



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA DE MECÁNICA

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE VOLTEO DE
CAMIONES DE HASTA 40 T CARGADOS CON PRODUCTOS
ALIMENTICIOS GRANULADOS PARA UN CENTRO DE ACOPIO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingenieros Mecánicos

**AUTORES: DENNIS DAVID CHANGO SAQUINGA
ANTHONY GUILLERMO CÁCERES DÍAZ**

TUTOR: WILLIAM GUSTAVO DÍAZ DÁVILA

Quito – Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Anthony Guillermo Cáceres Díaz con documento de identificación N° 0502935307 y Dennis David Chango Saquina con documento de identificación N° 1751066695; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 06 de marzo del año 2024

Atentamente,



Anthony Guillermo Cáceres Díaz
0502935307



Dennis David Chango Saquina
1751066695

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Anthony Guillermo Cáceres Díaz con documento de identificación N° 0502935307 y Dennis David Chango Saquina con documento de identificación N° 1751066695 expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores de la Propuesta tecnológica: “Diseño y simulación de una plataforma de volteo de camiones de hasta 40 t cargados con productos alimenticios granulados para un centro de acopio”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 06 de marzo del año 2024

Atentamente,



Anthony Guillermo Cáceres Díaz
0502935307



Dennis David Chango Saquina
1751066695

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, William Gustavo Díaz Dávila con documento de identificación N° 0400926184, docente de la Universidad, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE VOLTEO DE CAMIONES DE HASTA 40 T CARGADAS CON PRODUCTOS ALIMENTICIOS GRANULADOS PARA UN CENTRO DE ACOPIO, realizado por Anthony Guillermo Cáceres Díaz con documento de identificación N° 0502935307 y Chango Saquinga Dennis David con y con documento de identificación N° 1751066695, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Propuesta tecnológica que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 06 de marzo del año 2024.

Atentamente,



Ing. William Gustavo Díaz Dávila, MSc.

0400926184

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

La realización de este proyecto de diseño y simulación ha demandado dedicación y esfuerzo a lo largo de mi proceso de formación académica y personal. En este camino, he tenido el privilegio de contar con el apoyo inestimable de numerosas personas, a quienes deseo expresar mi más sincero agradecimiento. Es a ellos a quienes dedico este trabajo universitario, reconociendo su contribución fundamental en mi trayectoria hasta este punto.

En primer lugar, deseo expresar mi gratitud a Dios por guiar mi camino y brindarme la fortaleza necesaria para avanzar. También quiero agradecer a mis padres, José, cariñosamente conocido como Pepe y en secreto como el mejor padre del mundo, y a mi querida madre Narda la rubia más hermosa. A ambos les agradezco por su constante apoyo, por proporcionarme la oportunidad de estudiar y por impartirme los valores que hoy llevo siempre conmigo, los cuales han contribuido a mi formación como persona. Reconozco y agradezco los sacrificios y el amor que han guiado mi comprensión de que todo tiene su momento y la importancia de mantener la humildad y el respeto en cualquier circunstancia. Asimismo, dedico este reconocimiento a mi primo hermano Omar, quien ha sido fuente de consejo y ha ampliado mi perspectiva hacia diversas realidades de la vida personal.

A mis amigos de toda la vida, dedico este logro como testimonio de que nada es imposible y que ellos también pueden alcanzar sus metas. Así mismo a mi compañero Dennis quiero tomarme un momento para expresar mi más sincero agradecimiento. Sin tu dedicación y esfuerzo, este proyecto de tesis no habría llegado a buen puerto. Admiro enormemente la persona que eres y estoy convencido de que, en el futuro, te convertirás en un profesional excepcional. También quiero agradecer a nuestro tutor y profesor, Ing. William Díaz. Gracias por brindarme la oportunidad de llevar a cabo este trabajo bajo su mentoría. Sus enseñanzas han dejado una huella profunda en mí, y llevaré conmigo los conocimientos adquiridos a lo largo de esta experiencia a lo largo de toda mi vida. Para concluir, quiero agradecerme a mí mismo por mantener la frente en alto y nunca rendirme ante las adversidades que se presentaron en mi camino. Reconozco mi esfuerzo y dedicación. Hoy, agradezco por ser quien soy y estoy ansioso por seguir formándome tanto a nivel personal como profesional.

Anthony Cáceres

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

A Dios, la fuente eterna de luz en mi camino académico. En cada página de esta tesis, veo tu mano divina guiándome, siento tu consuelo en las noches de incertidumbre y experimento la alegría de tu amor que permea cada palabra escrita. Este proyecto es un tributo a tu gracia inquebrantable y a la presencia constante que ha sido mi roca.

A mi amada familia, cuyos cimientos sólidos han sostenido cada paso. Mamá y papá, vuestro sacrificio y amor desinteresado han sido mi mayor inspiración. Cada lágrima vertida, cada risa compartida, es un eco de vuestro legado, y esta tesis lleva la esencia de nuestro vínculo indeleble. Agradezco a mi familia, cuyas lágrimas y sonrisas han sido el telón de fondo de mi travesía académica. Agradezco a mis padres Luis y Eva por cada sacrificio, a mis hermanos Mercy y Jordy por su apoyo constante y a mis abuelos, quienes, aunque ya no están físicamente, siguen siendo mis guardianes invisibles. En este viaje académico, quiero agradecer desde lo más profundo de mi corazón a mis pequeños soles, Maximiliano y Emilio. Vuestras risas, llenas de inocencia y alegría, han sido faros que han iluminado las noches más oscuras de estudio. Vuestras travesuras, pequeñas manos que acarician el alma, han sido mi recordatorio constante de que detrás de cada palabra técnica hay un mundo de amor y vínculos.

A mis amigos, confidentes en los días oscuros y compañeros de alegría en los días brillantes. Sus risas y lágrimas han sido el tejido que ha unido esta experiencia académica. Cada uno de ustedes ha dejado una marca imborrable en mi crecimiento personal y profesional. De igual manera a mi compañero y amigo Anthony. En este punto de culminación, no puedo dejar de expresar la profunda gratitud que siento por el viaje que hemos compartido. Cada línea de esta tesis lleva consigo no solo el fruto de nuestro esfuerzo conjunto, sino también la huella de una amistad que ha crecido junto con cada desafío. A mi director de tesis, Ingeniero Wiliam Díaz un guía comprensivo que ha compartido no solo conocimientos académicos sino también sabiduría de vida. Su mentoría ha sido una luz en mi camino académico, y este logro es un testimonio de su dedicación.

En este punto culminante, las lágrimas son una mezcla de melancolía y alegría. Que esta tesis sea un recordatorio de las emociones intensas que la vida académica puede evocar y de las personas y momentos que han dado forma a este viaje.

Dennis Chango

INDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHO DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iv
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO	vi
INDICE GENERAL	vii
INDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	1
Problema de estudio	2
Justificación.....	2
Objetivos	3
CAPÍTULO I	4
ESTADO DEL ARTE Y ASPECTOS TEÓRICOS PARA EL DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE VOLTEO DE CAMIONES	4
1.1 Estado del arte	4
1.2 Aspectos teóricos de la investigación.....	5
1.3 Datos históricos de volteo de camiones	5
1.4 Funcionamiento del sistema de la plataforma	5
1.5 Principio fundamental de un sistema hidráulico en plataformas volteadoras	6
1.5.1 Teoría de Pascal.....	6
1.5.2 Sistemas hidráulicos	7
1.6 Características de una plataforma de volteo o vuelco de camiones	7
1.7 Antecedente del manejo de plataformas de volteo.....	8
1.8 Importancia del volteo de camiones en la recolección y descarga de productos	9
1.9 Plataformas volcadoras	9
1.10 Clasificación de tipos de plataformas.....	10

1.10.1	Plataforma móvil	10
1.10.2	Plataforma volcadora de camiones	11
1.10.3	Plataforma volcadora de trailers	12
1.11	Detalles acerca de cilindros hidráulicos y neumáticos.....	13
1.11.1	Cilindros hidráulicos.....	13
1.11.2	Actuadores hidráulicos	14
1.11.3	Cilindros hidráulicos pequeños	14
1.11.4	Cilindros hidráulicos de acero inoxidable	15
1.12	Cilindros neumáticos.....	15
1.12.1	Cilindro de simple efecto.....	16
1.12.2	Cilindros de doble efecto.....	16
1.13	Diseño de cilindros hidráulicos	16
1.13.1	Tubo del cilindro	16
1.13.2	Vástago del cilindro o pistón.....	17
1.13.3	Sellos de cilindro hidráulico	17
1.13.4	Fluido hidráulico.....	17
1.14.	Softwares CAD	17
1.14.1	AutoCAD.....	17
1.14.2	SolidWorks	18
1.14.3	SAP 2000.....	18
1.14.4	Ventajas de utilizar un software de diseño mecánico CAD	19
1.15	Diseño mecánico	20
1.16	Criterios empleados en el diseño estructural.....	21
1.16.1	Fase de estructuración	21
1.16.2	Fase de estimación de las acciones.....	21
1.16.3	Fase de análisis estructural	21
1.17	Análisis estructural.....	22
1.17.1	Análisis lineal	22
1.18	El coeficiente de seguridad en el diseño mecánico.....	24
1.18.1	Coeficiente de seguridad	25
1.18.2	Cómo determinar el factor de seguridad.....	25
1.19	Conclusiones de capítulo.....	25

CAPÍTULO II	26
DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE VOLTEO DE CAMIONES: ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y OPCIONES DE SELECCIÓN	26
2.1 Selección de diseño	26
2.2 Volcadora de camiones	26
2.3 Volcador de trailers	27
2.4 Volcadora de camiones	28
2.5 Selección de alternativas	30
2.6 Resistencia.....	31
2.7 Estabilidad.....	32
2.8 Durabilidad.....	32
2.9 Maniobrabilidad	33
2.10 Funcionalidad	34
2.11 Costo.....	35
2.12 Ponderación final.....	35
CAPÍTULO III.....	37
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA PLATAFORMA VOLTEADORA DE TRAILERS.....	37
3.1 Normas que deben cumplir para el proceso de diseño de una plataforma volteadora de trailers.....	37
3.1.1 Instituto ecuatoriano de normalización (INEN)	37
3.2 Organismos internacionales que dictan normas	37
3.2.1 American society for testing and materials (ASTM).....	38
3.2.2 American institute of steel construction (AISC)	38
3.2.3 Euro codes estructurales	39
3.3 Generalidades trailers.....	40
3.3.1 Tabla nacional de pesos y dimensiones (SENAE)	40
3.5 Generalidades trailers.....	41
3.5.1 Qué es un camión trailer	41
3.6. Camión trailer medidas	41
3.6.1 Ancho.....	41
3.6.2 Alto	41
3.7 Medidas de camión trailers según el tipo de camión	42

3.8 Dimensiones de un trailer camión furgón	42
3.9 Cilindros telescópicos	42
3.10 Principio de funcionamiento	43
3.11 Método para elegir un cilindro telescópico	44
3.12 Aceros A-50	45
3.13 Acero A-36 y A-50.....	46
3.13.1 Esfuerzos y deflexión máxima	46
3.14 Perfiles generados por soldadura y usados con aceros A36 y A50.....	46
3.16 Cálculos del diseño estructural.....	47
3.16.1 Cálculo de Esfuerzos en la viga principal.	47
3.16.2 Cálculo de esfuerzos en la viga transversal.	48
3.17 Análisis de resultados de la plataforma de volteo en su posición más crítica (0°)	48
3.17.1 Selección de perfiles.....	49
3.17.2 Esfuerzos en la plataforma a cero grados apoyada el punto más crítico	49
3.17.3 Análisis de deflexiones.....	50
3.17.4 Reacciones:.....	50
3.18 Análisis de resultados de una plataforma de volteo asentada en la obra civil	52
3.18.1 Esfuerzos en la plataforma a cero grados apoyada en la obra civil.....	52
3.18.2 Reacciones	53
3.19 Análisis de resultados de una plataforma de volteo en la posición (45°).....	54
3.19.1 Análisis de esfuerzos	54
3.19.2 Deflexión.....	55
3.19.3 Reacciones	56
3.20 Diseño de las placas para soporte de la articulación del cilindro.....	57
3.21 Diseño de articulación para la bisagra.....	59
CAPÍTULO IV.....	62
ANÁLISIS ECONÓMICO DEL DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA PLATAFORMA	
VOLTEADORA DE TRAILERS.....	62
4.1 Análisis económico de la plataforma	62
4.2 Materiales de diseño.....	62
4.3 Insumos de diseño	63
4.4 Costos de fabricación de la plataforma de volteo	63
4.4.1 Costos de fabricación.....	63

4.4.2 Fabricación de material reforzado	64
4.4.3 Soldadura de juntas.....	64
4.4.4 Preparación de juntas.....	64
4.4.5 Pintura.....	65
4.5 Costos directos	65
4.6 Costos indirectos	65
4.7 Costo total	66
4.8 Reducción de costos de operación	66
4.9 Evaluación de la factibilidad de la propuesta tecnológica.	67
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES.....	70
REFERENCIAS.....	72
ANEXOS	75
ANEXOS 1: PERFIL IPE	75
ANEXOS 2: PERFIL HEB	76
ANEXO 3: CATÁLOGO DE CILINDRO TELESCÓPICO.....	77
ANEXO 4: TABLA NACIONAL DE PESOS Y DIMENSIONES	78
ANEXO 5: TABLA NACIONAL DE PESOS Y DIMENSIONES	79
ANEXO 6: FICHA TÉCNICA TRACTO CAMIÓN SS 2848 SERIE 70.....	80
ANEXO 7: FICHA TÉCNICA SS1EKSA - 2848	81
ANEXO 8: FICHA TÉCNICA HFC4260 K.....	82
ANEXO 9: FICHA TÉCNICA CF FTT TRACTO 6X4	83
ANEXO 10: TABLAS	84
ANEXO 11: PLANOS.....	85

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aspectos generales en el diseño mecánica.....	20
Tabla 2. Alternativas de plataformas volteadoras de material granular.....	26
Tabla 3. Ventajas y desventajas de la plataforma volteadora de camiones	27
Tabla 4. Se presenta ventajas y desventajas de la plataforma volteadora de trailers.....	28
Tabla 5. Se presenta ventajas y desventajas de la plataforma móvil	29
Tabla 6. Escala de la mayor a la menor	30
Tabla 7. Calificación y análisis de resistencia	31
Tabla 8. Evaluación y análisis de la estabilidad.....	32
Tabla 9. Evaluación y análisis de resistencia.....	33
Tabla 10. Evaluación y análisis de la capacidad de maniobrabilidad.....	34
Tabla 11. Evaluación y análisis de la funcionalidad.....	34
Tabla 12. Evaluación y análisis de la eficacia funcional.	35
Tabla 13. Evaluación definitiva considerando las calificaciones de los parámetros examinados.	36
Tabla 14. Criterios de vehículos pesados.....	40
Tabla 15. Medidas estandarizadas del cilindro telescópico [mm],.	52
Tabla 16. Lista de materiales con el costo por kilo.....	62
Tabla 17. Listado de elemento para complementación de la plataforma.....	63
Tabla 18. Costos de fabricación de la estructura	63
Tabla 19. Material reforzado con costos de fabricación	64
Tabla 20. Costos de elementos para soldar	64
Tabla 21. Costos de prelación de juntas.....	64
Tabla 22. Costos de pintura de la plataforma.....	65
Tabla 23. Gastos directos de producción	65
Tabla 24. Gastos indirectos de producción	66
Tabla 25. Gastos totales para la producción	66
Tabla 26. Reducción de costos.....	67
Tabla 27. Opciones de reducción costos en la descarga	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Presión sobre un fluido incompresible,	7
Figura 2. Plataforma volteadora,	10
Figura 3. Plataforma volteadora de camiones,	11
Figura 4. Modelo de plataforma volcadora de camiones,	12
Figura 5. Plataforma volcadora de trailers,	13
Figura 6. Componentes de cilindro hidráulico,	14
Figura 7. Componentes de cilindro neumáticos,	15
Figura 8. Análisis lineal es el cual las fuerzas son directamente proporcionales a al desplazamiento.....	23
Figura 9. Diagrama de Respuesta no convencional en términos de tensión y deformación,	23
Figura 10. Estudio lineal con redistribución restringida,	24
Figura 11. Diseño de una plataforma de camiones.....	27
Figura 12. Diseño de una plataforma de tráileres	28
Figura 13. Diseño de una plataforma móvil	29
Figura 14. Dimensiones de camión estándar	42
Figura 15. Método gráfico de selección de cilindros telescópicos	45
Figura 16. Conformación de los perfiles principales de la plataforma,.....	47
Figura 17. Modelo de plataforma volteadora de camiones.....	48
Figura 18. Análisis gráfico de esfuerzos máximos y mínimos Kg/cm ²	49
Figura 19. Deflexión obtenida mediante la simulación	50
Figura 20. Resultado de las reacciones en la posición 0° en Toneladas.....	51
Figura 21. Análisis gráfico de esfuerzos máximos y mínimos de la plataforma asentada en la obra civil	52
Figura 22. Reacciones obtenidas en la plataforma asentada en la obra civil.....	53
Figura 23. Diagrama de esfuerzos máximos y mínimos a 45° [Kg/cm ²].....	54
Figura 24. Diagrama de deflexión en una plataforma a 45° de inclinación en [cm]	55
Figura 25. Reacciones resultantes al someter la plataforma a 45 grados	56

RESUMEN

La presente investigación aborda el diseño y simulación de una plataforma de volteo de camiones con el objetivo de mejorar la eficiencia en la industria alimentaria. Se destaca la necesidad de eficiencia en el transporte de materiales granulados, proponiendo el uso de camiones con plataformas de volteo hidráulicas. La investigación se centra en la ineficiencia de los procesos de carga y descarga en la industria alimentaria, proponiendo el diseño de una plataforma de vuelco para agilizar estos procesos. Se describe el desarrollo histórico de camiones con plataformas de volteo y se detallan los elementos fundamentales de estas plataformas, haciendo hincapié en la importancia del sistema hidráulico.

Además, se explora la relevancia del volteo de camiones en la recolección y descarga de productos, comparando la eficiencia de las plataformas hidráulicas con métodos manuales. Se aborda el uso de cilindros hidráulicos y en el diseño de la plataforma, proporcionando información técnica sobre su clasificación y aplicaciones. También se mencionan software CAD para el diseño y simulación. En otro segmento, se introduce la clasificación del mantenimiento en predictivo, preventivo y correctivo, destacando la importancia de la integración de estrategias para optimizar la gestión de activos.

