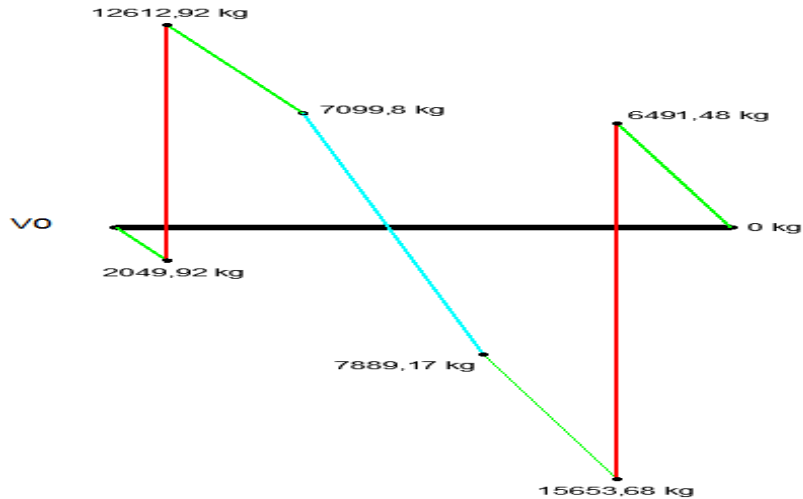


Figura 3.33. Diagrama de fuerzas cortantes que actúan en la plataforma.

Con ayuda del diagrama de fuerzas cortantes anterior se obtiene el diagrama de momentos flexionantes, utilizando para ello el método de suma de áreas, tal y como se muestra a continuación:

En X= 1230mm = 48.425plg.

$$M1 = A1$$

$$A1 = -1260700.8 \text{ mm}^2$$

$$M1 = -1260700.8 \text{ (kg*mm)}$$

$$M1 = -110297.5328 \text{ (lb*plg)}$$

En X= 4538mm = 178.66plg.be

$$M2 = A1 + A2$$

$$A2 = 32604838.88 \text{ mm}^2$$

$$M2 = -1260700.8 + 32604838.88 \text{ (kg*mm)}$$

$$M2 = 31344138.8 \text{ (kg*mm)}$$

$$M2 = 2742269.3 \text{ (lb*plg)}$$

En X= 6642.98mm = 261.534plg. “MOMENTO MAXIMO”

$$M3= A1+A2+A3$$

$$A3= 7472475.4008 \text{ mm}^2$$

$$M3= -1260700.8 + 32604838.88+7472475.4008(\text{kg}*\text{mm})$$

$$M3= 38816614.2 (\text{kg}*\text{mm})$$

$$M3= 3396029.2 (\text{lb}*plg)$$

En X= 8982mm = 353.62plg.

$$M4= A1+A2+A3+A4$$

$$A4= -9226455.5408 \text{ mm}^2$$

$$M4= -1260700.8 + 32604838.88 + 7472475.4008 - 9226455.5408 (\text{kg}*\text{mm})$$

$$M4= 29590158.66 \text{ kg}*\text{mm}$$

$$M4= 2588815.26 (\text{lb}*plg)$$

En X= 12208mm = 480.63plg.

$$M5= A1+A2+A3+A4+A5$$

$$A5= -37974617.05 \text{ mm}^2$$

$$M5= -1260700.8 + 32604838.88 + 7472475.4008 - 9226455.4008 - 37974617.05 (\text{kg}*\text{mm})$$

$$M5= -8384458.39 \text{ kg}*\text{mm}$$

$$M5= -733548.4 (\text{lb}*plg)$$

En X= 14953mm = 588.7plg.

$$M6= A1+A2+A3+A4+A5+A6$$

$$A6= 8909556.3 \text{ mm}^2$$

$$M6= -1260700.8 + 32604838.88 + 7472475.4008 - 9226455.4008 - 37974617.05 + 8909556.3 (\text{kg}*\text{mm})$$

$$M6= 525097.91 \text{ kg}*\text{mm}$$

$$M6= 45940.324 (\text{lb}*plg)$$

Con la información obtenida se traza el diagrama de momentos flexionantes que se muestra en la figura 3.34.

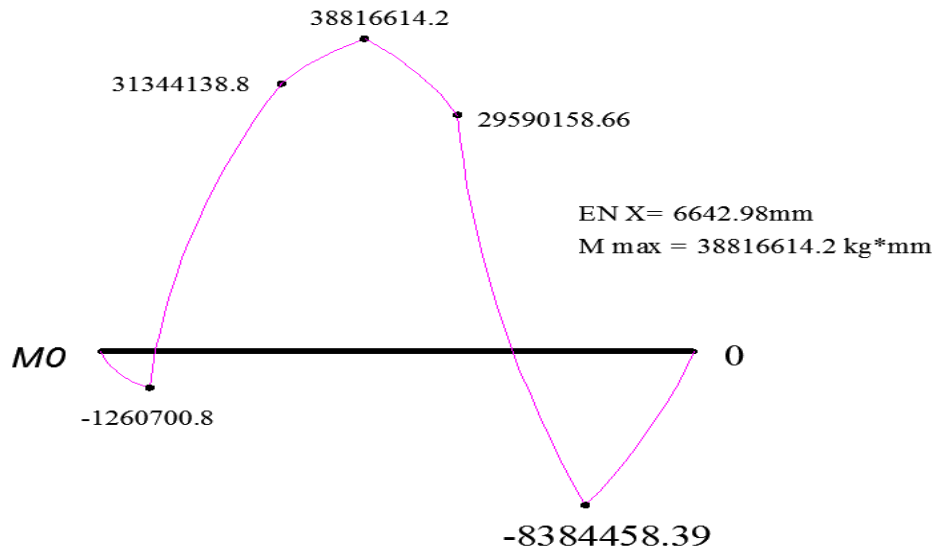


Figura 3.34. Diagrama de momentos flexionantes que actúan en la plataforma.

El diseño de las unidades fabricadas se basa en productos previamente revisados mediante un estudio de elementos finitos, para verificar que la estructura soporta la carga a la cual será sometida, confirmando un factor de seguridad de 3. Sin embargo es necesario corroborar que en todos los diseños realizados se mantenga ese factor, por lo que se debe realizar un cálculo de la estructura, con esto nos referimos a las vigas principales de la plataforma.

Para que el proceso de verificación del factor de seguridad en la estructura no sea tan tardado y laborioso, debido a que se tienen que hacer adecuaciones en el diseño realizado en Solid Works, para posteriormente realizar un estudio de elementos finitos, se realiza un estudio de momentos de inercia de la estructura principal, la cual se va a utilizar para comparar con el momento máximo flexionante de la viga, corroborar que la estructura mantiene este factor y con esto evitar que la estructura falle.

Calculo del factor de seguridad:

Para encontrar el factor de seguridad que se está utilizando, se utiliza la siguiente formula:

$$F.S = \frac{\textit{Propiedad del material}}{\textit{Esfuerzo de trabajo}}$$

El cual se obtiene en base a la resistencia a la fluencia del material utilizado:

$$F.S = \frac{\sigma_F}{\sigma} :$$

En donde σ_F es la resistencia a la fluencia del material y σ es el esfuerzo admisible.

Para el armado de las vigas se utiliza acero ASTM A715-80 = 80000 lbs/plg²

$$\sigma_F = (80000 \text{ lbs/plg}^2) * (2.2046 \text{ kg/lb}) * (1 \text{ plg}^2/645.16\text{mm}^2) = \underline{\underline{273.37 \text{ kg/mm}^2}}$$

Par encontrar el esfuerzo admisible de trabajo, se utiliza la siguiente formula:

$$\sigma = \frac{M.c}{I}$$

En donde “M” es el momento de flexión que actúa en la sección de la viga, “I” es el momento de inercia de la sección con respecto al eje centroidal y “C” es la distancia del eje neutro de la viga a la fibra más alejada.

M= 38816614.2 (kg*mm) o 3396029.2 (lb*plg) (momento máximo de flexión calculado)

Como la carga se divide en dos vigas el momento de máximo de flexión también será dividido en dos quedando de la siguiente manera: M= 19408307.1 (kg*mm) o 1698014.6 (lg*plg)

C se obtiene fácilmente de la figura 3.35 al representar la mitad del peralte total de la viga

$$C = 127.4\text{mm}$$

I (Momento de inercia) lo obtenemos de calcular $I_{x'x'}$ el cual se realiza a continuación:

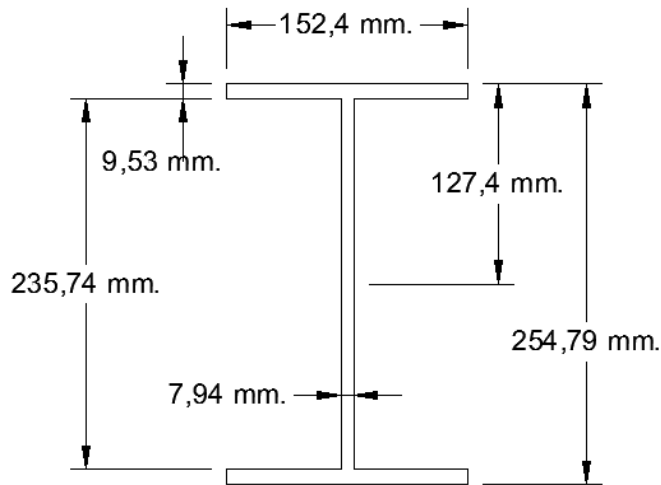


Figura 3.35. Sección de la viga en la zona en la cual se presenta el momento máximo de flexión.

El momento de inercia se calcula con la siguiente fórmula:

$$I_{x'x'} = \sum (I_{x-x} + A dY^2)$$

La fórmula anterior representa I que es el momento de inercia según la figura representada, A que es el área de la figura también representada, dY^2 es la distancia medida sobre el eje.

Para poder encontrar el momento de inercia, como tenemos una figura compleja, ésta se debe descomponer en figuras más simples para poder realizar los cálculos, (ver figura 3.36).

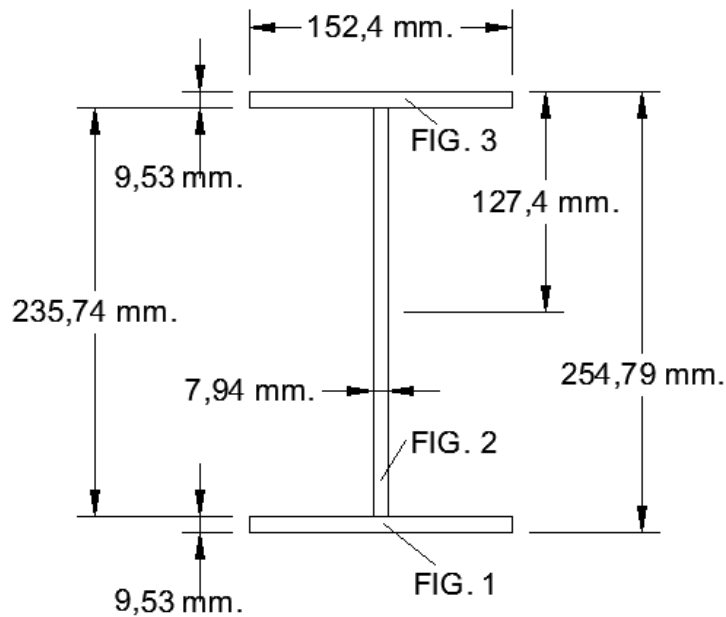


Figura 3.36. Descomposición de la figura principal en tres figuras simples.

La figura principal se descompuso en 3 figuras simples llamadas a su vez figura1, figura2 y figura3, teniendo esto se encuentra primero el centroide de la sección, la cual al ser una figura simétrica es muy fácil saber que el centroide se encuentra justo a la mitad de la misma.

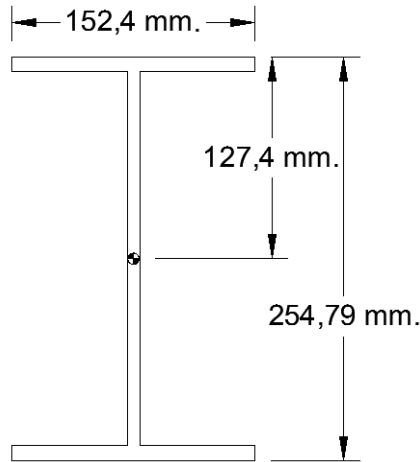


Figura 3.37. Centroide.

Después de que se tiene el centroide se calculan las longitudes Y, el área y el momento de inercia para cada figura sencilla.

Calculo de longitudes Y

$$Y1 = 9.53 / 2 \text{ [mm]} = \mathbf{4.765 \text{ mm.}}$$

$$Y2 = 9.53 + (235.74 / 2) \text{ [mm]} = \mathbf{127.4 \text{ mm.}}$$

$$Y3 = 245.27 + (9.53 / 2) \text{ [mm]} = \mathbf{250.035 \text{ mm.}}$$

Calculo de áreas

$$A1 = 9.53 \text{ [mm]} * 152.4 \text{ [mm]} = \mathbf{1452.372 \text{ mm}^2}.$$

$$A2 = 7.94 \text{ [mm]} * 235.74 \text{ [mm]} = \mathbf{1871.7756 \text{ mm}^2}.$$

$$A3 = 9.53 \text{ [mm]} * 152.4 \text{ [mm]} = \mathbf{1452.372 \text{ mm}^2}.$$

Calculo de momento de inercia: $I = \frac{1}{12} b (h^3)$

$$I1 = 152.4 \text{ [mm]} * (9.53 \text{ [mm]})^3 / 12 = \mathbf{10992.14435 \text{ mm}^4}.$$

$$I2 = 7.94 \text{ [mm]} * (235.74 \text{ [mm]})^3 / 12 = \mathbf{8668403.004 \text{ mm}^4}.$$

$$I3 = 152.4 \text{ [mm]} * (9.53 \text{ [mm]})^3 / 12 = \mathbf{10992.14435 \text{ mm}^4}.$$

Calculo de dY

$$dY1 = 127.4 \text{ [mm]} - 4.765 \text{ [mm]} = \mathbf{4.765 \text{ mm.}}$$

$$dY2 = 127.4 \text{ [mm]} - 127.4 \text{ [mm]} = \mathbf{0 \text{ mm.}}$$

$$dY3 = 250.035 \text{ [mm]} - 127.4 \text{ [mm]} = \mathbf{122.635 \text{ mm.}}$$

Ya que tenemos todos los datos necesarios, sustituimos estos en la fórmula:

$$I_{x'x'} = \Sigma (I_{x-x} + A dY^2)$$

$$I_{x'x'} = [10992.14435 \text{ mm}^4 + (1452.372 \text{ mm}^2 * (4.765 \text{ mm})^2)] \\ + [8668403.004 \text{ mm}^4 + (1871.7756 \text{ mm}^2 * (0 \text{ mm})^2)] \\ + [10992.14435 \text{ mm}^4 + (1452.372 \text{ mm}^2 * (122.635 \text{ mm})^2)]$$

$$I_{x'x'} = 43968.57739 \text{ mm}^4 + 8668403.004 \text{ mm}^4 + 21853713.14 \text{ mm}^4 = \mathbf{30566084.72 \text{ mm}^4}$$

Los datos quedan de la siguiente manera:

$$M = \mathbf{19408307.1 \text{ (kg*mm) o } 1698014.6 \text{ (lb*plg)}}$$

$$C = \mathbf{127.4 \text{ mm o } 5.02 \text{ plg (ver figura 3.35)}}$$

$$I_{x'x'} = \mathbf{30566084.72 \text{ mm}^4}$$

Sustituyendo en la fórmula de esfuerzo: $\sigma = \frac{M.c}{I}$

$$\sigma = \frac{[19408307.1 \text{ (kg*mm)}] * [127.4 \text{ (mm)}]}{30566084.72 \text{ (mm}^4)}$$

$$\sigma = 80.894 \text{ kg/mm}^2$$

Ya obtenido el esfuerzo de trabajo sustituimos en la fórmula para encontrar el factor de seguridad:

$$F.S = \frac{\sigma_F}{\sigma} : FS = \frac{273.37 \text{ (kg/mm}^2)}{80.894 \text{ (kg/mm}^2)} = \mathbf{3.38}$$

El factor de seguridad queda de 3.4

3.2.5. BITACORA DE PRODUCCION

Antes de comenzar el diseño de la unidad se revisó la bitácora de producción con el fin de cumplir con todos las especificaciones plasmadas en ésta (ver figuras 3.38 y 3.39).