El diseño de una plataforma de volteo de camiones se analiza detalladamente, presentando tres diseños diferentes y evaluando alternativas según parámetros clave. Además, se proporcionan especificaciones técnicas para la elaboración de una plataforma volteadora de trailers, siguiendo normativas del Instituto Ecuatoriano de Normalización y organismos internacionales como ASTM y AISC. Este conjunto de normas y conocimientos técnicos ofrece una base sólida para el diseño eficiente y seguro de plataformas volteadoras, garantizando la conformidad con estándares nacionales e internacionales.

En continuidad con la investigación, se emplearon programas de diseño para obtener valores más precisos en esfuerzos, deformaciones y reacciones. SAP 2000 en conjunto con AutoCAD desempeñan un papel fundamental en este tipo de estudios estructurales, donde el ingeniero mecánico lidera la creación del diseño más eficiente, y los programas informáticos se encargan de reflejar con exactitud los valores reales, los cuales deben mantener una correspondencia directa con el análisis matemático anticipado.

Palabras clave: Plataforma, esfuerzos, cargas, volteador, trailer

ABSTRACT

This research addresses the design and simulation of a truck tipping platform with the objective of improving efficiency in the food industry. The need for efficiency in the transportation of granular materials is highlighted, proposing the use of trucks with hydraulic tipping platforms. The research focuses on the inefficiency of loading and unloading processes in the food industry, proposing the design of a tipping platform to streamline these processes. The historical development of trucks with dump platforms is described and the fundamental elements of these platforms are detailed, emphasizing the importance of the hydraulic system.

Additionally, the relevance of truck tipping in the collection and unloading of products is explored, comparing the efficiency of hydraulic platforms with manual methods. The use of hydraulic and pneumatic cylinders in platform design is addressed, providing technical information on their classification and applications. CAD software for design and simulation is also mentioned.

In another segment, the classification of maintenance into predictive, preventive, and corrective is introduced, highlighting the importance of integrating strategies to optimize asset management.

The design of a truck dump platform is analyzed in detail, presenting three different designs and evaluating alternatives based on key parameters. In addition, technical specifications are provided for the development of a trailer tipping platform, following regulations from the Ecuadorian Institute of Standardization and international organizations such as ASTM and AISC. This set of standards and technical knowledge provides a solid foundation for the efficient and safe design of turning platforms, ensuring compliance with national and international standards.

In continuity with the research, design programs were used to obtain more precise values in stresses, deformations, and reactions. SAP 2000 together with AutoCAD play a fundamental role in this type of structural studies, where the mechanical engineer leads the creation of the most efficient design, and the computer programs are responsible for accurately reflecting the real values, which must maintain a direct correspondence with advance mathematical analysis.

Keywords: Platform, stresses, loads, tipper, trai

INTRODUCCIÓN

En la industria del transporte de carga, la eficacia y la habilidad para gestionar cantidades importantes de volúmenes son fundamentales para asegurar una logística efectiva. En este contexto, el diseño y simulación de plataformas volcadoras de trailers emergen como áreas de investigación cruciales, especialmente cuando se busca optimizar la manipulación de cargas extraordinariamente pesadas el presente estudio tiene el fin de diseñar una plataforma de volcado diseñada para manipular trailers con una capacidad de carga sobresaliente de 80 t, un hito que desafía las capacidades convencionales de estos equipos. La implementación de tecnologías avanzadas, un enfoque estructural robusto y la simulación precisa de las operaciones serán elementos clave en la consecución de una solución innovadora que cumpla con las crecientes demandas de la industria de transporte de carga a nivel global.

El crecimiento constante en el tamaño y la escala de la industria de transporte de carga ha impulsado la necesidad de equipos de manipulación de carga más robustos y eficientes. La capacidad de carga de 80 t es un umbral significativo, representando un desafío técnico que requiere una combinación única de ingeniería estructural, sistemas hidráulicos avanzados y controles precisos. La viabilidad de este estudio radica en la demanda del mercado de soluciones que no solo cumplan con estas capacidades extraordinarias, sino que también garanticen la seguridad y la estabilidad durante todas las fases de carga, transporte y descarga.

Este proyecto busca no solo abordar un desafío técnico específico en la manipulación de carga pesada, además de eso, busca contribuir al progreso general en la efectividad y confianza de los procedimientos de transporte de carga. El desarrollo de una plataforma volcadora de trailers con una capacidad de carga de 80 t no solo ampliará los límites de lo posible en términos de capacidad, sino que también sentará las bases para futuras innovaciones en la industria de manejo de carga, ofreciendo soluciones más eficientes y sostenibles.

Problema de estudio

En los últimos tiempos, el sector alimentario ha vivido una falta de diversificación de opciones para la descarga de materiales granulados. Por esa razón el problema de estudio centra en mejorar la producción de una empresa mediante el diseño y simulación de una plataforma de vuelco especializada para camiones de hasta 40 t.

Estos procesos pueden ser lentos, poco eficientes y propensos a accidentes debido a la falta de una plataforma especializada. Como resultado, se genera una baja productividad en la empresa, ya que los tiempos de operación son prolongados, se generan demoras en la entrega de productos y existe un mayor riesgo de daños en los materiales. Por lo tanto, se requiere el diseño y simulación de una plataforma de vuelco eficiente y segura que optimice estos procesos, agilice la carga y descarga de materiales, minimice los tiempos de operación y garantice la integridad de los productos y las personas, mejorando así la producción de la empresa.

Justificación

El diseño y simulación de una plataforma de vuelco para camiones de 40 t, con el objetivo de mejorar la producción de la empresa, es un aspecto crucial por varias razones. En primer lugar, los procesos de carga y descarga de materiales representan una etapa crítica en las operaciones logísticas de cualquier empresa. La ineficiencia en estas tareas puede generar tiempos de espera prolongados, retrasos en la entrega de productos y una baja productividad general.

Además, la carencia de una plataforma de vuelco especializada aumenta el riesgo de accidentes laborales durante el volcado de materiales, lo que podría ocasionar daños en la carga y comprometer la seguridad del personal involucrado. Estas situaciones afectan directamente la competencia y la productividad de la empresa.

Por ende, La razón detrás de este diseño y simulación reside en la exigencia de optimar y acelerar los procesos de carga y descarga de materiales, con el propósito de mejorar la eficacia operativa y aumentar la producción en la empresa. La introducción de una plataforma de vuelco específicamente diseñada para camiones de 40 t permitirá reducir los tiempos de operación, aumentar la capacidad de carga y garantizar la seguridad durante el proceso.

Asimismo, mediante la simulación del funcionamiento de la plataforma, se pueden realizar ajustes y optimizaciones antes de su implementación física, lo que reduce costos y tiempo en el desarrollo

del diseño final. Esta simulación también permite evaluar el rendimiento en términos de tiempos de operación, capacidad de carga y estabilidad estructural, proporcionando una base sólida para tomar decisiones informadas y maximizar la eficiencia del proyecto.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar y simular una plataforma de volteo de camiones de hasta 40 t cargados con productos alimenticios granulados para un centro de acopio.

Objetivos específicos

- Establecer la situación actual de los sistemas de volteo para camiones de hasta 40 t. en centros de acopio.
- Definir una alternativa viable que permita tener el mejor desempeño en los centros de acopio.
- Diseñar una plataforma de volteo para la descarga de productos alimenticios granulados para camiones de 40 t. accionada mediante un sistema hidráulico.
- Evaluar el desempeño del funcionamiento de la plataforma mediante un software especializado.
- Establecer la factibilidad económica del diseño propuesto mediante indicadores financieros.

CAPÍTULO I

ESTADO DEL ARTE Y ASPECTOS TEÓRICOS PARA EL DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE VOLTEO DE CAMIONES

El propósito fundamental de este capítulo es llevar a cabo el planteamiento de los conceptos y definiciones necesarias, materiales y distintos parámetros que se consultaron para diseñar la plataforma de volteo, contemplando el tipo de sistema que utiliza, sus elementos y funcionamiento general.

A su vez, se considera que la elaboración de la plataforma tiene como objetivo agilizar procesos y disminuir tiempos de operación, evitando así cuellos de botella dentro de la línea de producción donde se la utilice.

1.1 Estado del arte

En los últimos años, el sector alimentario ha enfrentado cierta inestabilidad en el proceso de diversificación de opciones para la carga y descarga de materiales granulados. Por lo tanto, surgió la necesidad de desarrollar un diseño de una plataforma de vuelco o volteo eficiente que consiga la optimización en la línea de producción de varias empresas que se dedican a trabajar con productos alimenticios granulados.

Fontanilla et al. [1] analiza que existe varios tipos de transportación de frutos o granos, pero que lo óptimo para reducir tiempos y maximizar el volumen de productos transportados es el uso de camiones que cuenten con plataformas de vuelco o volteo hidráulicas para que los productos alimenticios granulados se descarguen por gravedad.

Orna et al. [2] propone boceto y evaluación de un ascensor hidráulico con mecanismo de volteo destinado a mejorar la eficiencia en la cosecha de palma africana, mediante la realización de pruebas exhaustivas de funcionamiento determinando que el tiempo de transporte se reduce y optimiza las propiedades del fruto al momento de procesarlo. Adicional a esto, lograron determinar que la máxima velocidad para evitar volcamiento de los camiones con plataformas de volteo es de 35 km/h.

Dávila [3] plantea que el sistema de volteo tiene una caída por gravedad sea de forma manual o con un sistema neumático, generalmente son usados para la carga y transporte de productos a

granel, sean alimenticios o incluso de construcción como la piedra chancada, al contar con un sistema que tiene características específicas para realizar carga y descarga de forma sencilla.

1.2 Aspectos teóricos de la investigación

Al observar que en la industria alimenticia actualmente cuenta con proceso de carga y descarga de productos que resultan ineficientes para las líneas de producción, generando cuellos de botella en procesos por la cantidad de tiempo que se invierte y por el riesgo de los diferentes daños de bienes de la empresa por los tiempos prolongados. Se optó por realizar el diseño de una plataforma de vuelco que optimice el proceso y ayude a agilizar la carga y descarga de productos alimenticios granulados para mejorar la producción en una industria y a su vez los tiempos se acorten en toda la cadena productiva.

1.3 Datos históricos de volteo de camiones

En el año 1910 surgieron los primeros camiones con plataformas de volteo fabricados y diseñados por empresas como Lauth Juergens y Fruehauf Trailer Corp. Durante la Primera Guerra Mundial las plataformas con la introducción de la hidráulica fueron bastante útiles para el área de transporte pesado y empresas que manejaban la minería y construcción de vías [4].

El primer camión volquete canadiense conocido se desarrolló en St. John, New Brunswick, en 1920, cuando Robert Mwinney conectó una caja volquete a un camión de plataforma. El dispositivo de elevación era un cabrestante unido al cable y enviado sobre una polea unida al cable mástil detrás de la cabina. El cable estaba sujeto a la parte delantera inferior de una caja de madera sujeta por un pivote en la parte trasera del bastidor del camión. El operador giraba la manivela para subir y bajar la caja y así conseguir su propósito [4].

Desde la antigüedad, las plataformas de vuelco de camiones se conocen por satisfacer varios campos y por ese motivo con el paso del tiempo, existen plataformas que varían de acuerdo con t de carga, tamaños, tipos y sistemas de funcionamiento [4].

1.4 Funcionamiento del sistema de la plataforma

La plataforma puede operar con un cilindro hidráulico vertical instalado debajo de la parte frontal del chasis del automóvil (conocido como la configuración de elevación de poste delantero) o con

un cilindro hidráulico horizontal y un sistema de palanca entre los rieles del chasis (conocido como la configuración de elevación debajo del chasis) [5].

Cada modelo de plataforma se determina por la longitud y ángulo de inclinación. De las plataformas ya existentes en el mercado, se encuentran longitudes estándar de 21 ft a 75 ft. Estas longitudes indican la cantidad del largo necesario de plataforma, los ángulos de inclinación estándar se relacionan con los ángulos de reposo individuales de los productos crudos. También existen plataformas con pivote diferentes, ubicadas en la plataforma del volquete, y se utilizan según la aplicación [6].

1.5 Principio fundamental de un sistema hidráulico en plataformas volteadoras

El principio esencial de los sistemas hidráulicos se fundamenta en la transferencia de fuerza empleando un fluido que no se comprime, comúnmente conocido como aceite hidráulico. Esta norma se rige conforme a la ley de Pascal y se sustenta en distintas propiedades fundamentales del fluido hidráulico y de los elementos que integran el sistema.

1.5.1 Teoría de Pascal

En el siglo XVII, el científico y físico nacido en Francia Blaise Pascal estableció el fundamento de la hidrostática y la física de fluidos. Este principio establece la presión en un flujo incompresible (como un líquido) se transmite de manera homogénea en todo tipo de direcciones [7].

En términos más simples, si una presión es aplicada en un lugar de un fluido confinado, dicha presión se distribuirá uniformemente a través del fluido en su conjunto. Los sistemas hidráulicos se basan en este principio: la fuerza aplicada en un extremo se transmite mediante un fluido incompresible para que el otro extremo realice un trabajo, como levantar un objeto pesado. Este principio se muestra por medio de la Figura 1 donde se aplica presión a un fluido confinado,

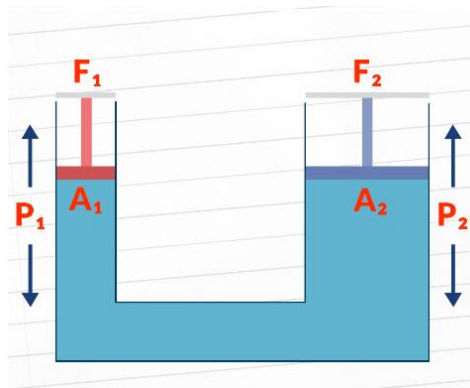


Figura 1. Presión sobre un fluido incompresible, [7].

1.5.2 Sistemas hidráulicos

Los sistemas hidráulicos se configuran como una red interconectada de diversos componentes que utilizan un líquido incompresible, generalmente aceite, para transferir energía y realizar trabajos mecánicos. Este conjunto, formado por bombas, válvulas, conductos y actuadores, funciona al generar presión en el líquido, permitiendo su desplazamiento a través de conductos hacia los actuadores, donde se convierte en movimiento mecánico. Esta tecnología, reconocida por su eficacia en la transferencia de potencia, capacidad para manejar cargas considerables y precisión en el control, se emplea en diversas industrias, desde la fabricación y maquinaria pesada hasta sistemas de dirección y frenado en vehículos. Es esencial para optimizar procesos y garantizar el funcionamiento adecuado de numerosas aplicaciones modernas.

1.6 Características de una plataforma de volteo o vuelco de camiones

Una plataforma de volteo de camiones es un equipo o sistema que se utiliza para levantar y volcar camiones o remolques con el propósito de descargar su contenido, como arena, grava, escombros, u otros materiales a granel. Estas plataformas son ampliamente utilizadas en diversos sectores, como la industria de la construcción, minería, agricultura y en aplicaciones de transporte de carga a granel.

Las características de una plataforma de volteo de camiones pueden variar según su diseño y aplicación específica, pero en general, constan de los siguientes componentes:

- Plataforma o caja de carga: Este componente del equipo es destinado para alojar la carga que será volcada. Sus dimensiones y capacidad de carga son adaptables según los requisitos específicos del usuario.

- Mecanismo de elevación: Para levantar la plataforma con la carga, se utiliza un sistema de elevación, que puede ser hidráulico o mecánico. El sistema eleva la plataforma en un ángulo que permite el volcado de la carga.
- Sistema de volcado: Una vez que la plataforma está elevada, se activa el sistema de volcado, que incluye cilindros hidráulicos o neumáticos para inclinar la plataforma y verter la carga hacia un punto de descarga, como un montón en el suelo o un área de almacenamiento.
- Controles: El operador de la plataforma de volteo suele tener un panel de control para gestionar el proceso de elevación y volcado de la carga de manera segura y precisa.
- Estructura y chasis: La plataforma de volteo está montada en un chasis o estructura resistente que asegura la estabilidad y seguridad del equipo durante el proceso de carga y descarga [8].

1.7 Antecedente del manejo de plataformas de volteo

En Colombia, todavía se lleva a cabo el proceso de descarga de camiones de carga de manera manual, utilizando winches y palas, con un tiempo estimado de 90 min para descargar un camión de 35 t. Esto conlleva riesgos de accidentes laborales y problemas relacionados con la salud ocupacional.

En la actualidad, este procedimiento se puede llevar a cabo de forma ágil, eficaz y segura gracias al empleo de plataformas volcadoras hidráulicas, las cuales son capaces de descargar un camión de 35 t en tan solo 12 min o incluso menos. Esto implica que es viable descargar entre 5 y 6 camiones en una hora, y durante un turno de trabajo de 10 a 12 h, se puede alcanzar una descarga de entre 1800 y 2000 t de granos [9].

Estas plataformas de descarga han sido desarrolladas para recibir diversos tipos de camiones, abarcando desde vehículos sencillos hasta camiones de doble troque, tractocamiones y bi-trenes con un peso de hasta 100 t. El ángulo de inclinación puede ajustarse entre 40° y 55° según el tipo de carga a descargar. El procedimiento de descarga se destaca por su simplicidad y eficiencia. Con un tiempo medio de aproximadamente 12 min por vehículo, se logra una optimización eficiente del proceso, reduciendo significativamente los periodos de espera.

Además, en caso de integrar una estructura adicional con celdas de carga, estas plataformas no solo funcionan como volcadoras, sino también como básculas de pesaje, lo que permite un control confiable del producto recibido al mismo tiempo que se descarga. Para mejorar aún más la eficiencia, se puede agregar una cabina exterior para capturar el polvo generado en la tolva de recepción [10].

1.8 Importancia del volteo de camiones en la recolección y descarga de productos

Cuando se habla de macros, como por ejemplo los granos, el vehículo se posiciona sobre una plataforma volcadora que opera a través de un sistema hidráulico, inclinándose gradualmente hasta alcanzar un ángulo de hasta 45°. Esto facilita la descarga de todo el material en una tolva receptora que se conecta a una fosa de suficiente profundidad. En este procedimiento, es esencial no llenar completamente la tolva, ya que es necesario mantener un espacio vacío debajo de la rejilla para poder identificar los puntos de recolección de polvo con facilidad. En el caso de líquidos, se transportan en camiones cisterna que también son pesados y descargan su contenido en tanques de recepción especialmente diseñados para líquidos. Finalmente, si se trata de micro ingredientes como vitaminas, minerales, aditivos o saborizantes, generalmente se empaquetan en sacos que se transportan en camiones. Al igual que en los otros casos, se toma en cuenta el peso y la descarga se realiza de forma manual para posteriormente almacenar en una bodega específica [11].

Conforme al tipo de producto introducido, este se dirige a diversas instalaciones de almacenamiento y procesamiento. Los productos a granel, como granos y harinas de origen animal, se almacenan en silos metálicos, mientras que las grasas de origen animal y los aceites vegetales se resguardan en tanques protegidos de la influencia negativa del calor. Los micro ingredientes, como los núcleos, se almacenan en tolvas especiales. Los sistemas de transporte, como transportadores o elevadores, se utilizan para llevar el producto hacia la siguiente etapa de producción o su destino final, dependiendo de la línea de producción. Los ingredientes frescos o perecederos se mantienen en cámaras frigoríficas. Estos ingredientes se utilizan como base o en la elaboración de saborizantes en una sala especialmente acondicionada con azulejos y equipamiento de acero inoxidable [12].

1.9 Plataformas volcadoras

Las plataformas volcadoras de trailers, también conocidas como volcadores hidráulicos, son dispositivos utilizados para inclinar un contenedor de carga, como un chasis de camión o trailer, con el fin de facilitar la descarga de materiales a granel, como granos, harina, pasta, fertilizantes, entre otros. Estas plataformas están equipadas con sistemas hidráulicos que permiten levantar el camión o remolque para que la carga sea descargada por gravedad hacia un receptáculo de almacenamiento.

Son fundamentales en la industria granelera para recibir y almacenar la materia prima transportada en camiones que no cuentan con descargas inferiores. Estos dispositivos son fabricados con componentes que deben ser ensamblados de manera precisa para su funcionamiento óptimo. A través de la Figura 2 se representa una de las alternativas de plataforma volteadora vigentes en el mercado.



Figura 2. Plataforma volteadora, [13].

1.10 Clasificación de tipos de plataformas

1.10.1 Plataforma móvil

Una plataforma volcadora móvil es un tipo de plataforma volcadora que se utiliza para descargar material a granel en diferentes tipos de vehículos, como camiones tolva, chato, carretas y bitrenes. Estas plataformas son similares a las plataformas volcadoras fijas, están diseñadas para ser remolcadas y transportadas fácilmente a diferentes sitios de trabajo. Algunas características de las plataformas volcadoras móviles incluyen:

La estructura principal, configurada como una caja, incorpora un movimiento rotatorio y sirve como alojamiento para el motor, que puede ser tanto diésel como eléctrico.

- Capacidad de carga que varía según el modelo, por ejemplo, algunos modelos pueden tener una capacidad de carga de 35 a 80 t.
- Ángulo de basculado, que es el ángulo máximo al que la plataforma puede inclinar para descargar el material.
- Diseño para descargar diferentes tipos de vehículos, como camiones tolva, chatos, carretas, bitrenes y rodotrenes.

La Figura 3 representa, un modelo de plataforma volteadora de camiones móvil usada en el área de construcción.



Figura 3. Plataforma volteadora de camiones, [14].

1.10.2 Plataforma volcadora de camiones

Una plataforma volcadora de camiones es un dispositivo hidráulico utilizado para inclinar la caja de carga de un camión, facilitando así la descarga de materiales a granel, como tierra, arena, piedra, residuos urbanos, entre otros. Estas plataformas están diseñadas para adaptarse a diferentes tipos de camiones, como camiones tolva, chatos, carretas, bitrenes y rodotrenes. Algunas características comunes de las plataformas volcadoras de camiones incluye.

- Estructura robusta con sistema hidráulico para levantar y bascular la caja de carga.
- Capacidad de carga que varía según el modelo, por ejemplo, algunas plataformas pueden tener una capacidad de carga de 80 a 90 t.

- El ángulo de basculado es un factor determinante que establece el grado máximo de inclinación para la descarga eficiente de materiales. Diseño para la descarga rápida y eficiente de diferentes tipos de materiales a granel.

En la Figura 4 se muestra un tipo de plataforma volteadora de camiones implementada en la industria agroalimentaria, con el fin de reducir los tiempos de trabajo y mejorar la producción.

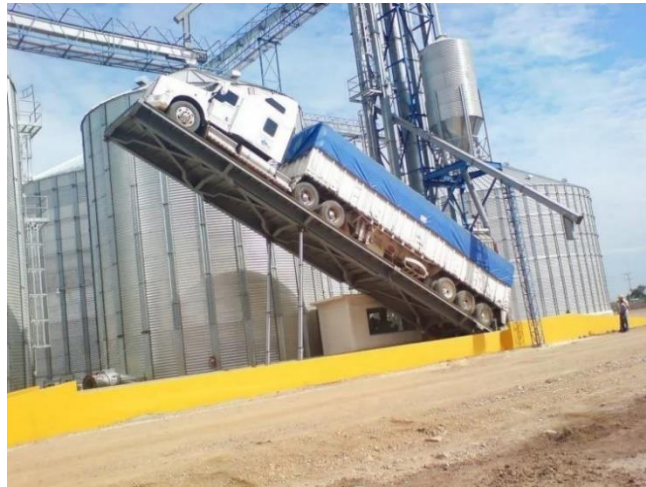


Figura 4. Modelo de plataforma volcadora de camiones, [15].

1.10.3 Plataforma volcadora de trailers

Las plataformas volcadoras de trailers son sistemas hidráulicos especializados diseñados para facilitar la descarga de materiales a granel al inclinar los contenedores de carga de los trailers. Estos dispositivos cuentan con una estructura robusta equipada con sistemas hidráulicos que permiten el levantamiento y basculado del trailer, posibilitando que la carga se descargue por gravedad hacia una zona de almacenamiento designada.

Entre las características destacadas de estas plataformas se encuentran su estructura resistente, con sistemas hidráulicos integrados para el manejo eficiente del trailer, así como una variedad de capacidades de carga que pueden adaptarse a modelos específicos, manejando cargas desde 80 hasta 90 t. Asimismo, proporcionan una inclinación adaptable para garantizar el desembarque eficiente de materiales, y su diseño está concebido para agilizar la liberación rápida y efectiva de diversos tipos de materiales a granel.

Estas plataformas contribuyen una posición importante en la industria de la movilización y la logística, ya que aceleran considerablemente la descarga de materiales a granel transportados en trailers. Su utilización contribuye de manera significativa a optimizar los procedimientos de descarga, disminuyendo el tiempo de espera en lugares de recepción y mejorando la eficiencia operativa en la cadena logística. La Figura 5 muestra, un modelo de volcadora de Trailers diseñada para agilizar la descarga de material granular de remolques y semirremolques con la finalidad de mejorar los tiempos de trabajo y agilizar la continuidad del proceso.



Figura 5. Plataforma volcadora de Trailers, [16].

1.11 Detalles acerca de cilindros hidráulicos y neumáticos

A continuación, se puede visualizar información teórica y técnica acerca de cilindros neumáticos e hidráulicos junto con definiciones que explican su clasificación y composición.

1.11.1 Cilindros hidráulicos

Un cilindro hidráulico es un tubo que produce actuación lineal utilizando presión hidráulica. Básicamente, la presión de un fluido hidráulico fuerza a un pistón a moverse ya sea en un movimiento de empuje o tracción. Esto aprovecha las siguientes leyes de la física:

- Los fluidos hidráulicos son incompresibles.
- En un fluido en reposo dentro de un recipiente sellado, cualquier alteración en la presión en una parte se propaga sin pérdida en aquellas regiones del flujo y los muros del recipiente, según lo establece la Ley de Pascal [17].

En la Figura 6. Se muestra el mecanismo del cilindro el cual permite en desplazamiento del embolo y a su vez la trasformación de la presión en energía mecánica.

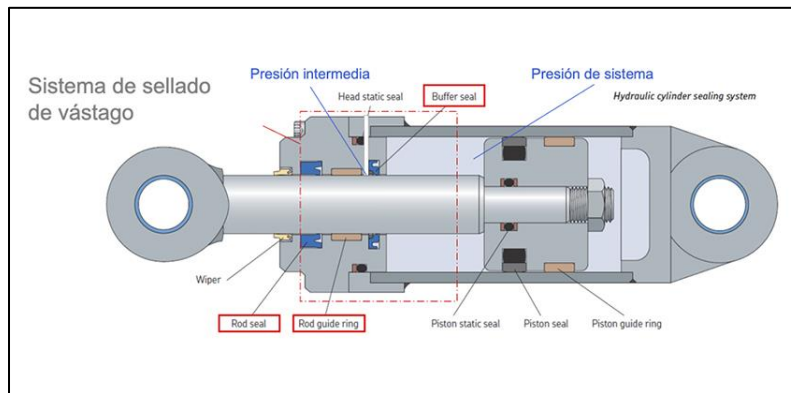


Figura 6. Componentes de cilindro hidráulico, [18].

Según la aplicación y la industria, los cilindros hidráulicos pueden denominarse actuadores o pistones hidráulicos. Estos términos pueden entenderse en los siguientes contextos.

1.11.2 Actuadores hidráulicos

Los actuadores hidráulicos se utilizan típicamente en el control de procesos que requieren una respuesta precisa y rápida. Esto se debe a que los actuadores neumáticos no necesitan fuerzas motrices grandes.

En situaciones donde se requieren grandes cantidades de fuerza para operar una válvula, por ejemplo, válvulas de un sistema principal, los actuadores hidráulicos son la opción preferida. Los actuadores hidráulicos vienen en varias orientaciones, pero el tipo de pistón es el más común.

1.11.3 Cilindros hidráulicos pequeños

Los cilindros hidráulicos pequeños tienen una estructura estable, son fáciles de operar y pueden utilizarse durante períodos prolongados. Se utilizan típicamente en aplicaciones de movimiento rápido, así como en equipos con componentes pequeños e intrincados.

Los cilindros hidráulicos también pueden fabricarse con diferentes materiales y de diferentes tamaños como se menciona a continuación.

1.11.4 Cilindros hidráulicos de acero inoxidable

Los cilindros hidráulicos fabricados en acero inoxidable son comúnmente empleados en situaciones donde la resistencia a la corrosión es una prioridad. La gran mayoría de los demás cilindros hidráulicos se fabrican a partir de combinaciones de acero aleado, como 1045 y 1018. Sin embargo, son propensos a la oxidación y la corrosión cuando se utilizan en entornos húmedos. Los cilindros de acero al carbono aún pueden ser propensos a abolladuras, abrasión superficial o productos químicos más fuertes, incluso si se pintan con epoxi. Por lo tanto, en tales casos, se prefieren los cilindros hidráulicos de acero inoxidable, por ejemplo, en entornos marinos tanto en tierra como en alta mar. Estos se pueden utilizar en grúas marítimas, brazos de elevación o elevadores de barcos [17].

1.12 Cilindros neumáticos

Los cilindros neumáticos, también conocidos como cilindros de aire o actuadores neumáticos, son elementos esenciales en la automatización industrial. Estos dispositivos utilizan aire comprimido para generar un movimiento lineal alternativo, que se emplea para posicionar, sujetar y transportar productos dentro de entornos industriales. Se destacan por ser una opción mecánica económica, ya que no requieren circuitos controladores, a diferencia de los actuadores eléctricos. Para establecer o mantener un sistema neumático industrial eficiente, es crucial que un ingeniero posea un profundo conocimiento sobre los cilindros y los criterios para su selección [19].

La Figura 7 muestra cómo se emplean cilindros de aire comprimido para generar movimiento lineal en diversas aplicaciones tanto industriales como comerciales. Estos cilindros constan de múltiples componentes cuya configuración varía según el tipo y el diseño específico del cilindro.

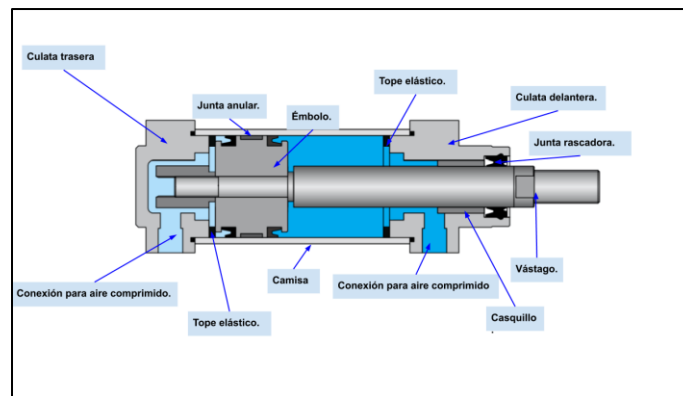


Figura 7. Componentes de cilindro neumáticos, [18].

1.12.1 Cilindro de simple efecto

El cilindro neumático de simple efecto posee un mecanismo que opera únicamente en un lado del pistón. En este caso, el aire comprimido se suministra para impulsar el pistón en una sola dirección. Simultáneamente, se emplea un resorte mecánico para desplazarlo en la dirección opuesta, logrando así el movimiento alternativo [20].

1.12.2 Cilindros de doble efecto

El cilindro neumático de doble efecto opera mediante la provisión de aire en ambos lados del cilindro: a través del puerto del extremo de la tapa y del puerto del extremo del vástago. Esta variante de cilindro de aire es muy utilizada en sistemas de automatización industrial, ya que permite un control completo del movimiento del pistón mediante el uso de aire comprimido [19].

1.13 Diseño de cilindros hidráulicos

1.13.1 Tubo del cilindro

El cilindro o tubo del cilindro está construido para soportar la presión del fluido hidráulico dentro de sus paredes durante toda su vida útil. Se dispone una variedad de calidad de acero que ofrecen robustez y resistencia, básicamente presiones mayores requerirán paredes de cilindro más gruesas y aceros más resistentes.

Para evitar la corrosión y la abrasión, las superficies reciben un tratamiento especial. Estos estarán revestidos o pintados. Algunas aplicaciones de cilindros hidráulicos, como el envasado de alimentos, pueden necesitar un material sin capas para evitar que las cáscaras caigan en los alimentos, por lo que en tales casos se puede emplear acero inoxidable. Las paredes internas no suelen necesitar acabado superficial porque el líquido hidráulico no suele ser corrosivo y además las protege de la corrosión. Sin embargo, en algunos casos en los que se utiliza agua como fluido hidráulico, es posible que también sea necesario un revestimiento en las paredes interiores [21].

1.13.2 Vástago del cilindro o pistón

Debido a su fricción en retraerse y sobresalir de una manera rápida, este es el único componente externo que no está pintado. Debido a su función, no sólo necesita protección contra la corrosión, sino también contra el desgaste y las picaduras. Este es un componente muy delicado porque el pelado, las picaduras o la corrosión probablemente desecharán los sellos, contaminarán el fluido hidráulico y eventualmente pondrán en peligro todos los sistemas hidráulicos [22].

1.13.3 Sellos de cilindro hidráulico

Se utilizan sellos en todo el cilindro hidráulico. Estos están fabricados con una amplia variedad de materiales diferentes, considerando su uso previsto en el cilindro y el tipo de cilindro en el que se encuentran. Es crucial que se desgasten lentamente y sean capaces de sobrevivir múltiples repeticiones de la varilla entrando y saliendo del cañón, eliminando cualquier contaminación.

1.13.4 Fluido hidráulico

Un fluido hidráulico es un aceite o líquido no comprimible que se utilizará para transferir energía dentro de maquinaria y equipos hidráulicos, puede estar compuesto por muchos elementos, pero principalmente es de base mineral o de petróleo, de agua o sintético [23].

1.14. Softwares CAD

1.14.1 AutoCAD

AutoCAD, creado por Autodesk, eficiente programa inteligente diseñado por computadora (CAD) crucialmente utilizado por diversos campos, incluyendo edificación, técnico en ingeniería y diseño estructural, entre otras ramas. Su aplicación principal radica en la creación de dibujos técnicos y modelos tridimensionales. A continuación, se presentan algunos aspectos fundamentales de AutoCAD:

- Dibujo 2D: AutoCAD permite crear dibujos bidimensionales (2D) con herramientas precisas para líneas, círculos, arcos, polígonos y otros elementos geométricos. Los profesionales utilizan AutoCAD para producir planos arquitectónicos, diagramas técnicos y esquemas detallados.

- Modelado 3D: Además de la funcionalidad 2D, AutoCAD ofrece capacidades de modelado tridimensional (3D). Esta funcionalidad permite a los usuarios generar modelos tridimensionales de edificaciones, maquinaria, productos y otros objetos [24].

1.14.2 SolidWorks

SolidWorks, creado por Dassault Systèmes, es una aplicación de sistema inteligente diseñado por computadora (CAD) ampliamente utilizada para la creación paramétrica de modelos tridimensionales., simulaciones y la generación de dibujos de ingeniería. Algunas funciones del software son:

- Modelado 3D Paramétrico: SolidWorks permite a los usuarios crear modelos 3D paramétricos, lo que significa que los diseños están basados en parámetros y dimensiones específicas que se pueden modificar fácilmente para realizar cambios en el diseño.
- Ensamblajes: Permite la creación y manipulación de ensamblajes, donde múltiples componentes pueden unirse para formar un conjunto. Los usuarios pueden simular el movimiento y las interacciones entre las partes dentro del ensamblaje.
- Simulación y Análisis: Ofrece módulos de simulación integrados para realizar análisis de tensiones, análisis de movimiento, simulaciones térmicas y de flujo de fluidos, lo que permite a los ingenieros evaluar el rendimiento del diseño antes de la fabricación.

SolidWorks se utiliza en una variedad de industrias, incluyendo la automotriz, aeroespacial, manufacturera y de productos de consumo. Es conocido por su interfaz intuitiva y su enfoque en la facilidad de uso, lo que lo convierte en una herramienta popular para ingenieros y diseñadores [25].

1.14.3 SAP 2000

SAP2000 es una aplicación de software diseñada para llevar a cabo el análisis y diseño estructural, siendo desarrollada por Computers and Structures, Inc. (CSI), una empresa especializada en software para estructuras con actividades sísmicas. A continuación, se presentan aspectos clave relacionados con SAP2000.