OP No. 50483-01/12		SERIE		FECHA 17 de Diciembre 2012	
CLIENTE KOLA REAL		Plataforma Encortada Desnivelada		REV 29 de Abril 2013	
TIPO DE UNIDAD				Modelo ST PED N1 493 13	
1.- DIMENSIONES					
LARGO EXTERIOR		49"	(14,935 mm)		
LARGO PRIMER NIVEL		170 9/32"	(4,327 mm)		
LARGO SEGUNDO NIVEL		226 7/8"	(5,763 mm)		
LARGO DE CAMA BAJA		17 1/2"	(4,344 mm)		
ANCHO EXTERIOR		102 3/8"	(2,600 mm)		
ANCHO DE CAMA		102 3/8"	(2,600 mm)		
ALTURA TOTAL EXTERIOR		174 9/16"	(4,434 mm)		
ALTURA INTERIOR CAMA BAJA		180 3/4"	(3,829 mm)		
ALTURA INTERIOR PRIMER NIVEL		109 21/32"	(2,785 mm)		
ALTURA INTERIOR TERCER NIVEL		121 7/16"	(3,085 mm)		
ALTURA A PERNO REV		48"	(1,219 mm)		
ALTURA A GANCOS		38"	(965 mm)		
2.- ALMA DE VIGAS					
Calibre	1/4"	Material	A57250		
3.- PATINES VIGAS					
Calibre	3/8"	Material	DOMEX		
4.- PERNO REY					
Marca	Holland 3/8"	Modelo	Tipo hongo a 18" (457 mm)		
5.- PLATO ENGANCHE					
Calibre Placa	3/8"	Material	A57250		
Tipo	1 de 4" @ 3.2 #ft	Grado	80 A cada 12"		
6.- PUENTES					
Marca	3	Modelo			
Espeja	Hedrickson	Camara de freno	Tipo 30030		
Matrices	Autoajustables	Marca			
Lub	Grisa	Fijación	No aplica		
Track	77 1/2"	Capacidad	25,000 lb		
8.- FRENOS					
Tipo	ABS	Marca	Mentor WABCO		
Configuración	4S/2M				
9.- SUSPENSION					
Marca	Hendrickson	Modelo	HT250JUS9		
Altura de Manejo	9"	Posición	32 1/2"		
10.- SISTEMA AUTO INFLADO					
Marca	2da. arriba de manejo				
11.- PATIN	Marca	1 Jobst 17"	Modelo	P902	
			Material	Metralia	
12.- MARCO FRONTAL					
Material	Aluminio 6061 T6				
13.- MARCO TRASERO					
Material	Aluminio 6061 T6				
Material	Aluminio 6061 T6				
Material	Aluminio 6061 T6				
14.- PARED FRONTAL					
Tipo	Charoak				
15.- PARED TRASERA					
Tipo	Charoak				
16.- TECHO					
Cerchas aluminio	Todas	Material	aluminio natural 0.040" 3003-H16	(pendiente)	
17.- SISTEMA CONTROL DE TECHO					
Sistema de sésico valores para control manual SMC (pendiente)					
18.- DIVISION CENTRAL					
Material	PTFR	3/16" 3" x 3"			(desarmada)
Material	Espejor	3/16" 2" x 4"			
Material		1 5/16"			
19.- PISO					
Material	Aluminio				
20.- GANCHOS					
Marca	NO	Modelo			
21.- ILUMINACION					
Armas	Sealco	Patrones	Truck Lite // G-rite		
22.- CINTA REFLEJANT					
Estándar					
23.- LLANTAS					
Marca	BRIDGESTONE	Modelo	R260		
Medida	11R 22.5	Cantidad	12		
24.- RINES					
Marca	Acero	Medida	11R22.5		
Cantidad	12	Capacidad	7800 lb		
25.- PINTURA COLOR					
Unidad	Fendente	Rinas	Biancos		
26.- ARO DE SEGURIDAD					
Medida	7/8"				
27.- COERTINAS					
Material	NO	Marca			
28.- SISTEMAS OPCIONALES					

Página 1 de 2

Figura 3.38. Hoja 1 bitácora de producción plataforma desnivelada Kola Real.

BITACORA DE PRODUCCION

OP No 50483-01/12 SERIE
 CLIENTE **KOLA REAL**
 TIPO DE UNIDAD Plataforma Encortinada Desnivelada

FECHA 17 de Diciembre 2012
 REV. 29 de Abril 2013
 Modelo ST PED N1 1493 13

29.- CONTROL DE CAMBIOS

NOTA

EL CABALLETE NO SE MONTARA SE ENVIARA DESARMADO JUNTO CON SUS PLANOS DE MONTAJE
 EL TOLDO LO INSTALARA NUESTRO REPRESENTANTE EN Republica Dominicana

Figura 3.39. Hoja2, bitácora de producción plataforma desnivelada Kola Real.

3.2.6. DISEÑO DE LA UNIDAD

El diseño de la unidad se realizó en el paquete SolidWorks el cual es el utilizado en SmarTrailers.

Para realizar el diseño primero se elaboraron las piezas principales de la unidad, con esto se hace referencia a las almas de la plataforma, siendo éstas elaboradas en 3 partes, alma frontal, alma central y alma trasera (ver figura 3.40).

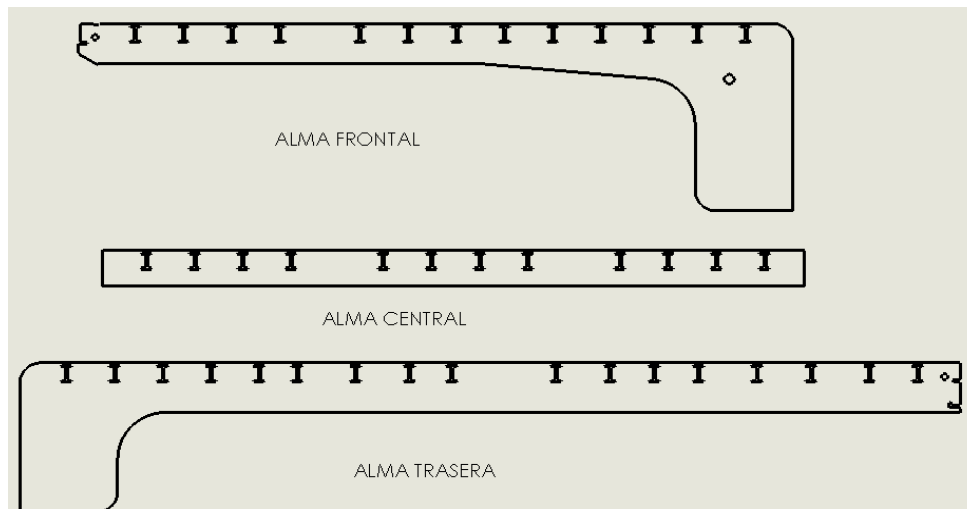


Figura 3.40. Almas frontal, central y trasera de vigas principales plataforma desnivelada Kola Real.

Estas almas cuentan con perforaciones en forma de “huesos” (ver figura 3.42) las cuales alojarán las vigas I que soportarán el piso de la plataforma.

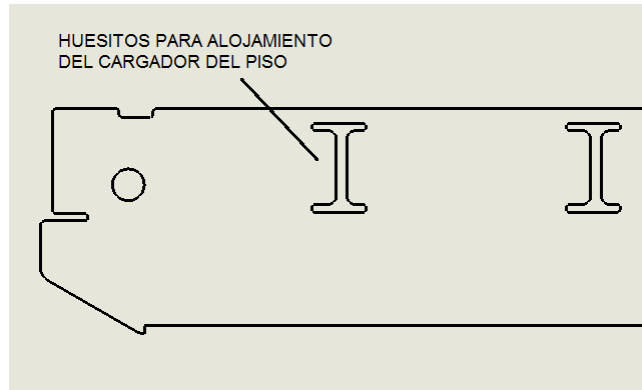


Figura 3.41. “Huesitos” en almas para alojamiento de cargador del piso. Plataforma Kola Real.