- Propósito: SAP2000 se utiliza principalmente para el estudio del diseño estructural y bocetos de diversas estructuras, que incluyen edificaciones, puentes, torres y otras infraestructuras de ingeniería civil.
- Análisis estructural: SAP2000 realiza análisis de esfuerzos y momentos máximos relacionados a la estática, tanto lineal como no lineal, de estructuras. Tiene la capacidad de gestionar varias condiciones de carga, que abarcan desde cargas gravitacionales hasta cargas laterales y dinámicas.
- Diseño: El software ofrece herramientas para diseñar elementos estructurales como vigas, columnas, losas y cimientos, siguiendo diferentes códigos y estándares de diseño.
- Análisis lineal: SAP2000 tiene la capacidad de llevar a cabo análisis lineales estáticos y dinámicos.
- Análisis no lineal: Puede realizar análisis estáticos y dinámicos no lineales, teniendo en cuenta aspectos como la no linealidad del material, la no linealidad geométrica y las condiciones de contorno.

1.14.4 Ventajas de utilizar un software de diseño mecánico CAD

Hay numerosos beneficios de utilizar software CAD en lugar de prescindir de programas específicos. Desde el ahorro de tiempo en el procedimiento de creación diseño del gemelo digital hasta la reducción de costos relacionados con pruebas y prototipos mediante el uso de un modelo 3D con simulaciones y pruebas virtuales. La empresa se beneficia mucho al implementar una solución CAD. Además, este tipo de software robusto incluye múltiples módulos verticales que incorporan nuevas funcionalidades para satisfacer las necesidades de diseño del proyecto.

Las ventajas más notables incluyen:

- La digitalización de los productos.
- Producir una copia digital del producto.
- Estima las dimensiones y las interferencias.
- Evaluación de costos y control completo de las modificaciones.
- Ahorro de costos durante el prototipo.
- Reducir el tiempo de planificación de la producción.
- Los listados de piezas se pueden obtener rápidamente.

- Facilitar el trabajo colaborativo en un ambiente seguro.

1.15 Diseño mecánico

El diseño estructural representa un enfoque para evaluar la capacidad de carga, la firmeza y la estabilidad de una estructura, con el objetivo principal de asegurar su estabilidad mediante la elección adecuada de materiales y diseño. Durante el proceso de diseño estructural, se consideran aspectos como la organización y pre-dimensionamiento de las estructuras, el análisis del suelo y la evaluación sísmica. La integración de estos elementos permite una ejecución más eficiente del diseño, abordando diversos factores cruciales [22].

La importancia del diseño estructural se manifiesta en varios proyectos, desde hogares de un solo nivel hasta rascacielos, carreteras y almacenes simples. Para asegurar el funcionamiento correcto de la estructura con los materiales seleccionados, es esencial examinar cuidadosamente el tamaño y las especificaciones de la construcción planificada.

El desarrollo de una nación está estrechamente relacionado con la construcción, operación y mantenimiento de su infraestructura, que incluye viviendas, vías de comunicación, centros de salud, instalaciones educativas, áreas de producción y servicios, entre otros. La ingeniería estructural desempeña un papel vital en la realización y conservación de esta infraestructura. Para ilustrar su contribución, se detalla el proceso de diseño en un proyecto, destacando las tareas guiadas y realizadas por un ingeniero estructural y su colaboración con profesionales de otras disciplinas, como topógrafos, dibujantes y expertos en mecánica de suelos, entre otros.

Tabla 1. Aspectos generales en el diseño mecánica [22].

Estado límite de falla	Descripción	Ejemplo
Volteo	Desplazamiento lateral y caída de conjunto.	Un edificio que se voltea durante un sismo. Vigas quebradas
Inestabilidad	Crecimiento excesivo de desplazamientos laterales ocasionado por fuerzas axiales.	Una columna muy esbelta con carga axial grande.
Fatiga	Ruptura por la aplicación repetitiva de cargas.	Un tornillo que soporta la base de una máquina vibratoria.
Cortante	Ruptura por la aplicación de cargas transversales.	Una viga de concreto sin adecuado refuerzo transversal (estribos).

Fractura	Rotura de partes críticas, generalmente de manera repentina.	El apoyo de un puente.
Flexión	Fluencia (deformación ilimitada a esfuerzo constante).	Una viga de acero muy larga y con demasiada carga transversal.
Adherencia	Movimiento relativo del refuerzo respecto al concreto que lo rodea.	Un ancla muy corta de una columna o poste en voladizo.

1.16 Criterios empleados en el diseño estructural

Normalmente, en estructuras implica una serie de procesos cruciales para garantizar el adecuado uso de estas, siendo el análisis y el diseño dos fases fundamentales. Un proyecto centrado en el diseño estructural se desarrolla en tres fases principales: la planificación de actividades, la creación del diseño estructural y la culminación de la construcción. La fase de planificación abarca la evaluación de diversos requisitos y elementos que pueden influir en el diseño general y las dimensiones de la estructura. A partir de estas consideraciones, se pueden seleccionar uno o varios tipos de estructuras con el objetivo final de determinar cuál ofrece la mejor solución para las necesidades del proyecto [26].

Se destacan algunas fases clave para el diseño estructural:

1.16.1 Fase de estructuración

En esta etapa crítica del diseño estructural, se menciona al sistema estructural fundamental y se diseñan las disposiciones y medidas previas de los materiales estructurales más utilizados. El objetivo principal es seleccionar la mejor solución de estructuración disponible.

1.16.2 Fase de estimación de las acciones

Durante esta fase, se identifican algunas operaciones que se espera que impacten el sistema estructural en base a su durabilidad. La situación involucra cargas vivas y muertas, y factores incidentales controvertidos, tales como el viento y los sismos.

1.16.3 Fase de análisis estructural

En este proceso, datos del sistema estructural frente a situaciones externas que puedan afectarlo. La solución de la estructura se refiere a cómo se comporta bajo una acción específica. Para obtener

esta respuesta, se deben considerar elementos como la ilustración de la estructura, la determinación de su diseño con sus respectivas acciones, la evaluación de la solución del diseño en el modelo seleccionado para la parte estructura y sus medidas.

1.17 Análisis estructural

Para optimizar el diseño de las estructuras, es esencial realizar cálculos estructurales que aborden la capacidad de resistencia ante cargas muertas, cargas vivas y condiciones meteorológicas como el viento. Este proceso de cálculo busca evaluar la seguridad de la estructura al analizar su capacidad para soportar diversas cargas. Ya sea en la construcción de una nueva estructura o en la ampliación de una existente, la realización de cálculos estructurales es imperativa [26].

Este análisis estructural se basa en el principio de elasticidad y rigidez de los materiales, empleando procedimientos de cálculo para determinar los impactos de toda la estructura o en partes específicas de la misma. Para llevar a cabo dicho análisis, se precisa la modelización matemática de la estructura, incorporando la idealización geométrica que abarca elementos lineales, superficiales y sólidos. En términos generales, los resultados obtenidos de este análisis estructural comprenden.

- A nivel global: Reacciones y desplazamientos de los nodos de la estructura.
- A nivel seccional: Esfuerzos (axiales, cortantes, momentos flectores y torsiones) que afectan a las secciones de los distintos elementos estructurales.

El análisis lineal se fundamenta en dos hipótesis principales: el comportamiento elástico-lineal de los materiales y la consideración de las ecuaciones de equilibrio de la estructura sin alteraciones.

1.17.1 Análisis lineal

Fundamentado en las dos hipótesis siguientes:

1. Comportamiento elástico-lineal de los materiales.
2. Se toman en cuenta las ecuaciones de equilibrio de la estructura sin alteraciones.

En la Figura 8, presenta el principio de la teoría de la elasticidad para anticipar la reacción de una estructura ante las cargas que se le imponen.

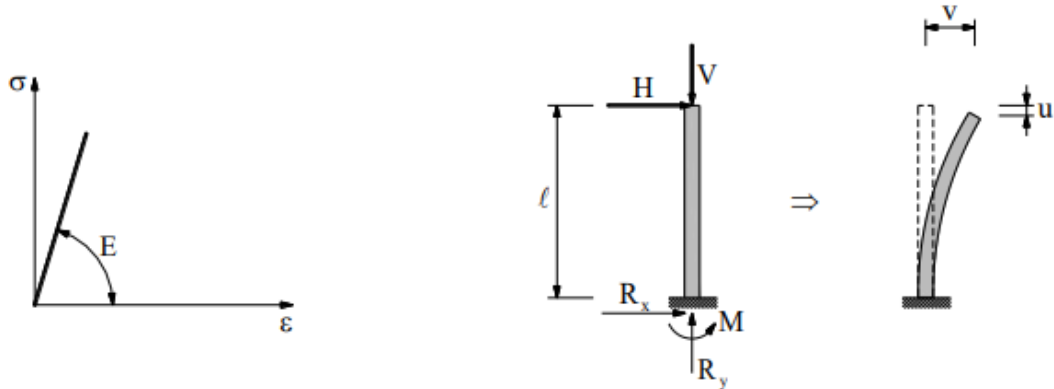


Figura 8. Análisis lineal es el cual las fuerzas son directamente proporcionales a al desplazamiento, [27].

1.17.2 Análisis no lineal

Considera las no linealidades que pueden aparecer en las estructuras:

1. No linealidad mecánica, se considera un comportamiento tenso-deformacional no lineal.
2. No linealidad geométrica, es decir, aplicación de ecuaciones de equilibrio en situaciones de estructura deformada.

La Figura 9 muestra un caso donde las deformaciones en la estructura son grandes y ya no se pueden ignorar. Esto es especialmente importante en situaciones de grandes desplazamientos o deformaciones.

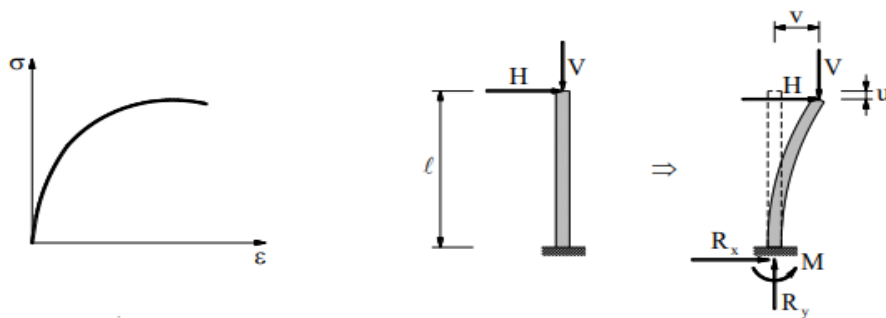


Figura 9. Diagrama de Respuesta no convencional en términos de tensión y deformación, [27].

1.17.3 Análisis plástico

Analizar el comportamiento de las estructuras más allá del punto en el que los materiales alcanzan su límite elástico, teniendo en cuenta la plastificación de los elementos estructurales. En la Figura 10 permite comprender que, en el análisis plástico, se examina cómo la estructura redistribuye las cargas una vez que algunos de sus elementos han llegado al límite de plastificación.

1.17.4 Análisis lineal con redistribución limitada

Representa una aproximación intermedia entre el estudio lineal convencional y el estudio no lineal. En este método, se permite cierta redistribución de fuerzas después de que algunos elementos estructurales han alcanzado su capacidad máxima, aunque esta redistribución está restringida por límites predefinidos. La Figura 10 muestra como este método determina los esfuerzos mediante un análisis lineal y luego realiza redistribuciones que satisfacen las condiciones de equilibrio [27].

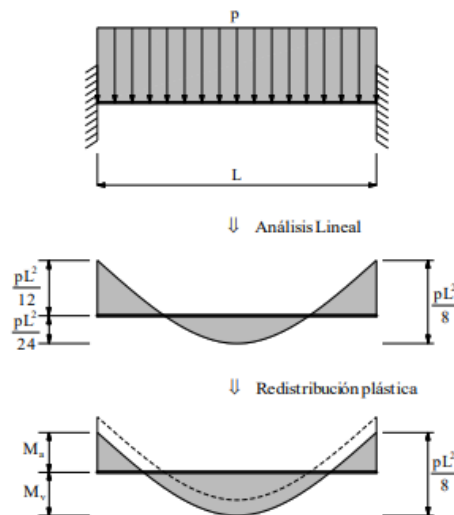


Figura 10. Estudio lineal con redistribución restringida, [27].

1.18 El coeficiente de seguridad en el diseño mecánico

El cálculo del coeficiente de seguridad de un proyecto de diseño mecánico es crucial para la seguridad y la útil del producto, componente o estructura. Se trata de una variable importante para reducir el riesgo de una pieza o estructura, evitando pérdidas para las empresas y situaciones de riesgo para las personas. A continuación, se detalla el factor de seguridad, y cómo se calcula.

1.18.1 Coeficiente de seguridad

En el diseño mecánico, el factor de seguridad es la proporción de la carga que un elemento puede soportar y la carga máxima que efectivamente puede soportar. Este valor es vital para prevenir eventos como fracturas o daños en estructuras y piezas.

En un proyecto de diseño mecánico, la precisión en el cálculo del factor de seguridad está fundamentalmente con relación a la reducción con posibilidad de que ocurra de roturas.

1.18.2 Cómo determinar el factor de seguridad

Para calcular el coeficiente de seguridad con precisión, es importante tener en cuenta una variedad de factores, como la no homogeneidad del material, los posibles escenarios de exposición del producto y el tipo de diseño. La fórmula matemática para el factor de seguridad se menciona como la relación directa entre la carga última y la carga admisible:

$$\mathbf{factor\ de\ seguridad} = \frac{\mathbf{carga\ última}}{\mathbf{carga\ admisible}} \quad (1)$$

Donde la carga última representa la resistencia o máxima carga, y la carga admisible es el esfuerzo o carga permitida. Es importante tener en cuenta que un factor de seguridad más alto indica una pieza o estructura más segura. Además, es importante tener en cuenta que muchos factores afectan este valor. Estos incluyen los materiales utilizados, la calidad y los tipos de acoples, la tolerancia térmica, el mantenimiento planificado y los factores climáticos.

1.19 Conclusiones de capítulo

El capítulo mencionó los conceptos y definiciones más importantes para comprender el principio de diseño y simulación de una plataforma de volteo de camiones, tratando puntos como: las características, funcionamiento e importancia de la plataforma en varios procesos productivos, al igual que los tipos de cilindros que se usan en ingeniería y su subclasificación para tener conocimiento de todas las alternativas que se puede tener y lo más adecuado para el diseño a realizar.

Se ha contemplado el uso de varios softwares CAD para poder crear un diseño adecuado y con sus cálculos pertinentes, se optó por el uso de AutoCAD, SolidWorks y SAP 2000 para conseguir el diseño en 2D, 3D y el respectivo cálculo estructural de la plataforma.

CAPÍTULO II

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE VOLTEO DE CAMIONES: ANÁLISIS DE PARÁMETROS Y OPCIONES DE SELECCIÓN

2.1 Selección de diseño

En esta sección, se presentarán en detalle tres diseños distintos de plataformas de volteo de camiones, abordando sus respectivas características y funcionalidades específicas. Este análisis permitirá una evaluación comprehensiva de ambas propuestas, destacando sus particularidades y posibles ventajas para proporcionar una visión integral de las opciones disponibles. Por lo cual se ha realizado una evaluación exhaustiva para determinar el sistema idóneo para posteriormente implementar un proceso de volteo de material granular. En la tabla 2 se muestra las opciones de plataformas volteadoras que serán objeto de análisis.

Tabla 2. Alternativas de plataformas volteadoras de material granular

Alternativa	Tipo de Plataforma
1	Plataforma volcadora de camiones
2	Plataforma volcadora de trailers
3	Plataforma volcadora móvil

2.2 Volcadora de camiones

En la figura 11 se muestra el diseño de una plataforma volcadora de camiones es un vehículo de construcción diseñado para la descarga y transporte de materiales a granel. Este tipo de plataformas son utilizadas en distintas ramas de la industria, incluyendo la construcción, alimenticia, agricultura y la minería. Se utilizan para descargar, cereales materiales a granel como minerales, granos, arena, residuos, líquidos y otros materiales.

La plataforma de volteo de camiones consta de una estructura básica de tres partes: el chasis, el cuerpo y el sistema de descarga. El chasis es el considerado el marco del vehículo que soporta el peso de la carga. El cuerpo es la parte que contiene la carga. El sistema de descarga es el mecanismo que permite la inclinación del cuerpo para la descarga de la carga.

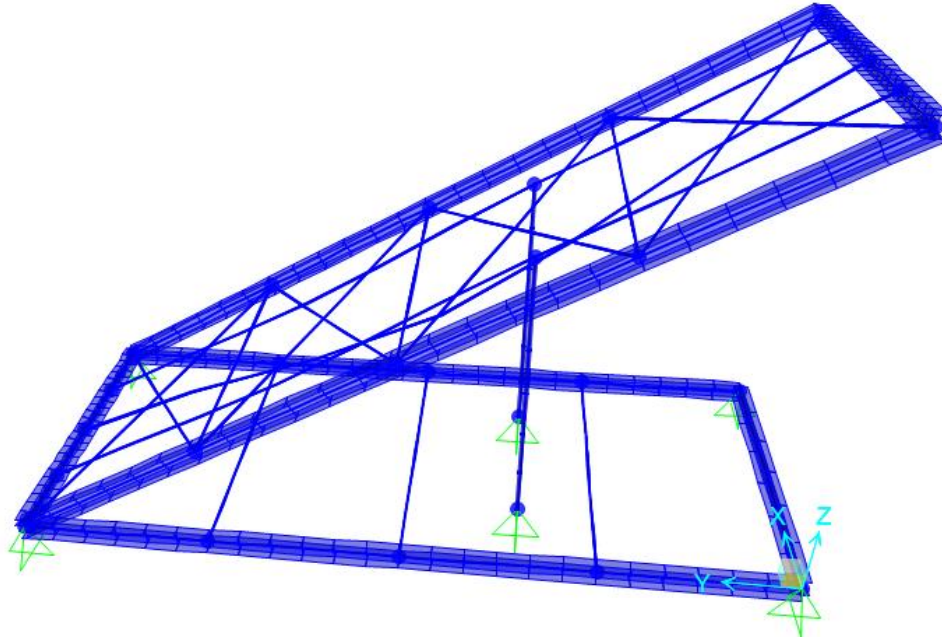


Figura 11. Diseño de una plataforma de camiones

En la tabla 3 se muestra las ventajas y desventajas de la plataforma volteadora de camiones.

Tabla 3. Ventajas y desventajas de la plataforma volteadora de camiones

Ventajas	Desventajas
Descarga eficiente	Costo inicial elevados
Estructura resistente	Mantenimientos regulares
Versatilidad	Menor capacidad de carga
Seguridad	
Mejora la productividad	

2.3 Volcador de trailers

La figura 12 muestra el diseño una plataforma de volteo para trailers también conocida como un remolque volquete, es un equipo diseñado para la descarga y carga de materiales a granel de manera eficiente y controlada. Este tipo de plataformas de vuelco suelen tener una capacidad de 10 a 50 t. La altura de descarga del material es de 2 a 4 m. Este tipo de plataformas de vuelco cuentan con sistemas de descarga hidráulica que permite inclinar el cuerpo del trailer para la descarga de la carga.

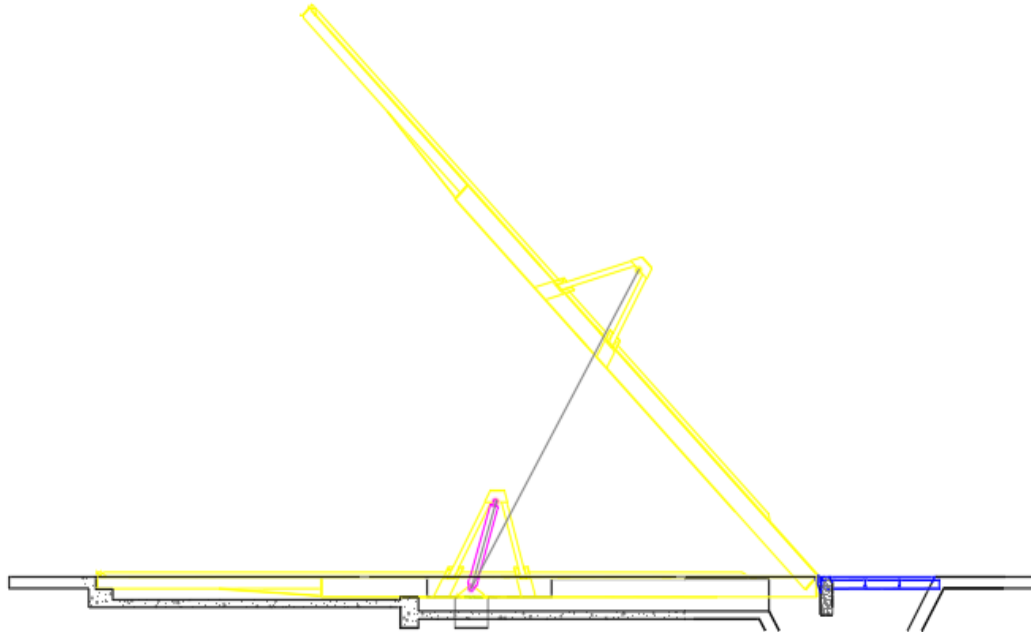


Figura 12. Diseño de una plataforma de trailers

En la tabla 4 se muestra las ventajas y desventajas de la plataforma volcadora de trailers.

Tabla 4. Se presenta ventajas y desventajas de la plataforma volcadora de trailers

Ventajas	Desventajas
Eficiencia en la descarga	Costo inicial elevado
mejora la productividad	Disponibilidad de espacio
Mayor capacidad de carga	Mantenimiento regular
Flexibilidad operativa	
Versatilidad	
Seguridad	

2.4 Volcadora de camiones

La figura 13 muestra una plataforma volcadora móvil es un tipo de plataforma que se emplea para descarga de materiales a granel en una variedad de vehículos, como camiones tolva, chatos, carretas y bitrenes.

Una de sus ventajas es la facilidad de instalación en cualquier lugar además de ser transportada hacia distintas unidades de operación una vez que es móvil y auto portante.

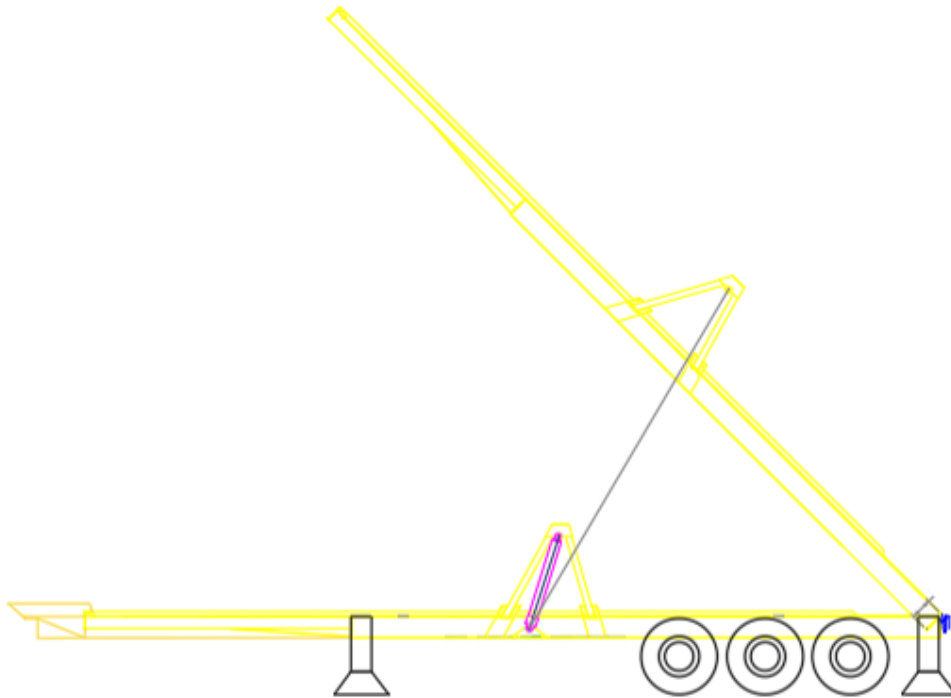


Figura 13. Diseño de una plataforma móvil

En la tabla 5 se muestra las ventajas y desventajas de la plataforma móvil.

Tabla 5. Se presenta ventajas y desventajas de la plataforma móvil

Ventajas	Desventajas
Eficiencia en la descarga	Costo de fabricación
Versatilidad	Mantenimientos regulares
Seguridad	Menos capacidad de carga
Trasportable a cualquier locación	

2.5 Selección de alternativas

Aquí se menciona la información detallada de los posibles diseños de plataformas volteadoras de trailers. Se llevará a cabo una evaluación exhaustiva de sus características y usos específicos, asignando una calificación del uno al cinco, donde cinco representa la puntuación más alta y uno la más baja. Se analizarán tres alternativas de plataformas según seis parámetros clave. La Tabla 6 ilustra el método de ponderación e interpretación que facilitará la calificación en el análisis subsiguiente.

Tabla 6. Escala de la mayor a la menor

Calificación	Significado
5	Excelente
4	Muy Bueno
3	Bueno
2	Regular
1	No aceptable

Las alternativas serán calificadas en base a los siguientes parámetros:

- Resistencia
- Estabilidad
- Durabilidad
- Maniobrabilidad
- Funcionalidad
- Costo

2.6 Resistencia

El diseño de la plataforma volteadora esta focalizado a la industria alimenticia, ya que mediante su implementación se logra mejorar la producción, a través de la mejora en los tiempos de descarga de los materiales granulares trasportados por vehículos pesados. Por lo cual la implementación de mecanismos de volteo de vehículos pesados es una de las soluciones más idóneas, por consecuente la resistencia de estos mecanismos es crucial para evitar deformaciones en los elementos estructurales.

Las diversas plataformas volteadoras exhiben varias características, y, en consecuencia, la resistencia de cada una varía según la geometría del diseño y el material de construcción. Las tres alternativas propuestas muestran una notable resistencia en sus respectivas áreas de aplicación. Pero al ser sometidas a carga mayor de trabajo la alternativa 1 y 3 tienden hacer más débiles por los materiales que conforman su estructura. En la Tabla 7, se evalúa la resistencia de cada plataforma en función de su tipo, ya que cada una posee características únicas. Se presenta la ponderación correspondiente en la sección de resistencia.

Tabla 7. Calificación y análisis de resistencia

Tipo	Análisis	Calificación
1	La plataforma volteadora de camiones es de las más utilizadas, en proyectos a menor escala en las cuales el propósito principal es la descarga de materiales a granel sin la intervención de mano de obra, a la vez que no se puede voltear vehículos pesados mayor a (12.2 m) y una capacidad de carga nominal de 40 t de peso total	3
2	Las plataformas volteadoras de trailers son resistentes a las cargas ya que generalmente permite el levantamiento de vehículos pesados de mayor longitud (19-23) m y mayor capacidad de carga (80-90 t)	5
3	Las volteadoras móviles son innovadoras en sistema de descargue esto quiere decir que la capacidad de carga va a hacer mayor (35-85 t) y su geometría es la más adecuada para el izaje de la plataforma.	5

2.7 Estabilidad

El criterio de estabilidad en estructuras es un concepto que se fundamenta en la capacidad estructural de un sistema para mantener el equilibrio y resistir las fuerzas que actúen sobre sí mismo sin sufrir fallas o colapsos.

En el caso de la estabilidad en las alternativas presentadas se tomó en consideración para su diseño criterios como centro de gravedad del trailer durante el proceso de volcado, además de analizar el comportamiento de los sistemas de anclaje y sujeción son fundamentales para mantener el trailer en su posición durante el levantamiento y volcado. En la tabla 8, se expone la evaluación ponderada relacionada con la estabilidad, considerando las diversas opciones de plataformas volteadoras.

Tabla 8. Evaluación y análisis de la estabilidad.

Tipo	Análisis	Calificación
1	Esta plataforma permitir una distribución uniforme del peso de la carga	5
2	La plataforma volteadora de trailer es más estable y a su vez su sistema de anclaje al suelo le permiten que su estabilidad sea mayor además de considerar el centro de gravedad en el proceso de volcado	5
3	Esta alternativa prioriza los sistemas de anclaje y sujeción son fundamentales para mantener el trailer en su posición durante el levantamiento y volcado	4

2.8 Durabilidad

La durabilidad es crucial en tema de estructuras debido a que estas estructuras están sometidas a cargas pesadas y condiciones operativas exigentes, de esta forma los criterios de diseño y construcción son fundamentales para asegurar que los elementos de los distintos tipos de andamios puedan resistir mejor las exigencias.

Las opciones propuestas se sitúan en un rango aceptable en términos de resistencia, ya que la primera y segunda alternativas sobresalen por su diseño geométrico y material de construcción. La ponderación relacionada con la durabilidad se presenta a continuación. En la tabla 9 se muestra la evaluación y análisis de resistencia.

Tabla 9. Evaluación y análisis de resistencia

Tipo	Análisis	Calificación
1	Se utilizan materiales de alta resistencia y durabilidad, como acero que es un material fuerte y duradero diseñados para resistir el desgaste y la corrosión	3
2	Se utilizan materiales de alta resistencia y durabilidad, como acero de alta calidad, para construir la estructura principal con sistemas hidráulicos, puntos de sujeción, cilindros y otros componentes mecánicos clave.	5
3	Garantizar su funcionamiento efectivo a lo largo del tiempo y minimizar la necesidad de mantenimiento constante o reemplazo prematuro de componentes.	4

2.9 Maniobrabilidad

En el caso de estructura la maniobrabilidad es esencial para el correcto cumplimiento de sus tareas con precisión y sin riesgos, por lo cual se toma en consideración el análisis de diseño, pruebas en entorno real, entrenamiento del operador, cumplimiento de normativas y evaluación de la visibilidad.

La alternativa 1 es difícil que funcione de manera correcta para vehículos pesados de gran longitud ya que el diseño original es para vehículos más pequeños, la alternativa 2 el sistema hidráulico para levantar y volcar la carga, son precisos y ágiles. En la tabla 10, se presenta el análisis junto a la evaluación de cada opción.

Tabla 10. Evaluación y análisis de la capacidad de maniobrabilidad

Tipo	Análisis	Calificación
1	Se implementa un sistema de dirección potente y eficiente tomando en cuenta el peso del camión que es más ligero lo cual conlleva a una mejor maniobrabilidad	4
2	Se implementa sistemas de dirección que deben ser precisos, sistemas de control que pueda permitir ajustes adicionales a su capacidad de respuesta	4
3	Sistema de dirección sensible y preciso facilita la capacidad del operador para girar y maniobrar la plataforma de manera efectiva	5

2.10 Funcionalidad

Se evalúa la eficiencia de las alternativas planteadas en función de la capacidad de cada plataforma de volteo para ejecutar sus tareas con un nivel de error relativamente bajo en la clasificación.

En cuanto a la funcionalidad, la alternativa 3 demuestra una capacidad para transportar cargas específicas, manteniendo un equilibrio adecuado entre carga y la firmeza del vehículo. Se distingue de la alternativa 2 en aspectos como la capacidad para recibir y asegurar el vehículo, así como la eficiencia en el caso de desembarque de manera oportuna. El análisis y ponderación final detallada de la funcionalidad de cada alternativa se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Evaluación y análisis de la funcionalidad.

Tipo	Análisis	Calificación
1	El error se puede originar en la capacidad insuficiente de carga, debido a que no está diseñada para manejar la carga específica de ciertos vehículos.	4
2	El error se puede ocasionar por la falta de mantenimiento adecuado, originando problemas operativos.	5
3	El error de funcionamiento se puede dar en sobrepasar los valores de la capacidad de carga.	4

2.11 Costo

El precio generalmente resulta ser un aspecto crucial para aquellos que buscan adoptar estos sistemas con la finalidad de mejorar la eficiencia temporal y disminuir los gastos de manufactura.

Las Alternativas 2 y 3 podrían resultar más onerosas por diversos motivos, ya que su diseño está específicamente enfocado en resistir cargas que superan las 90 t métricas y permitir longitudes superiores a los 19 m. Esto contribuye significativamente a la reducción de los tiempos en la recepción de grano. En la siguiente tabla 12 se indica el estudio y la calificación de los costos asociados a cada alternativa.

Tabla 12. Evaluación y análisis de la eficacia funcional.

Tipo	Análisis	Calificación
1	Maximizar la funcionalidad y la durabilidad utilizando materiales y procesos de fabricación que sean eficientes en términos de costos.	4
2	El diseño debe considerar la eficiencia operativa para reducir los costos asociados con el uso continuo del volcadora	5
3	Este costo inicial puede variar según la marca, el tamaño, la capacidad de carga y las características adicionales que ofrece la plataforma.	5

2.12 Ponderación final

Según las calificaciones de los parámetros, es esencial considerar al precio como uno de los aspectos más significativos, seguido por la maniobrabilidad, durabilidad, estabilidad y resistencia. Esta metodología posibilita la elección de la opción más idónea para la concepción y simulación de una plataforma volteadora de camiones que satisfaga los requisitos vigentes del mercado. La Tabla 13 proporcionará una descripción de cada parámetro con respectiva ponderación final, lo que permitirá calificar cada alternativa en una escala de 5 puntos.

Tabla 13. Evaluación definitiva considerando las calificaciones de los parámetros examinados.

Parámetros	Ponderación (%)	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Costo	30	4	5	4
Resistencia	20	3	5	5
Estabilidad	15	3	5	4
Durabilidad	15	5	5	4
Maniobrabilidad	7	4	4	4
Funcionalidad	13	4	5	4
Calificación final ponderada	100	3.83	4.83	4.5

A través de la calificación detallada en la Tabla 13, se resalta que la alternativa 2 es la más adecuada para llevar a cabo el proceso de diseño. Esta propuesta de plataforma volteadora de trailers ha obtenido una ponderación final ponderada de 4.83, ya que está dentro de los parámetros de diseño establecidos durante la selección. En consecuencia, se procederá a simular dicha plataforma, la cual está diseñada para elevar cargas de material granular, asegurando que pueda resistir cargas superiores a 90 t, sin comprometer aspectos clave como su estabilidad, durabilidad y otros elementos geométricos fundamentales de la estructura propuesta.

CAPÍTULO III

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA PLATAFORMA VOLTEADORA DE TRAILERS

El diseño de estructuras metálicas sigue diversas pautas y normativas generales que son establecidas por distintas organizaciones de ingeniería. Estas directrices son determinadas por comités designados específicamente para ese propósito.

3.1 Normas que deben cumplir para el proceso de diseño de una plataforma volteadora de trailers

Las especificaciones y normativas son fuentes valiosas que contiene cláusulas relacionadas con cargas a considerar para sus estructuras metálicas. Estas se basan en una investigación exhaustiva, observación científica y experiencias previas.

En nuestro país, la norma (INEN) es la comunidad responsable de establecer las normas que deben seguirse.

3.1.1 Instituto ecuatoriano de normalización (INEN)

Es una modalidad en el ámbito del derecho público con independencia administrativa, financiera y operativa, contando con su propia personalidad jurídica, patrimonio y recursos financieros, conforme a lo establecido en las leyes ecuatorianas y en los tratados internacionales y acuerdos.

El ente gubernamental INEN mediante sus normativas, reglamentos, es una herramienta fundamental para el sector industrial ecuatoriano. Este enfoque directo contribuye a la fabricación de productos y prestación de servicios conforme a elevados estándares de calidad. Este enfoque directo ha influido significativamente en la producción nacional, generando una competitividad que ha elevado la demanda tanto a nivel nacional como internacional.

3.2 Organismos internacionales que dictan normas

Dentro de los organismos internacionales encargados de establecer normativas, se destacan los siguientes entes reguladores.

3.2.1 American society for testing and materials (ASTM)

En el ámbito académico colaboran para desarrollar estándares de consenso voluntario para materiales, productos, sistemas y servicios. Con una membresía que alcanza los 30,000 individuos y organizaciones en todo el mundo, ASTM se desempeña fundamentalmente en la creación de estándares que promueven la calidad y la fiabilidad en diversas industrias.

El papel de la norma mencionada tiene como entidad líder en la creación de estándares técnicos para múltiples industrias es notable. Fundada en 1898, ha consolidado su posición como una referencia global para la normalización de materiales, productos, sistemas y servicios. Su enfoque multidisciplinario y el proceso de desarrollo de estándares, que se basa en el consenso de expertos de diversas áreas, la han posicionado como una autoridad confiable en la garantía de calidad, seguridad y rendimiento a nivel internacional.

Los estándares de la ASTM abarcan una amplia gama de campos, desde la construcción y la ingeniería civil hasta la medicina, la industria química y la tecnología de materiales. Se desarrollan mediante un proceso riguroso que incluye revisión, discusión y aprobación por comités técnicos formados por profesionales con experiencia y conocimientos especializados. Esta metodología garantiza la relevancia, precisión y aplicabilidad de los estándares, proporcionando un marco confiable para la investigación y la conformidad en la producción industrial.

La amplia aceptación de los estándares ASTM en la comunidad científica e industrial demuestra su significativo impacto en la estandarización y la calidad a nivel mundial. Su contribución en la promoción de la excelencia técnica y la uniformidad en la evaluación de productos y materiales ha generado confianza y credibilidad en el ámbito científico, impulsando la innovación y la mejora continua en diversas disciplinas científicas y tecnológicas.