Para el armado de las vigas principales se utilizan diferentes piezas las cuales se ensamblan en SolidWorks para ir dando forma a la plataforma, para la construcción de la plataforma se dibuja una viga como se muestra en la figura 3.43 y una viga opuesta o fabricada en espejo a la original, las cuales conforman el soporte principal de la unidad.

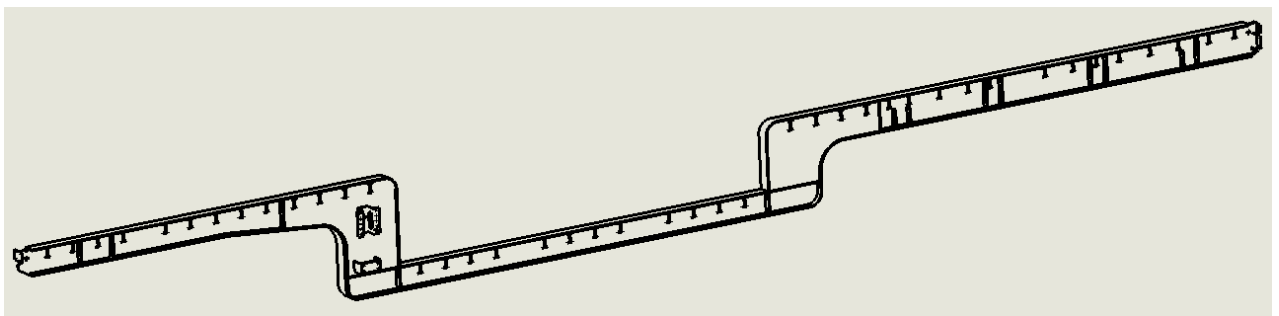


Figura 3.42. Viga principal. Plataforma Kola Real.

Una vez que se tiene realizado el diseño de las vigas principales, el siguiente paso es diseñar el acoplador de la plataforma, este acoplador es el que se enganchará con el tracto camión encargado de remolcar la unidad, cuenta con un perno de enganche conocido como “PERNO REY”, el cual es quien acopla con el tracto camión y es el encargado de resistir todos los esfuerzos producidos al arrastrar el peso de la unidad más la carga útil (peso total del material a transportar).

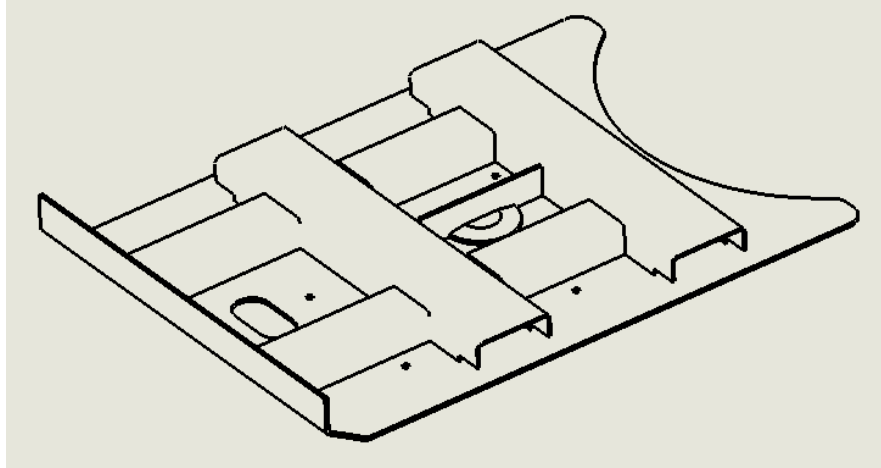


Figura 3.43. Acoplador. Plataforma Kola Real.

Los anteriores pasos son los más importantes y críticos en el diseño de las plataformas, aunque no hay que despreciar datos importantes como la separación de los separadores en la zona de la suspensión ya que es importante que queden alineados a las percas de la suspensión y la bolsa cuando es suspensión neumática, en este caso es suspensión mecánica, por lo que los fabricantes recomiendan la localización de los separadores (ver figura 3.44), sin embargo en los planos de ingeniería debe de quedar indicado mediante cotas la localización de estos.

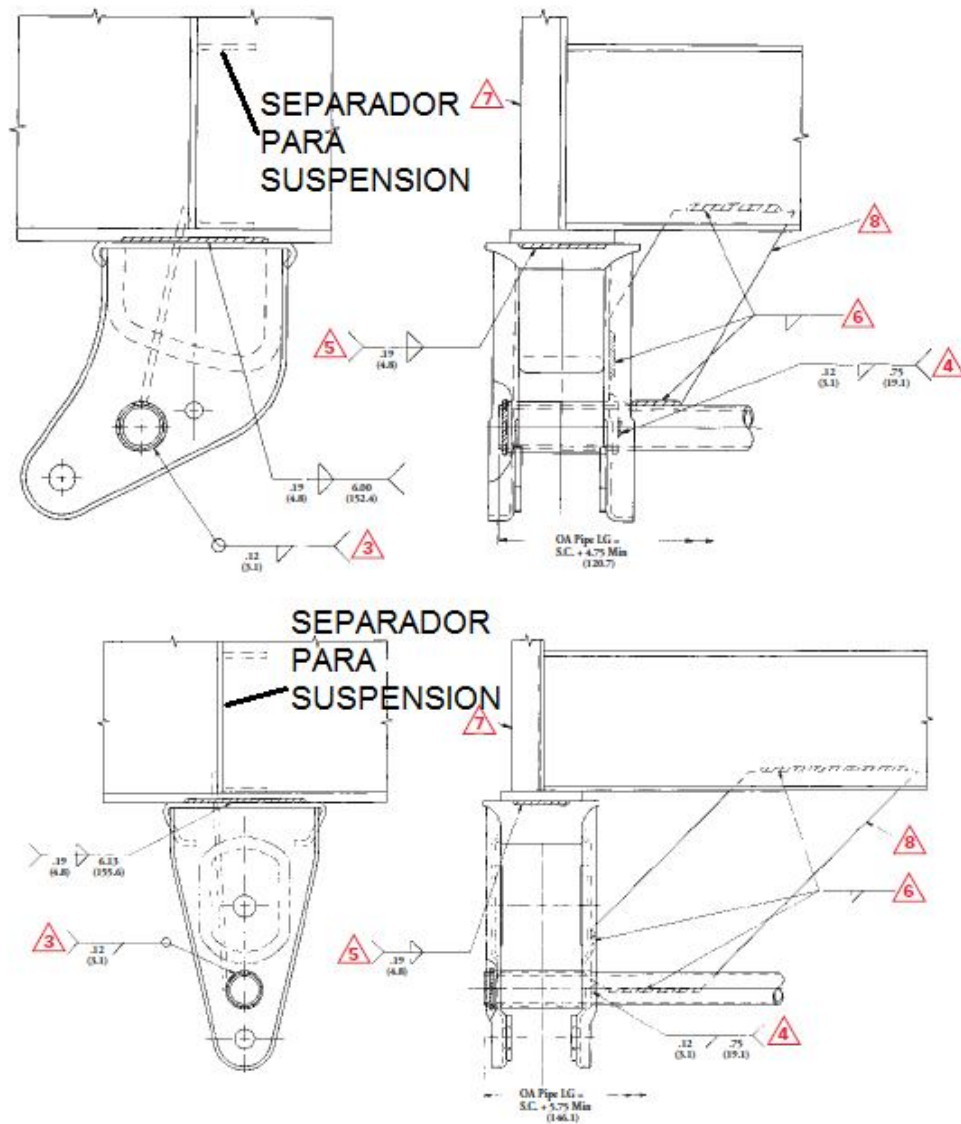


Figura 3.44. Separadores para suspensión mecánica. Plataforma Kola Real.

Se debe formar el bastidor de la plataforma con las diferentes piezas fabricadas y ensambladas correctamente. Cada componente es importante para la misma, además de que se debe tener en cuenta que el bastidor de la plataforma es el encargado de soportar el peso de la carga a transportar, por lo que su diseño debe estar bien hecho tomando en cuenta esta parte (ver figura 3.45).

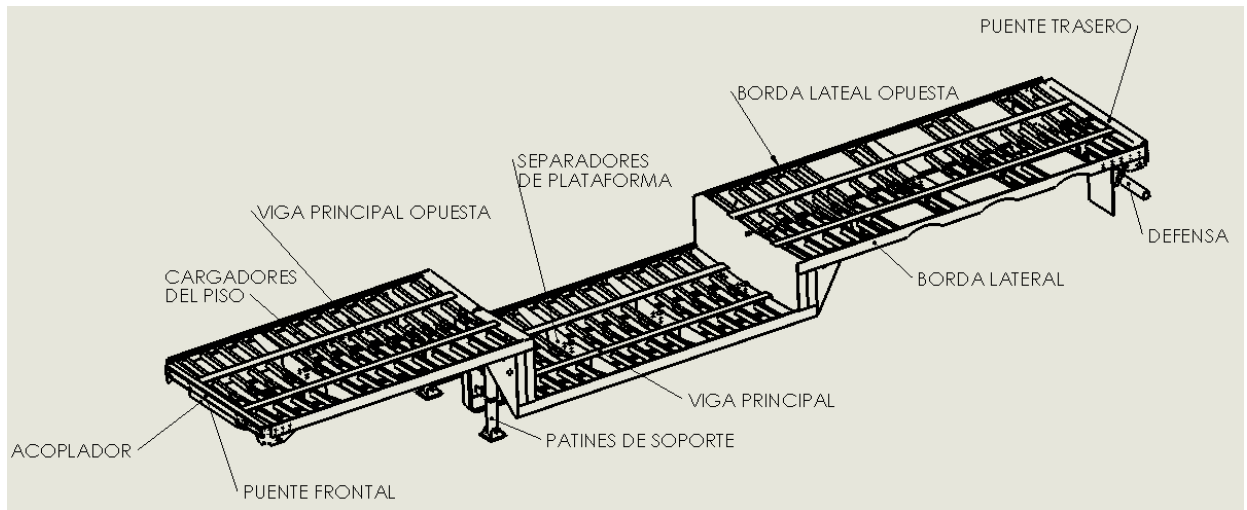


Figura 3.45. Bastidor. Plataforma Kola Real.

Con tener el bastidor diseñado no se ha terminado pues esta plataforma lleva marcos tanto frontales, como traseros, además de un caballete central, toldo y piso. Los cuales deben ser diseñados para poder terminar la unidad (ver figura 3.46).

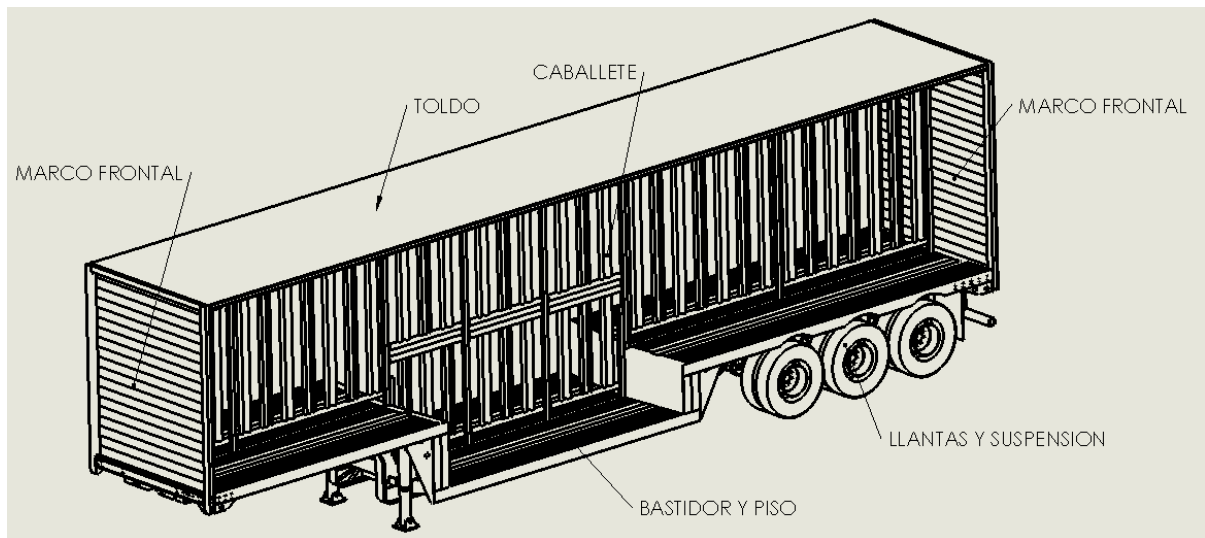


Figura 3.46. Plataforma Kola Real.

3.2.7. PLANOS DE FABRICACIÓN

Una vez que se tiene terminado el diseño de la unidad, se inicia la realización de los planos de fabricación tanto de piezas como de ensambles, esto es de suma importancia pues los planos de fabricación es la forma de plasmar el diseño y comunicarlo a las personas que se encargaran de fabricar las unidades. Los planos de fabricación deben ser precisos en detalles e información.

Si un plano está realizado de manera inadecuada, la unidad será realizada de la misma manera, lo que se resumiría en problemas de fabricación, tiempos de reproceso, retrabajos, etc, (ver figuras 3.47, 3.48 y 3.49)

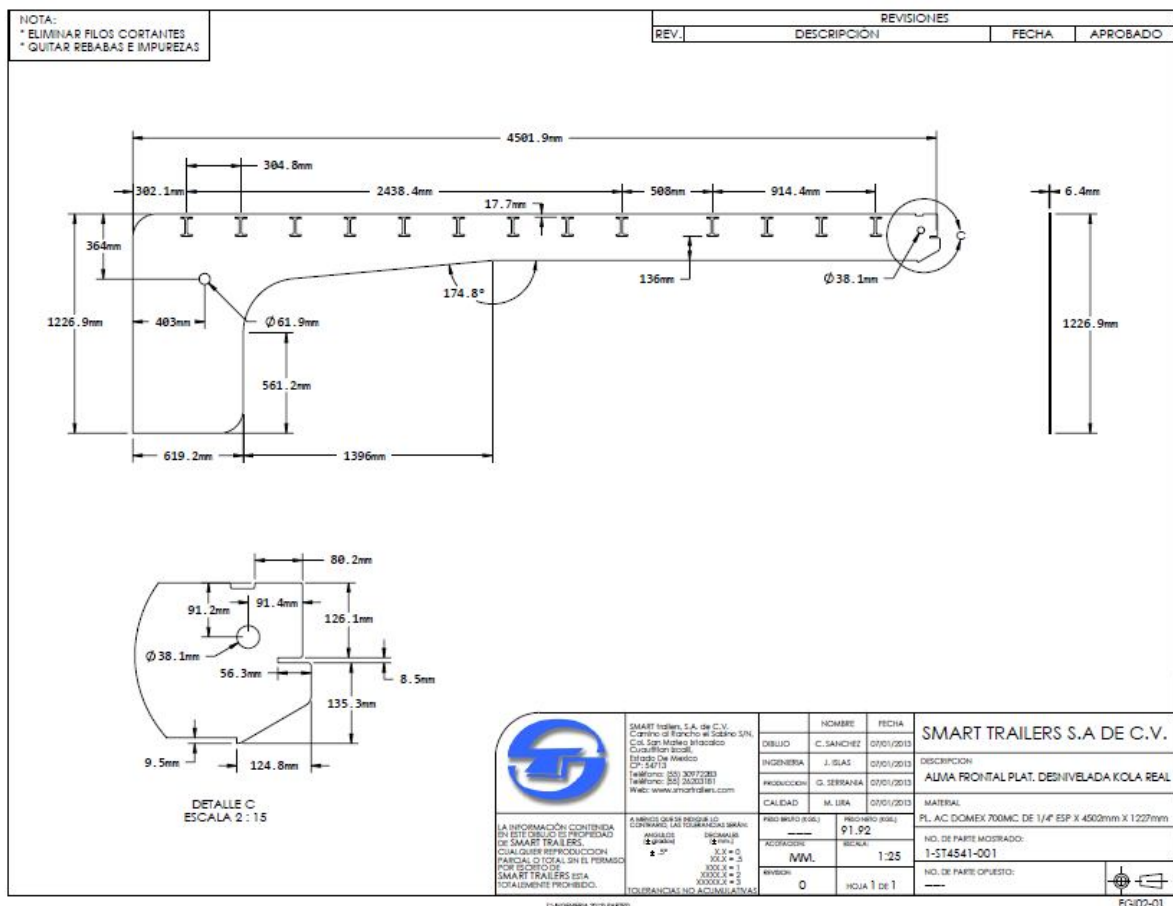


Figura 3.47. Plano de fabricación alma frontal. Plataforma Kola Real.