3.2.2 American institute of steel construction (AISC)

Es una certificación a nivel empresarial destinada a la fabricación y construcción de acero estructural. Este programa de certificación está diseñado específicamente para empresas involucradas en la creación de estructuras del respectivo material, incluyendo edificios, puentes, así como componentes utilizados en puentes y carreteras.

La norma (AISC) es una organización líder en América del Norte, dedicada a promover y desarrollar estándares para la industria del acero. Desde su fundación en 1921, esta entidad sin fines de lucro se ha destacado como la principal autoridad en el diseño, fabricación y construcción de estructuras de acero.

Los estándares y especificaciones del AISC son producto de un proceso integral que involucra la colaboración de ingenieros, fabricantes, contratistas y académicos especializados en el campo del acero estructural. Estos estándares se actualizan regularmente para reflejar avances tecnológicos y las mejores prácticas en ingeniería, garantizando que las estructuras de acero cumplan con altos estándares de rendimiento y seguridad.

La influencia del AISC se extiende ampliamente en la industria, proporcionando orientación técnica y recursos esenciales que respaldan la innovación y la excelencia en el diseño y la construcción de estructuras de acero. La adopción de las normativas y guías del AISC ha sido fundamental para establecer estándares de calidad y seguridad en la industria del acero, evidenciándose en la confiabilidad estructural de una variedad de construcciones. Esto contribuye a la resistencia, durabilidad y eficiencia de las infraestructuras modernas.

El AISC sigue desempeñando un puesto importante en la evolución y mejora continua de la industria del acero, apoyando la investigación científica y técnica para impulsar el desarrollo de estructuras más seguras, sostenibles y eficientes.

3.2.3 Euro codes estructurales

El Eurocódigo, una pieza fundamental en la ingeniería estructural europea engloba una serie de normativas conocidas como Eurocódigos Estructurales. Estos códigos, impulsados por el Comité Europeo de Normalización (CEN), ofrecen directrices técnicas y criterios de diseño para una amplia gama de estructuras y materiales de construcción. En particular, el Eurocódigo 3 (EN 1993) se centra en el diseño de estructuras de acero, proporcionando directrices detalladas para la planificación, cálculo y verificación de elementos como vigas, columnas y conexiones, asegurando su resistencia, estabilidad y durabilidad.

Dentro del Eurocódigo 3, la sección dedicada a las vigas establece metodologías rigurosas para el diseño óptimo y seguro de estas estructuras. Considera factores como cargas aplicadas, propiedades del material, condiciones de borde y restricciones geométricas, garantizando así que

las vigas cumplan con estándares de rendimiento y seguridad. Esta normativa es esencial para ingenieros y diseñadores, ya que proporciona una base técnica sólida que asegura la integridad estructural y la eficiencia en la construcción de edificaciones y otras infraestructuras.

La aplicación de la norma Eurocódigo para vigas no solo asegura la seguridad de las estructuras, sino que también promueve la estandarización de criterios en la ingeniería estructural en Europa. Esta normativa ha ganado reconocimiento internacional debido a su enfoque integral y actualizado.

3.3 Generalidades trailers

3.3.1 Tabla nacional de pesos y dimensiones (SENAE)

La Tabla 14 indica pesos y medidas donde se proporciona información detallada sobre v motorizados, semirremolques y remolques, incluyendo sus posibles combinaciones, así como los pesos y medidas máximas permitidos. Esta información se presenta de acuerdo con los siguientes criterios:

Tabla 14. Criterios de vehículos pesados [28].

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
Tipo	Nomenclatura descriptiva para cada vehículo.
Distribución máxima de carga por eje	Describe el peso máximo permitido de ejes para la circulación en la Red Vial del País.
Descripción	Reconstrucción de vehículos de carga según su número de ejes.
Peso máximo permitido	Peso bruto autorizado por tipo de vehículo.
Longitudes máximas permitidas:	Dimensiones permitidas para la circulación en la Red Vial del País en términos de longitud, ancho y altura. En situaciones donde las cargas no divisibles superen la altura máxima establecida, esta variará según las restricciones de la ruta seleccionada por el transportista. Cualquier negligencia o incumplimiento resultará en la responsabilidad del transportista, quien estará obligado a compensar los daños ocasionados.

3.5 Generalidades trailers

3.5.1 Qué es un camión trailer

El camión trailer, también conocido como tractocamión o camión articulado, tiene dos partes primordiales: el tractor, que integra el motor, la cabina del conductor y el equipo de tracción, y el remolque o semirremolque, encargado del transporte de la carga. Este vehículo se caracteriza por su capacidad para movilizar altos volúmenes de cargas a largas distancias a través de carreteras y autopistas, siendo una pieza fundamental en la logística y la movilización de mercancías a nivel global.

Su estructura articulada y su capacidad de enganche entre el tractor y el remolque le confieren una mayor eficiencia y capacidad de carga en comparación con vehículos de menor tamaño. Esta versatilidad ha convertido al camión trailer en un elemento clave para el transporte de diversos tipos de productos, desde bienes manufacturados hasta cargamentos a granel, desempeñando un rol esencial en la cadena de suministro y la distribución de mercancías a nivel industrial.

3.6. Camión trailer medidas

3.6.1 Ancho

Las dimensiones estándar de los trailers son reguladas por normativas específicas en cuanto a su ancho y altura. Por lo general, el ancho permitido para la mayoría de los trailers es de 2.55 m, aunque existen casos excepcionales, como en los camiones frigoríficos, donde este ancho puede extenderse hasta los 2.60 m. Esta variación obedece a la necesidad de contar con paredes más gruesas (al menos 45 mm) para cumplir con las exigencias funcionales de este tipo de vehículos.

3.6.2 Alto

En lo que respecta a la altura, la medida determinada y permitida para los trailers es de 4 m, sin importar la naturaleza de la carga transportada. Sin embargo, si se requiere superar esta altura estándar, se necesitarán permisos especiales para circular, dado que excede los límites reglamentarios.

3.7 Medidas de camión trailers según el tipo de camión

Las medidas estándar de altura y ancho se mantienen uniformes para todos los trailers, pero en términos de longitud, se establecen distinciones entre dos tipos principales: los camiones articulados y los rígidos.

En el caso de los camiones articulados, la longitud autorizada para los trailers con semirremolque se estipula en 16.50 m. Estas dimensiones se calculan considerando que desde la quinta rueda del enganche llegando hasta el extremo posterior se contabilizan 12 m, y desde esa misma pieza hasta la parte delantera se asignan 2.04 m.

En contraposición, los camiones clasificados como rígidos tienen una longitud máxima permitida de 12 m, lo que representa una diferencia sustancial con respecto a los camiones articulados y su capacidad de extensión.

3.8 Dimensiones de un trailer camión furgón

Se detalla las dimensiones y la capacidad de trailer de caja. En la figura 14 se indica las medidas y capacidades que pueden variar dependiendo del año de fabricación y producción.



Figura 14. Dimensiones de camión estándar, [29].

En el anexo 10 se muestran dimensiones y capacidad de un camión trailer.

3.9 Cilindros telescópicos

Los cilindros hidráulicos telescópicos representan una innovación clave en la ingeniería hidráulica debido a su capacidad para ajustar su longitud y fuerza de empuje mediante secciones deslizables, siendo esenciales en múltiples aplicaciones industriales y móviles. Su diseño telescópico permite

ocupar menos espacio cuando están retraídos, lo cual es ventajoso en áreas con restricciones espaciales, mientras que pueden expandirse considerablemente para generar fuerzas notables en aplicaciones de alto rendimiento.

En la industria de la construcción, estos cilindros son elementos vitales en equipos como grúas y plataformas elevadoras, brindando una combinación única de potencia y versatilidad. Su capacidad para ajustar su longitud según las necesidades específicas garantiza la seguridad y eficiencia en estos entornos. Asimismo, en maquinaria agrícola y vehículos de carga, son imprescindibles para manipular cargas pesadas y facilitar operaciones de carga y descarga.

La versatilidad y adaptabilidad de los cilindros hidráulicos telescópicos los posicionan como componentes esenciales en la ingeniería moderna. Su uso extendido en diversos sectores industriales demuestra su eficiencia en la manipulación de cargas, el control de movimiento y la optimización del rendimiento en diversas aplicaciones.

3.10 Principio de funcionamiento

El proceso de extensión hidráulica telescópica inicia cuando el aceite a presión fluye desde la cavidad sin vástago. En esta secuencia, el cilindro con la mayor área efectiva del pistón se despliega en primer lugar, seguido por el cilindro con la segunda área efectiva más grande. Esta progresión, de mayor a menor área efectiva, permite alcanzar una carrera de trabajo más extensa. A medida que el área efectiva del cilindro de extensión disminuye, la velocidad de extensión se incrementa.

Este cambio en la velocidad de extensión genera variaciones proporcionales en el empuje hidráulico, que va de grande a pequeño. Esta dinámica se adapta a los requisitos de diversas maquinarias automáticas de carga y descarga. Por otro lado, el proceso de retracción suele seguir un orden inverso, de menor a mayor área efectiva, lo que resulta en una retracción con una longitud axial más corta. Esto permite ocupar menos espacio y tener una estructura más compacta durante la retracción.

Estos principios son aplicables en sistemas hidráulicos de maquinaria de construcción y otras maquinarias móviles, como grúas y camiones volquete. Durante una carga constante, los cilindros de diferentes niveles del cilindro hidráulico telescópico se extienden gradualmente, incrementando la presión de trabajo. En la fase operativa, el cilindro hidráulico de la primera etapa se extiende

primero, seguido por el de la última etapa. Durante la retracción, el cilindro hidráulico de la última etapa se retrae primero, siendo el cilindro hidráulico de la primera etapa el último en retraerse.

3.11 Método para elegir un cilindro telescópico

La elección de un cilindro telescópico adecuado implica considerar varios factores fundamentales, como la aplicación específica, capacidad de carga, longitud de carrera, presión de trabajo, tipo de montaje y el fluido hidráulico utilizado. A continuación, se detallan algunos consejos generales para seleccionar el cilindro telescópico idóneo:

- Identificar la Aplicación: Es crucial determinar la aplicación específica para la que se requiere el cilindro telescópico. Esto definirá la capacidad de carga necesaria y la longitud de carrera requerida.
- Capacidad de Carga: Debe ser adecuada para manejar la carga máxima prevista que se levantará o manipulará.
- Longitud de Carrera: Es esencial que la longitud de carrera del cilindro telescópico permita una descarga completa de la carga.
- Presión de Trabajo: La presión de trabajo del cilindro telescópico debe ser coherente con el sistema hidráulico en el que se integrará.
- Tipo de Montaje: La modalidad de montaje del cilindro telescópico debe ser compatible tanto con la aplicación como con el equipo en el que será utilizado.
- Fluido Hidráulico: El tipo de fluido hidráulico empleado en el sistema debe ser compatible con las especificaciones del cilindro telescópico seleccionado.

En la figura 15 se muestra el método gráfico de selección de cilindros telescópicos.

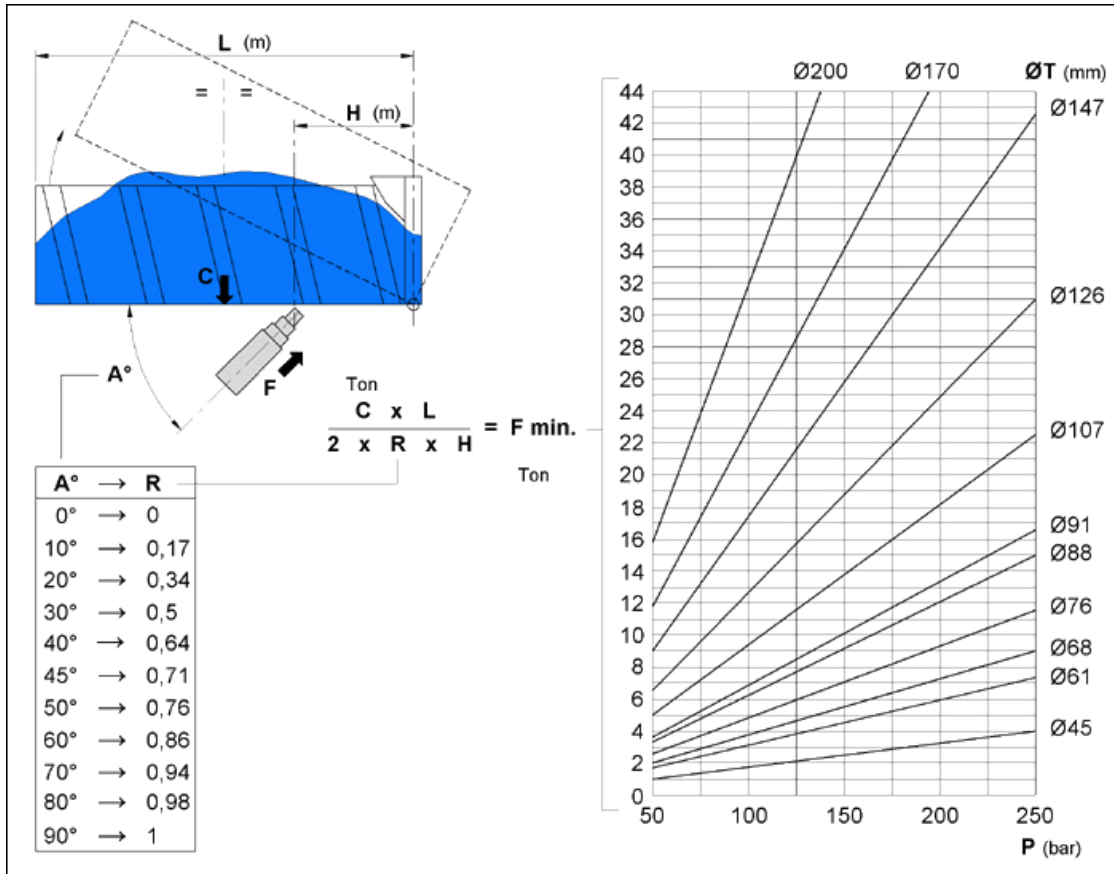


Figura 15. Método gráfico de selección de cilindros telescópicos, [30].

El propósito habitual de un cilindro telescópico es elevar un volquete basculante para verter consecutivamente su carga durante su recorrido, manteniendo estrictos estándares de seguridad y uso.

Especificaciones técnicas:

- Presión de prueba: 300 bar
- Velocidad máxima: 0,2 m/s
- Rango de temperatura: Desde -30°C hasta $+90^\circ\text{C}$
- Presión máxima de operación: 200 bar

3.12 Aceros A-50

Los aceros clasificados como grado 50 son materiales estructurales sin aleación, con un nivel moderado de carbono. Estos se emplean en la manufactura de elementos sometidos a fricción, tales como muelles, ejes, acciones y componentes de embragues. Estos aceros estructurales de carbono de alta calidad se utilizan especialmente en la producción de perfiles estructurales y productos

largos o laminados. Cabe recalcar que al momento de realizar el proceso de soldadura se debe considerar usar soldadura por puntos o por arco eléctrico ya que con otras formas de soldar se complicaría el acabado de la estructura. En las tablas 18 y 19 se muestra la composición química y propiedades mecánicas.

En el anexo 10 se muestra la composición química y propiedades mecánicas. [31]

3.13 Acero A-36 y A-50

A pesar de que el A50 está establecida por la ASTM tiene diferencia con el acero A36 por su resistencia última tensión, en A-36 significa 36000 lb/plg^2 y en A-50 significa 50000 lb/plg^2 .

3.13.1 Esfuerzos y deflexión máxima

Ambos aceros A-36 y A-50 dependerán de la carga aplicada a la viga. En el caso del esfuerzo se necesita saber el área transversal. En el caso de la deflexión es indispensable saber el módulo de elasticidad o también su inercia, ambos valores esta estandarizados por tablas proporcionadas por manuales de ingeniería. Las especificaciones del fabricante o las normas locales generalmente especifican las características específicas del acero, como límites de fluencia, resistencia a la tracción y otros parámetros.

Los esfuerzos permisibles para varios tipos de acero pueden estar establecidos en los códigos de construcción locales. Además, estos códigos pueden especificar las deflexiones máximas permitidas para las diversas aplicaciones.

3.14 Perfiles generados por soldadura y usados con aceros A36 y A50

Estos son componentes que se ensamblan en estructuras que generalmente tienen forma rectangular. La soldadura forma la composición de las barras y otros componentes. Una ventaja de este tipo de perfil es que cumple con los principios de diseño según el análisis estructural realizado. En la figura 16 se muestra la conformación de los perfiles principales de la plataforma.

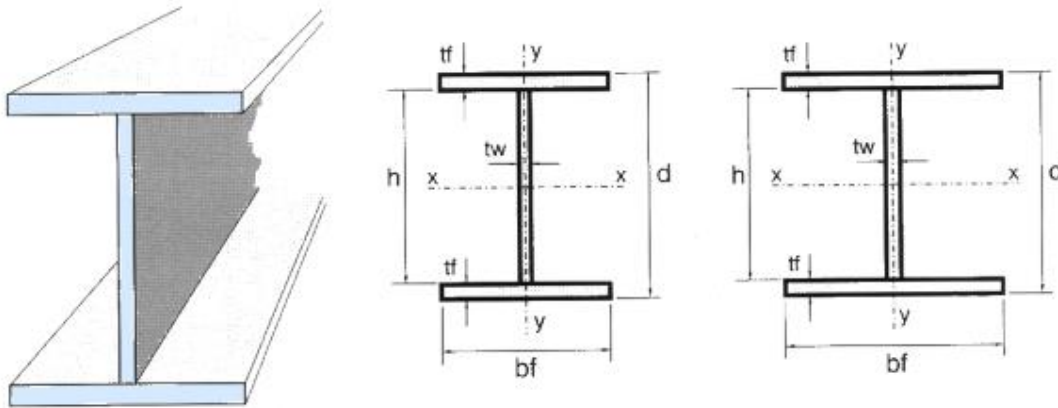


Figura 16. Conformación de los perfiles principales de la plataforma, [32].

3.16 Cálculos del diseño estructural

3.16.1 Cálculo de Esfuerzos en la viga principal.

Para el diseño de la plataforma se usará acero A-50, cuyo esfuerzo de fluencia es $F_y = 50ksi$.