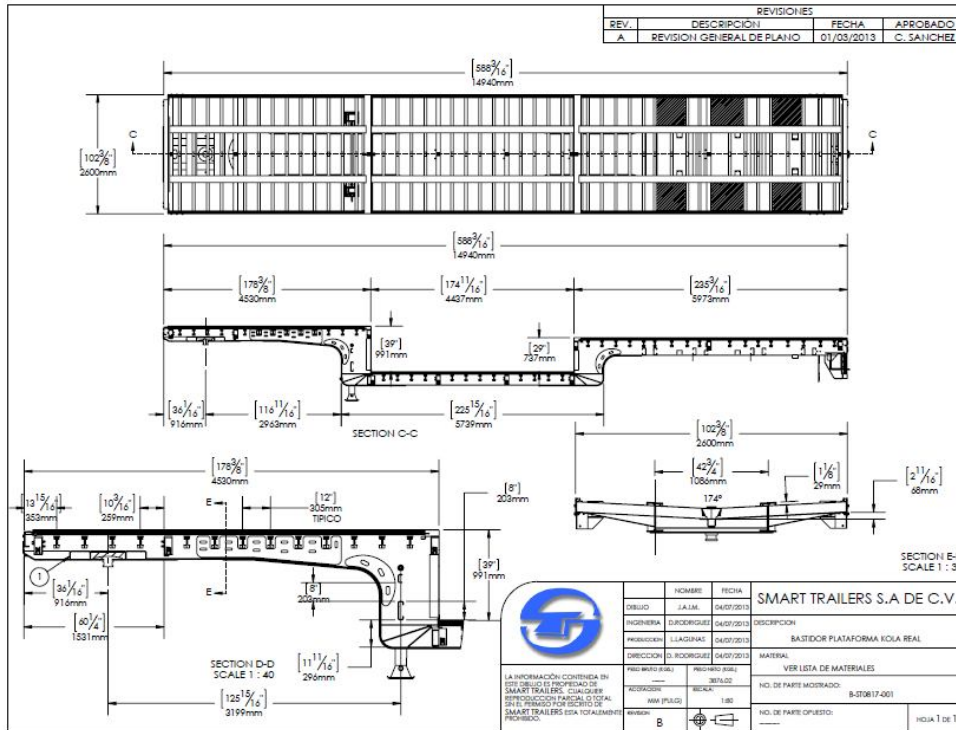


Figura 3.48. Plano de fabricación Ensamble bastidor. Plataforma Kola Real.

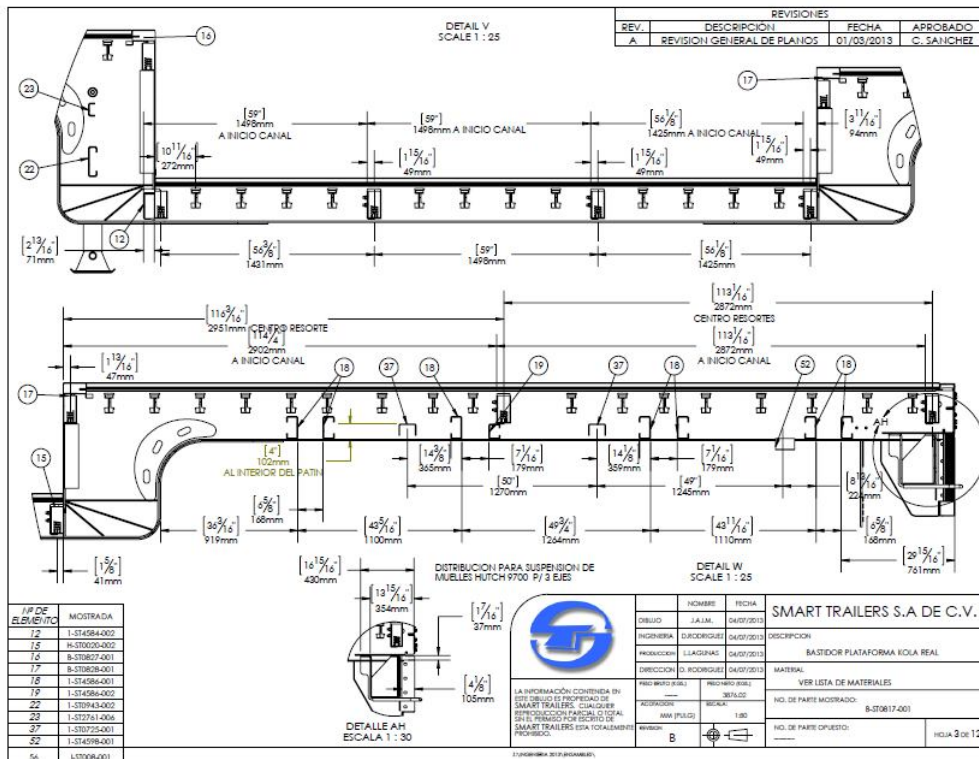


Figura 3.49. Plano de fabricación Ensamble bastidor. Plataforma Kola Real.

3.2.8. LISTA DE MATERIALES

La lista de materiales es de suma importancia pues esta indica que se va a comprar para la fabricación de la unidad, por lo que debe de estar realizada correctamente y al 100%, (ver figura 3.50)