El esfuerzo admisible a flexión es:

$$F_b = 0.6(F_y) \quad (2)$$

$$F_b = 0.6(50ksi) \quad (3)$$

$$F_b = 30ksi = 2112.67 \frac{kg}{cm^2}$$

El esfuerzo a flexión se calcula con la siguiente:

$$f_b = \frac{M_x}{S_x} \quad (4)$$

El momento máximo que experimenta la viga principal es 10911992,5 kg-cm, valor tomado del programa SAP2000 en la posición de la plataforma a cero grados.

$$f_b = \frac{10911992,5 \text{ kg.cm}}{16412,61 \text{ cm}^3}$$

$$f_b = 664,85 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \leq 2112,67 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

3.16.2 Cálculo de esfuerzos en la viga transversal.

El momento máximo que experimenta la viga principal es 444202,05 kg.cm, valor tomado del programa SAP2000 en la posición de la plataforma a cero grados.

$$f_b = \frac{444202,05 \text{ kg.cm}}{557 \text{ cm}^3}$$

$$f_b = 797,49 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \leq 2112,67 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

3.17 Análisis de resultados de la plataforma de volteo en su posición más crítica (0°)

En la figura 17 presenta el diagrama de la plataforma en la posición a 0°, la misma que se apoya en las articulaciones y en los dos cilindros hidráulicos.

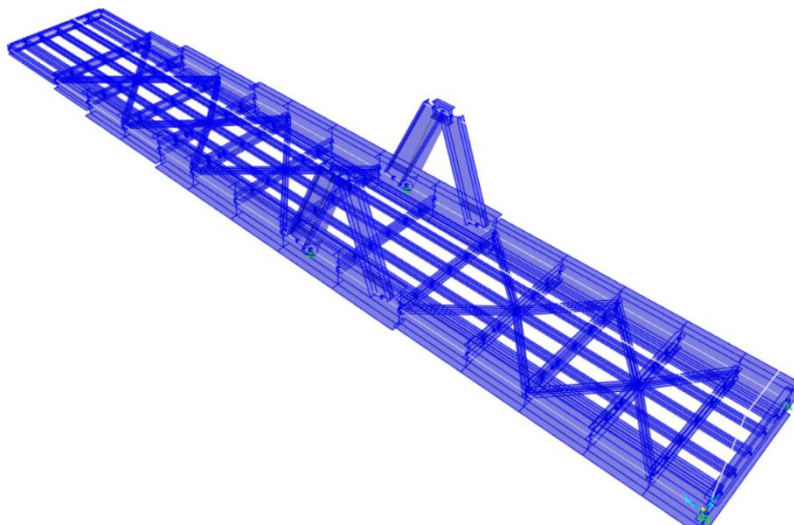


Figura 17. Modelo de plataforma volteadora de camiones

3.17.1 Selección de perfiles

En el ámbito del diseño estructural, la elección de perfiles se concentra en la selección de secciones transversales apropiadas para los elementos estructurales, tales como vigas o columnas. Esta decisión implica optar por el tipo y dimensiones de perfiles estructurales, como vigas o columnas de acero, que satisfagan las demandas de carga y resistencia del proyecto.

3.17.2 Esfuerzos en la plataforma a cero grados apoyada el punto más crítico

En la figura 18, se puede apreciar los valores de los esfuerzos máximos y mínimos de la plataforma volteadora. La cual tiene un esfuerzo permisible establecido en 2112 kg/cm^2 . Al realizar la simulación en el software SAP2000, se obtuvo un esfuerzo máximo de 664 kg/cm^2 en la viga principal IPE reforzada a 9 m de la articulación fija donde se encuentra los soportes de los cilindros telescópicos, por otro lado, se tiene el punto máximo de esfuerzo que es de 840 kg/cm^2 el cual está por debajo del permisible. Esto indica que la plataforma no solo cumple con las especificaciones de diseño, sino que también se mantiene en los límites de seguridad establecidos.

La simulación respalda la integridad estructural de la plataforma volteadora, confirmando que cumple con los estándares de seguridad y diseño establecidos.

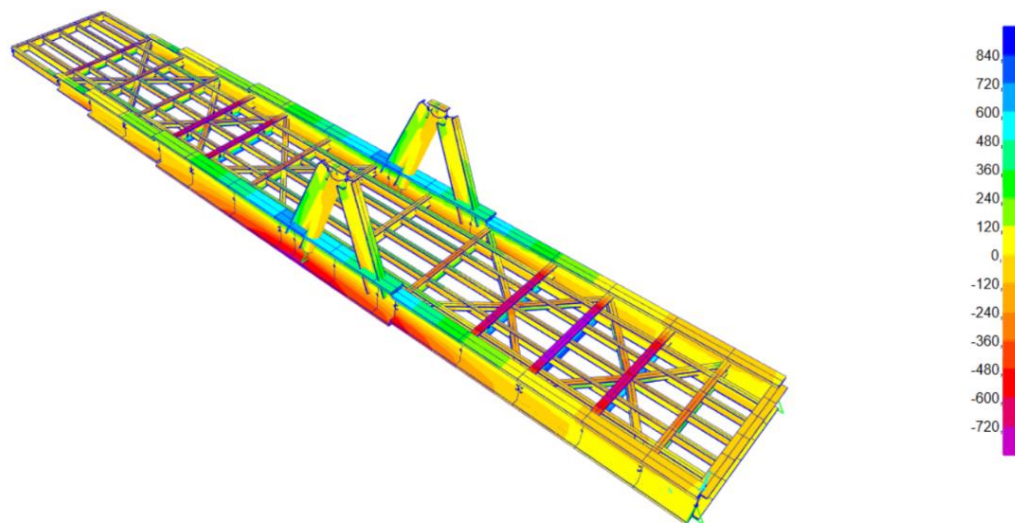


Figura 18. Análisis gráfico de esfuerzos máximos y mínimos Kg/cm^2 .

3.17.3 Análisis de deflexiones

En la figura 19 se muestra la deflexión máxima, el valor máximo de deformación es 4.8 cm. Este valor se encuentra por debajo de la deflexión permisible.

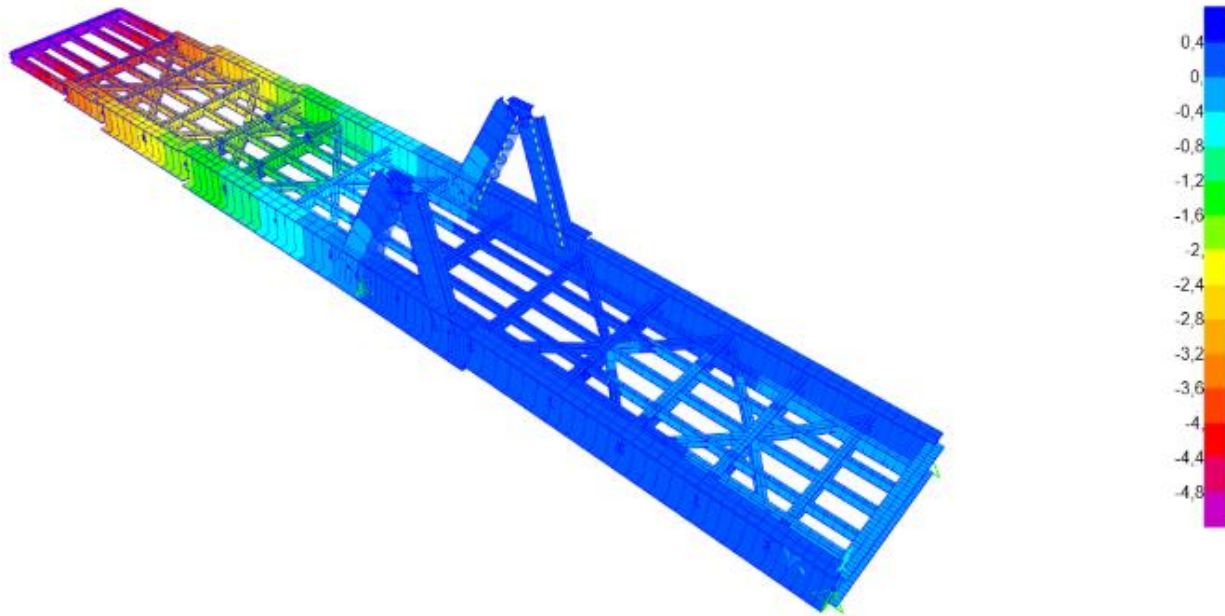


Figura 19. Deflexión obtenida mediante la simulación

La deflexión permisible en la estructura de la plataforma según recomendaciones del AISC es:

$$[\Delta] = \frac{L}{400} \quad (5)$$

$$[\Delta] = \frac{20000 \text{ mm}}{400}$$

$$[\Delta] = 50 \text{ mm} = 5,00 \text{ cm}$$

$$4.8 \text{ cm} < 5 \text{ cm}$$

$$\Delta < [\Delta] \therefore \text{Ok}$$

3.17.4 Reacciones:

Los siguientes valores representan las reacciones o fuerzas extraídas del software SAP2000. Estas magnitudes son directamente proporcionales a las cargas totales a las cuales están sometidas la

plataforma. Es esencial analizar detenidamente estos resultados, ya que las reacciones son indicadores clave de cómo la estructura responde a las diferentes fuerzas aplicadas.

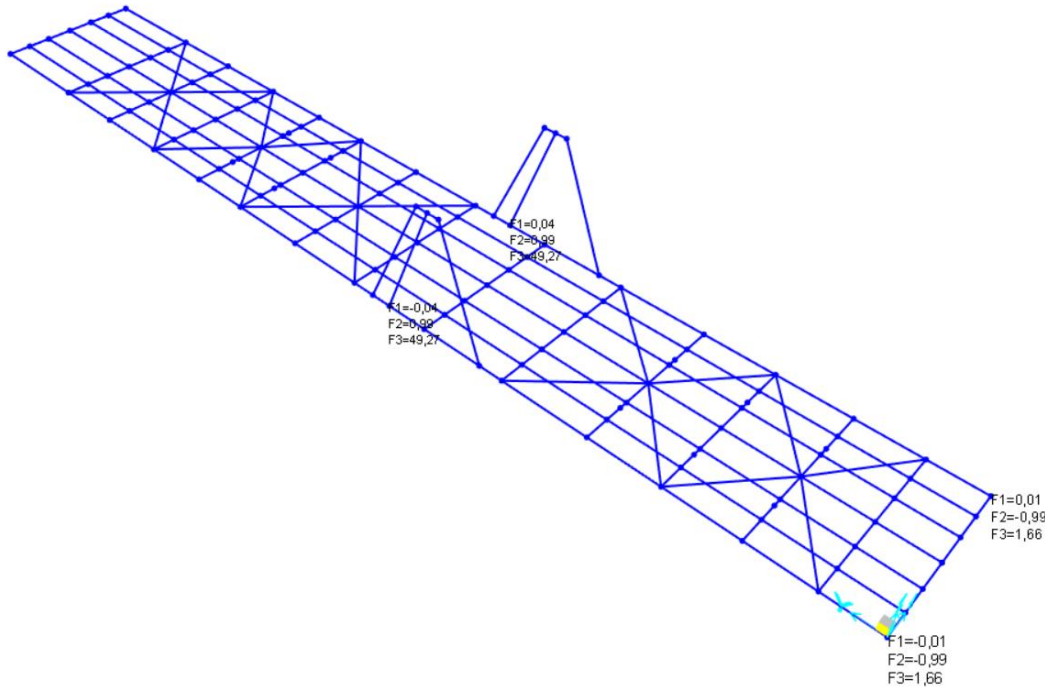


Figura 20. Resultado de las reacciones en la posición 0° en Toneladas

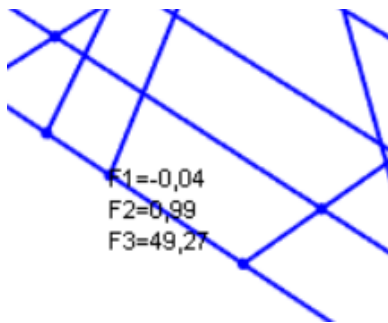


Figura 20.1. Reacciones en el cilindro

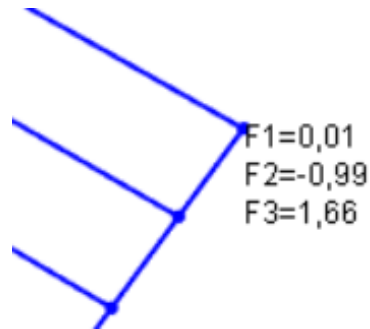


Figura 20.2. Reacciones en el cilindro

En la figura 20 se indican las reacciones en la posición 0° en donde la resultante F es igual a 49.28 t, representa la carga axial máxima la cual es la más crítica para la selección del cilindro telescópico.

Para la selección del cilindro telescópico se toma el modelo FE 191-5-7130 que tiene una capacidad de carga de 544 KN, siendo equivalente a 55.45 t como se aprecia en la Tabla 15.

Tabla 15. Medidas estandarizadas del cilindro telescópico [mm], [33].

MODEL	PRESSUR	MAX.THTUS													
	E [bar]	T (KN)	B1	C	I	J	K	M	R	L	T	U	V	Y	Z
FE 191-5-			24	21	7	11	171	10	5	16	1°SA	6	6	5	4
7130	190	544.1	5	5	0	6	7	0	2	0	E	0	5	0	2

De igual manera en la figura 20 se indican las reacciones en la articulación que trabaja como bisagra en la obra civil, la cual tiene una fuerza resultante de 1.93 t, el valor obtenido no es considerado como crítico para el diseño.

3.18 Análisis de resultados de una plataforma de volteo asentada en la obra civil

3.18.1 Esfuerzos en la plataforma a cero grados apoyada en la obra civil.

La evaluación de los esfuerzos máximos y mínimos en una plataforma de volteo situada en un proyecto de construcción requiere la contemplación de una obra civil. Esta obra civil está asociada con las reacciones que la plataforma experimenta cuando está apoyada y sin movimiento, el modelo en esta condición se indica en la figura 21.

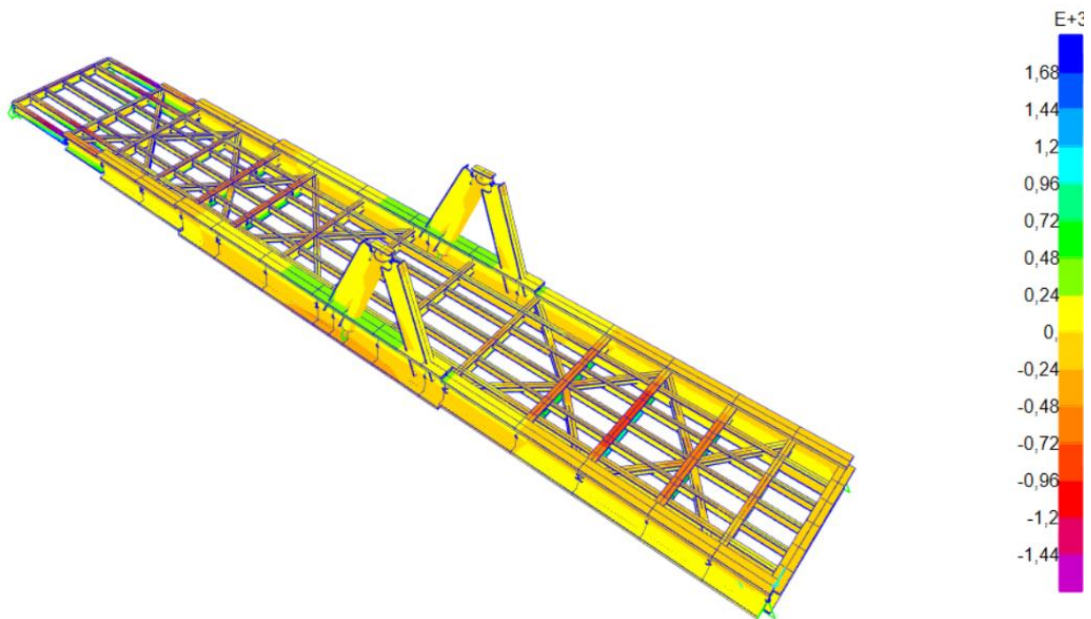


Figura 21. Análisis gráfico de esfuerzos máximos y mínimos de la plataforma asentada en la obra civil

3.18.2 Reacciones

Los valores mostrados en la figura 22 indican las reacciones obtenidas del programa SAP2000. Estas magnitudes guardan una relación directa con las cargas totales a las que la plataforma está sometida. Es crucial realizar un análisis detallado de estos resultados, ya que las reacciones sirven para diseñar la cimentación donde se apoyará la plataforma.

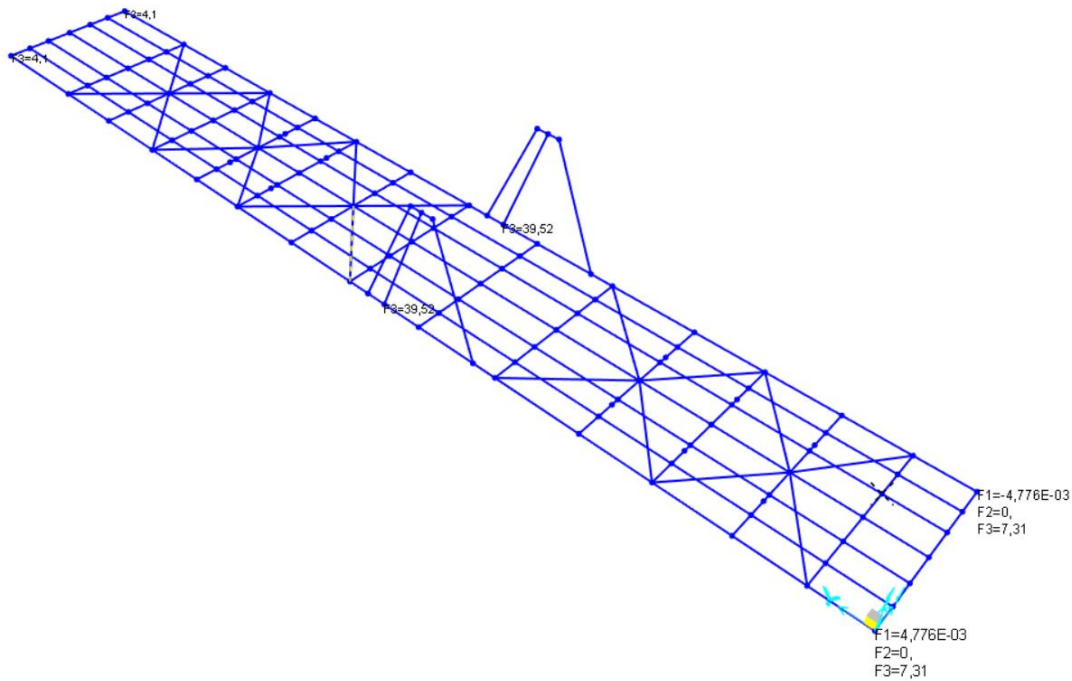


Figura 22. Reacciones obtenidas en la plataforma asentada en la obra civil

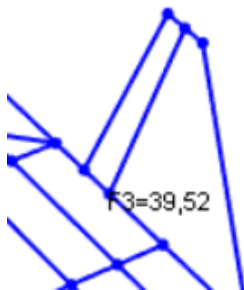


Figura 22.1. Reacciones en la obra civil cilindro



Figura 22.2. Reacciones en la obra civil en el extremo

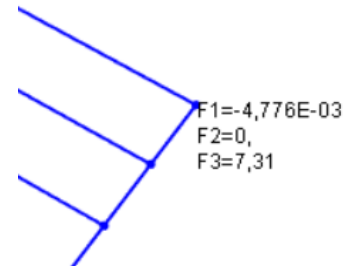


Figura 22.3. Reacciones en la obra civil en los apoyos

En la figura 22 se indican las reacciones en la posición 0° asentada en la obra civil en donde la resultante F es igual a 39.52 t, representa la carga axial máxima para el cilindro telescópico.