A-ST0052-001		ACOPLADOR PARA PLATAFORMA DESNIVELADA KOLA REAL		CANTIDAD	PESO/TOT	UNIDAD DE MEDIDA
CODIGO	MATERIAL					
101-0702-004	PLACA 3/8" 4" X 12" A572-50 (337 KG/PZ)	1	165.798	KG.		
101-0102-001	PLACA 1/4" A-572-50 DE 4"X10' 187KG PZ	2	86.886	KG.		
101-0102-001	PLACA 1/4" A-572-50 DE 4"X10' 187KG PZ	8	7.072	KG.		
101-0102-001	PLACA 1/4" A-572-50 DE 4"X10' 187KG PZ	2	9.155	KG.		
101-0102-001	PLACA 1/4" A-572-50 DE 4"X10' 187KG PZ	2	16.994	KG.		
101-0102-001	PLACA 1/4" A-572-50 DE 4"X10' 187KG PZ	1	1.392	KG.		
103-1132-021	TUBO MECANICO (CED. 30) DE 2"X6 MT. (23.7 KG. PZA)	1	4.819	KG.		
107-0605-009	PERNO 3/8" KP-T-847-F MCA. HOLLAND	1	0.000	PZ.		
127-0205-001	SOLDADURA 71T-1 DE .045" TUBULAR	7.5	0.000	KG.		
127-0002-002	SPRAY DE SILICON	0.25	0.000	PZ.		
B-ST0817-001		ENSAMBLE BASTIDOR PLATAFORMA DESNIVELADA KOLA REAL				
101-0208-001	PLACA AC. DOMEX DE 1/4" 700MC DE 60" X 20.5' (480 KG/PZA)	2	196.325	KG.		
101-0208-001	PLACA AC. DOMEX DE 1/4" 700MC DE 60" X 20.5' (480 KG/PZA)	2	95.818	KG.		
101-0309-001	PLACA AC. DOMEX 700MC EN 3/8"X 52" X 20.5' (624 KG./PZA)	2	124.092	KG.		
101-0309-001	PLACA AC. DOMEX 700MC EN 3/8"X 52" X 20.5' (624 KG./PZA)	2	144.930	KG.		
101-0208-001	PLACA AC. DOMEX DE 1/4" 700MC DE 60" X 20.5' (480 KG/PZA)	2	12.785	KG.		
103-1232-021	TUBO CON COSTURA C-40 DE 2"X6.4 MT. (34.765 KG. PZA)	2	0.934	KG.		
101-0601-004	PLACA 5/16" A-572-50 4X10' (231 KG PZA)	4	9.900	KG.		
101-0601-004	PLACA 5/16" A-572-50 4X10' (231 KG PZA)	2	2.391	KG.		
101-0601-004	PLACA 5/16" A-572-50 4X10' (231 KG PZA)	2	2.639	KG.		
101-0601-004	PLACA 5/16" A-572-50 4X10' (231 KG PZA)	2	4.422	KG.		
101-0601-004	PLACA 5/16" A-572-50 4X10' (231 KG PZA)	4	3.791	KG.		
101-0208-001	PLACA AC. DOMEX DE 1/4" 700MC DE 60" X 20.5' (480 KG/PZA)	2	34.452	KG.		
101-0202-002	PLACA 3/16" A-572-50 4"X10' 140kg/ps	2	1.324	KG.		
101-0208-001	PLACA AC. DOMEX DE 1/4" 700MC DE 60" X 20.5' (480 KG/PZA)	2	116.195	KG.		
101-0309-001	PLACA AC. DOMEX 700MC EN 3/8"X 52" X 20.5' (624 KG./PZA)	2	102.328	KG.		
101-0309-001	PLACA AC. DOMEX 700MC EN 3/8"X 52" X 20.5' (624 KG./PZA)	2	98.965	KG.		
101-0208-001	PLACA AC. DOMEX DE 1/4" 700MC DE 60" X 20.5' (480 KG/PZA)	2	260.497	KG.		
101-0309-001	PLACA AC. DOMEX 700MC EN 3/8"X 52" X 20.5' (624 KG./PZA)	2	155.645	KG.		
101-0309-001	PLACA AC. DOMEX 700MC EN 3/8"X 52" X 20.5' (624 KG./PZA)	2	152.167	KG.		
101-0208-001	PLACA AC. DOMEX DE 1/4" 700MC DE 60" X 20.5' (480 KG/PZA)	2	79.084	KG.		
101-0601-004	PLACA 5/16" A-572-50 4X10' (231 KG PZA)	4	9.900	KG.		
101-0601-004	PLACA 5/16" A-572-50 4X10' (231 KG PZA)	2	2.615	KG.		
101-0601-004	PLACA 5/16" A-572-50 4X10' (231 KG PZA)	2	4.878	KG.		
101-0601-004	PLACA 5/16" A-572-50 4X10' (231 KG PZA)	2	2.639	KG.		
101-0601-004	PLACA 5/16" A-572-50 4X10' (231 KG PZA)	8	4.726	KG.		
101-0601-004	PLACA 5/16" A-572-50 4X10' (231 KG PZA)	12	163.576	KG.		
101-0208-001	PLACA AC. DOMEX DE 1/4" 700MC DE 60" X 20.5' (480 KG/PZA)	2	12.783	KG.		
101-0202-002	PLACA 3/16" A-572-50 4"X10' 140kg/ps	2	1.682	KG.		
101-0202-002	PLACA 3/16" A-572-50 4"X10' 140kg/ps	2	1.097	KG.		
101-0309-001	PLACA AC. DOMEX 700MC EN 3/8"X 52" X 20.5' (624 KG./PZA)	2	88.071	KG.		
101-0309-001	PLACA AC. DOMEX 700MC EN 3/8"X 52" X 20.5' (624 KG./PZA)	2	62.023	KG.		
101-0202-002	PLACA 3/16" A-572-50 4"X10' 140kg/ps	2	10.056	KG.		
101-0102-001	PLACA 1/4" A-572-50 DE 4"X10' 187KG PZ	2	5.424	KG.		
101-0102-001	PLACA 1/4" A-572-50 DE 4"X10' 187KG PZ	2	2.383	KG.		
101-0102-001	PLACA 1/4" A-572-50 DE 4"X10' 187KG PZ	2	2.756	KG.		
103-0401-001	CROSSMEMBER (PUENTES) 4"X102"	41	0.000	PZ.		
101-0301-003	LAMINA NEGRA CAL. 10X4"X10' A572-50 102.05kg/ps	42	24.234	KG.		
101-0301-002	LAMINA NEGRA CAL. 14X4"X10' 58.37 KG/PZ	42	3.597	KG.		
101-0301-003	LAMINA NEGRA CAL. 10X4"X10' A572-50 102.05kg/ps	84	29.586	KG.		
101-0202-002	PLACA 3/16" A-572-50 4"X10' 140kg/ps	8	79.446	KG.		
101-0202-002	PLACA 3/16" A-572-50 4"X10' 140kg/ps	4	41.312	KG.		
101-0202-002	PLACA 3/16" A-572-50 4"X10' 140kg/ps	3	42.844	KG.		
101-0202-002	PLACA 3/16" A-572-50 4"X10' 140kg/ps	1	14.771	KG.		
101-0202-002	PLACA 3/16" A-572-50 4"X10' 140kg/ps	1	14.852	KG.		
101-0202-002	PLACA 3/16" A-572-50 4"X10' 140kg/ps	1	14.689	KG.		
101-0202-002	PLACA 3/16" A-572-50 4"X10' 140kg/ps	9	8.948	KG.		
101-0202-002	PLACA 3/16" A-572-50 4"X10' 140kg/ps	9	1.836	KG.		
101-0202-002	PLACA 3/16" A-572-50 4"X10' 140kg/ps	9	12.225	KG.		
103-1112-021	TUBO MECANICO (CED. 30) DE 3/4"X6 MT. (6.75 KG. PZA)	10	0.286	KG.		
101-0301-003	LAMINA NEGRA CAL. 10X4"X10' A572-50 102.05kg/ps	10	10.516	KG.		
129-0402-001	RESORTE DE COMPRESION DE 3/8"X2"X3"X P/POSTE CENTRAL CABALLETE	10	0.000	PZ.		
117-8016-022	TORNILLO HEX. G5 1/2"X1" N.F. GALV.	40	0.000	PZ.		
119-0208-022	TUERCA HEX. S/GOMA 1/2" GALV. NF.	40	0.000	PZ.		
101-0301-007	LAM. AC. CAL 10 A572-50 DE 5' X 10' 127.625 kg/ps	1	93.012	KG.		
101-0301-007	LAM. AC. CAL 10 A572-50 DE 5' X 10' 127.625 kg/ps	1	74.692	KG.		
101-0102-001	PLACA 1/4" A-572-50 DE 4"X10' 187KG PZ	9	151.789	KG.		
105-0201-030	BORDA INFERIOR DE 4435 mm 6061-T6 (21052 VALSA) (23.851 KG SX PZA)	2	47.703	KG.		
105-0201-031	BORDA INFERIOR DE 5046 mm 6061-T6 (21052 VALSA) (27.137 KG SX PZA)	2	54.275	KG.		
105-0201-032	BORDA INFERIOR DE 5870 mm 6061-T6 (21052 VALSA) (31.569 KG SX PZA)	2	63.138	KG.		
105-1103-003	SOLERA DE ALUMINIO DE 1/4"X6"X3.66 MTS.(9.61 KG SX PZA)	2	19.215	KG.		
113-0308-002	RONDANA PLANA DE 1/2" GALV.	33	0.000	PZ.		
117-8024-022	TORNILLO HEX. G5 1/2"X1 1/2" NF. GALV.	33	0.000	PZ.		
119-0208-022	TUERCA HEX. S/GOMA 1/2" GALV. NF.	33	0.000	PZ.		
126-0001-001	RONDANA MYLAR DE 3/8"	285	0.000	PZ.		
126-0001-002	RONDANA MYLAR DE 5/8"	50	0.000	PZ.		

Figura 3.50. Lista de materiales, Hoja 1 de 5. Plataforma Kola Real.

3.2.9. SEGUIMIENTO DE PRODUCCION

Pertenciente a las labores de ingeniería se le dio seguimiento a la producción de la primer unidad (prototipo) en la cual se fue observando una fabricación correcta de la unidad, sin embargo se fue siguiendo el proceso paso a paso hasta que la primer unidad fue terminada, (ver figura 3.51, 3.52 y 3.53)



Figura 3.51. Seguimiento en fabricación de unidad prototipo (fase 1). Plataforma Kola Real.



Figura 3.52. Seguimiento en fabricación de unidad prototipo (fase 2). Plataforma Kola Real.



Figura 3.53. Seguimiento en fabricación de unidad prototipo (fase 3). Plataforma Kola Real.

3.3. LABORES ADICIONALES

Aún terminada la unidad se realizaron labores adicionales, una de ellas fue realizar un plano de embarque de la unidades pues hay que recordar que estas unidades están destinadas a República Dominicana, por lo que se tienen que transportar a dicha nación, la forma de trasportar las unidades fue realizada mediante una naviera. Para poder transportar estas unidades debido a que circularan por carreteras mexicanas para llegar al puerto de Veracruz, lugar en el cual se embarcarán.

Se realizó un plano en el cual se especificó cómo se embarcarán las unidades, además de indicar el peso total del embarque. Ya que hay que recordar que se debe de cumplir con normas para poder circular en México. Este acomodo de embarque fue realizado en 3 diferentes tipos ya que las unidades se embarcaron de diferente manera. Además de tramitar permisos de circulación y documentación de embarque.

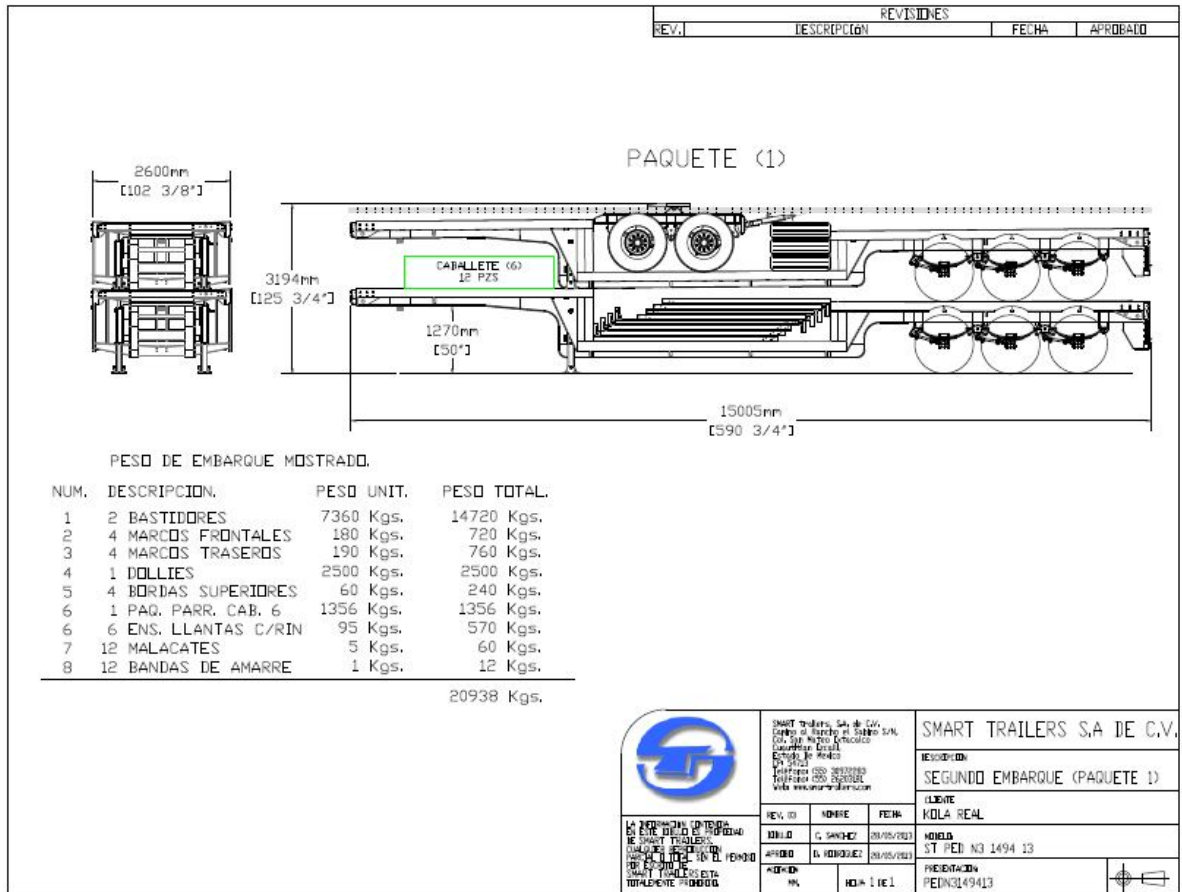


Figura 3.54. Plano de acomodo para embarque (tipo1). Plataforma Kola Real.



Figura 3.55. Embarque (tipo1). Plataforma Kola Real.

CAPITULO 4

RECOMENDACIONES

Con el paso del tiempo, la empresa SmartTrailers ha crecido satisfactoriamente, sin embargo hay acciones a realizar para mejorar la empresa y que ésta siga creciendo.

Algunas propuestas de mejora son las siguientes:

- Capacitación del personal
- Organización del personal
- Fluidez de información

Capacitación del personal

Debido a la complejidad del producto es necesario capacitar al personal que labora en la empresa, esto es debido a que continuamente se solicitan trabajos y la realidad es que la mayoría del personal no tiene los conocimientos necesarios para el desarrollo de éstos. La mayoría del personal trabaja por la experiencia adquirida con el paso del tiempo, sin embargo hay mucho personal con poca experiencia en el ramo.

Organización del personal

En la empresa hay empleados los cuales realizan labores que no les corresponden, lo que entorpece el trabajo y provoca falta de comunicación. Es importante en toda empresa definir las actividades a realizar del personal así como tener un perfil de puestos adecuado y un organigrama que se cumpla.

Fluidez de información

Es importante mejorar la comunicación de especificaciones y decisiones tomadas en la empresa ya que en muchas ocasiones no se tiene esta comunicación o falta información técnica, motivo por el cual se tienen problemas en la fabricación.

CONCLUSIONES

Después del trabajo realizado se pueden establecer las conclusiones siguientes:

- El diseño de unidades carroceras es una responsabilidad importante, pues estas transportan cargas grandes a velocidades considerablemente rápidas. Por lo que alguna falla en la unidad puede resultar en un lamentable y costoso accidente carretero
- Es importante cumplir con las normas establecidas, ya que es una manera de protegerse ante cualquier falla en las unidades fabricadas.
- El trabajo de un diseñador no termina al finalizar un diseño, termina después de asegurar que el diseño fue fabricado de forma efectiva y sin problemas.
- Un ingeniero de diseño no sólo debe tener conocimientos firmes, si no también imaginación para resolver las necesidades de los clientes de una manera funcional.
- Se deben seguir los procesos de diseño tal cual se estipula para evitar olvidar información importante y con esto prevenir errores en las unidades.
- Se debe tener conocimientos de los tipos de unidades que existen, así como funcionalidad de las mismas.
- La obtención de conocimientos de las normas de vehículos de transporte pesado.
- El campo del diseño asistido por computadora actualmente es muy amplio e indispensable en la industria y aumenta la capacidad de crear un diseño eficaz.
- Todo lo que imaginas es posible realizar, basta con tener dedicación, ingenio y paciencia.

BIBLIOGRAFIA

1. Mecánica de materiales

R. C. Hibbeler

Ed. Pearson. México.2010.

2. Diagrama de flujo

http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_flujo

3. Norma NOM-012-SCT-2-2008

Secretaria de Comunicaciones y Transporte. México.

4. Norma NOM-035-SCT-2010

Secretaria de Comunicaciones y Transporte. México.

5.- NOM-001/SCT2-2000

Secretaria de Comunicaciones y Transporte. México.

6.- NOM-002/SCT2-1994

Secretaria de Comunicaciones y Transporte. México.

7.- NOM-011-SCT2/1994

Secretaria de Comunicaciones y Transporte. México.

8.- NOM-019-SCT2-1994

Secretaria de Comunicaciones y Transporte. México.

9.- NOM-020-SCT2-1995

Secretaria de Comunicaciones y Transporte. México.

10.- NOM-021-SCT2/1994

Secretaria de Comunicaciones y Transporte. México.

11.- NOM-035-SCT2/2010

Secretaria de Comunicaciones y Transporte. México.

12.- Guía del instructor para la enseñanza del software SolidWorks

Dassault Systèmes - SolidWorks Corporation

13.- El gran libro de AutoCad

MEDIAACTIVE

Ed. Marcombo, S.A.

14.- Dibujo y Diseño en Ingeniería

CECIL JENSEN.