De igual manera en la figura 22 se indican las reacciones en la articulación que trabaja como bisagra en la obra civil, la cual tiene una fuerza resultante de 7.33 t, el valor obtenido no es considerado como crítico para el diseño.

3.19 Análisis de resultados de una plataforma de volteo en la posición (45°)

3.19.1 Análisis de esfuerzos

La representación en la figura 23 exhibe los desempeños más altos y bajos experimentados por la plataforma de volteo. La comparación entre el límite de esfuerzo permitido, fijado en 2112 kg/cm², y el valor máximo derivado de la simulación en SAP2000, que registró 192 kg/cm² demuestra que la plataforma no solo cumple con las especificaciones de diseño, sino que también se mantiene dentro de los parámetros de seguridad establecidos.

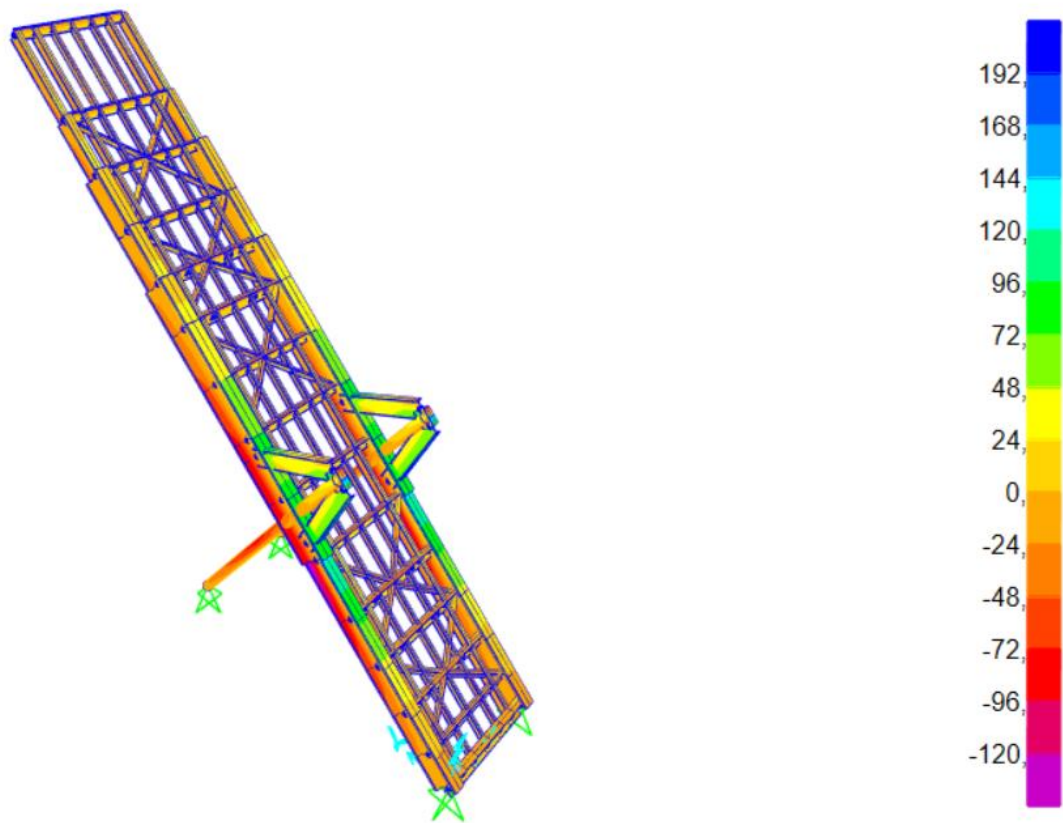


Figura 23. Diagrama de esfuerzos máximos y mínimos a 45° [Kg/cm²]

3.19.2 Deflexión

En la representación de la figura 24 la deflexión máxima se presenta el valor máximo de deformación, registrado en 60 e-3 cm. Es reconfortante notar que este valor está por debajo de la deflexión permisible fijada en 5 cm. Esta observación sugiere que la plataforma está desempeñándose de manera efectiva y dentro de los límites aceptables de deformación.

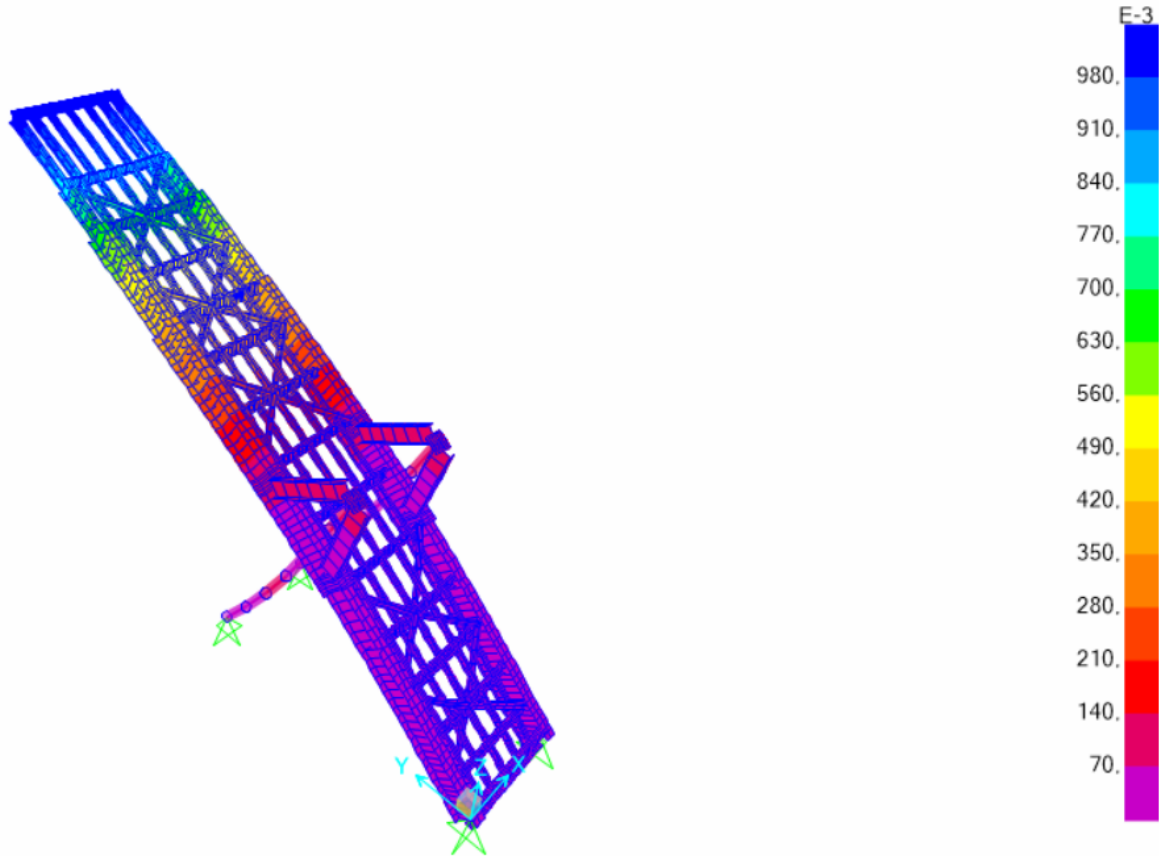


Figura 24. Diagrama de deflexión en una plataforma a 45° de inclinación en [cm]

$$[\Delta] = 5,00 \text{ cm}$$

$$0.98 \text{ cm} < 5 \text{ cm}$$

$$\Delta < [\Delta] \therefore \text{Ok}$$

3.19.3 Reacciones

Los valores de la figura 25 ilustran las reacciones o fuerzas obtenidas del programa SAP2000. Estas magnitudes guardan una relación directa con las cargas totales a las que la plataforma está sometida. Es crucial realizar un análisis detallado de estos resultados, ya que las reacciones sirven como indicadores fundamentales de la respuesta estructural ante las diversas fuerzas aplicadas.

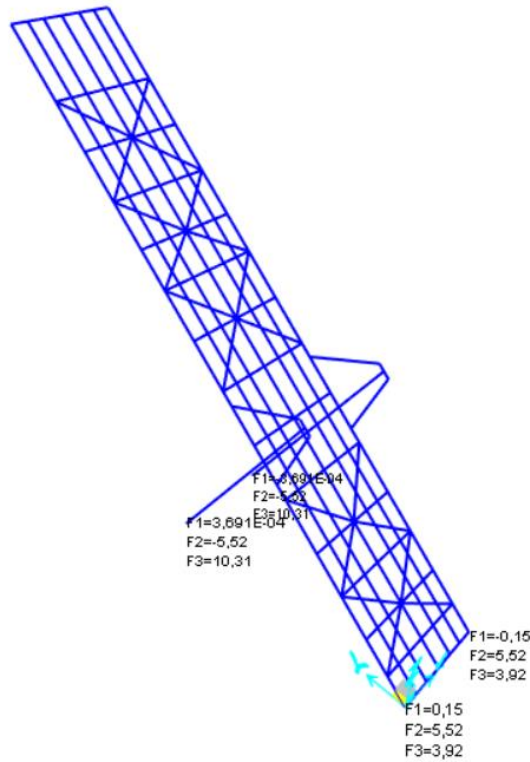


Figura 25. Reacciones resultantes al someter la plataforma a 45°



Figura 25.1 Reacciones en el cilindro

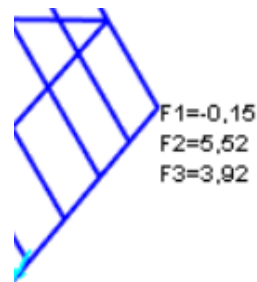


Figura 25.2 Reacciones en los apoyos

En la figura 25 se indican las reacciones en la posición a 45° en donde la resultante F es igual a 11.70 t, representa la carga axial máxima para el cilindro telescópico.

De igual manera en la figura 16 se indican las reacciones en la articulación que trabaja como bisagra en la obra civil, la cual tiene una fuerza resultante de 6.77 t, el valor obtenido no es considerado como crítico para el diseño.

3.20 Diseño de las placas para soporte de la articulación del cilindro

Para el diseño de los apoyos articulados del cilindro se tiene que considerar los valores máximos de las reacciones que se obtengan de los modelos, para el análisis de la fuerza cortante máxima se tiene en la posición a 0° , cuando recién comienza a levantarse la plataforma, teniendo un valor de 49.28 t valor redondeado es 50 t, para cortante doble se tiene un valor dividido para dos, por tanto, la carga cortante de diseño es:

$$V = 25 t \quad (6)$$

El material para considerar en el pasador es acero de transmisión, cuyo esfuerzo de fluencia F_y es 58 KSI, transformado al sistema internacional se tiene $F_y = 4085 \frac{kg}{cm^2}$

$$F_v = 0.4 (F_y) \quad (7)$$

$$F_v = 0.4 (4085) = 1633.8 \frac{kg}{cm^2}$$

El esfuerzo al corte se calcula con la siguiente ecuación:

$$fv = \frac{V}{A} \quad (8)$$

Igualado con el esfuerzo a admisible al corte se tiene:

$$fv = F_v \quad (9)$$

Despejando el área se tiene:

$$A = \frac{V}{F_v} \quad (10)$$

$$A = \frac{25000 \text{ kg}}{1633.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 15.30 \text{ cm}^2$$

El diametro se calcula de la siguiente manera:

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad (11)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * 15.30 \text{ cm}^2}{\pi}} = 4.41 \text{ cm}$$

$$4.41 \text{ cm} \approx 5 \text{ cm}$$

El diámetro del pasador redondeando a uno de mercado sería 5 cm, en acero de transmisión.

Para el cálculo de las placas de apoyo del pasador que conforman la bisagra se diseñará por aplastamiento, para lo cual se utilizará acero A-50 donde el 50 ksi.

Cálculo del área de aplastamiento:

$$A = d * t \quad (12)$$

$$A = 5 * t$$

Esfuerzo de aplastamiento f_a

$$f_a = \frac{P}{A} = \frac{50000 \text{ kg}}{5 \text{ t}} = F_a \quad (13)$$

$$F_t = 0.6 F_y \quad (14)$$

$$F_y = 50 \text{ ksi} \rightarrow F_y = \frac{50000 \text{ ksi}}{14.2} = 3521.13 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$F_a = 0.6 \left(3521.13 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$F_a = 2112.67 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Para la placa central el valor de V es 50 t

$$A = \frac{V}{Fa} = \frac{50000 \text{ Kg}}{2112.67 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$A = 23.67 \text{ cm}^2$$

Donde el área de aplastamiento es $A = D * t$, despejando t se tiene:

$$t = \frac{A}{D} \quad (15)$$

$$t = \frac{23.67 \text{ cm}^2}{5 \text{ cm}} = 4.73 \text{ cm}$$

El espesor de la placa central es 5 cm y el espesor para las dos placas laterales será 2.5 cm.

3.21 Diseño de articulación para la bisagra

Para el diseño de los apoyos en la bisagra se tiene que considerar los valores máximos de las reacciones que se obtengan de los modelos, para el estudio de la fuerza cortante máxima se tiene en la posición a 45° , teniendo un valor de 6.77 t, para cortante doble se tiene un valor dividido para dos, por tanto, la carga cortante de diseño es:

$$V = 3.39 \text{ ton}$$

El material para considerar en el pasador es acero de transmisión, cuyo esfuerzo de fluencia F_y es 58 KSI, transformado al sistema internacional se tiene $F_y = 4085 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

$$Fv = 0.4 (Fy) \quad (15)$$

$$Fv = 0.4 (4085) = 1633.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

El esfuerzo al corte se calcula con la siguiente ecuación:

$$fv = \frac{V}{A} \quad (16)$$

Igualado con el esfuerzo a admisible al corte se tiene:

$$fv = Fv$$

Despejando el área se tiene:

$$A = \frac{V}{Fv} \quad (17)$$

$$A = \frac{3385kg}{1633.8 \frac{kg}{cm^2}} = 2.07 \text{ cm}^2$$

El diametro se calcula de la siguiente manera:

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad (18)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * 2.07 \text{ cm}^2}{\pi}} = 1.62 \text{ cm}$$

$$1.62 \text{ cm} \approx 2.5 \text{ cm}$$

El diámetro del pasador redondeando a uno de mercado sería 2.5 cm, en acero de transmisión.

Para el cálculo de las placas de apoyo del pasador que conforman la bisagra se diseñará por aplastamiento, para lo cual se utilizará acero A-50 donde el 50 KSI

Cálculo del área de aplastamiento: }

$$A = d * t \quad (19)$$

$$A = 2.5 \text{ cm} * t$$

Esfuerzo de aplastamiento f_a

$$f_a = \frac{P}{A} = \frac{6770kg}{2.5 \text{ t}} = F_a \quad (20)$$

$$Ft = 0.6 Fy \quad (21)$$

$$Fy = 50 \text{ ksi} \rightarrow Fy = \frac{50000 \text{ KSI}}{14.2} = 3521.13 \frac{kg}{cm^2}$$

$$F_a = 0.6 \left(3521.13 \frac{kg}{cm^2} \right)$$

$$F_a = 2112.67 \frac{kg}{cm^2}$$

Para la placa central el valor de V es 50 t

$$A = \frac{V}{Fa} \quad (22)$$

$$A = \frac{6770 \text{ Kg}}{2112.67 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$A = 3.20 \text{ cm}^2$$

Donde el área de aplastamiento es $A = D * t$, despejando t se tiene:

$$t = \frac{A}{D} \quad (23)$$

$$t = \frac{3.20 \text{ cm}^2}{2.5 \text{ cm}} = 1.28 \text{ cm}$$

El espesor de la placa central es 1.5 cm y el espesor para las dos placas laterales será 1.2 cm.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS ECONÓMICO DEL DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA PLATAFORMA VOLTEADORA DE TRAILERS.

4.1 Análisis económico de la plataforma

Una vez completado el diseño de la plataforma con cálculos y simulaciones, el siguiente paso crucial es llevar a cabo un análisis económico. Este análisis financiero proporcionará información clave para solucionar la viabilidad y rentabilidad de la inversión en la plataforma de volteo. Un análisis económico bien elaborado proporcionará la mejor toma de decisiones informadas sobre su adquisición y operación.

4.2 Materiales de diseño

Con base en el diseño propuesto, se identifican los elementos necesarios, entre los cuales se incluyen las vigas IPE. La tabla 16 presenta la cantidad y los costos asociados de los materiales.

Tabla 16. Lista de materiales con el costo por kilo

Descripción	Acero	Cantidad	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso unit/ m (kg)	Peso total (kg)	Costo (USD)
IPE 160	A-50	3	20	60	15.8	948.00	1270.32
IPE 240	A-50	2	20	40	30.7	1228.00	1645.52
IPE 240	A-50	2	2.3	4.6	30.7	141.22	189.23
IPE 240	A-50	9	3	27	30.7	828.90	1110.73
IPE 300	A-50	5	3	15	42.2	633.00	848.22
IPE 360	A-50	2	0.5	1	57.1	57.10	76.51
IPE 450	A-50	4	2.5	10	77.7	777.00	1041.18
IPE 450	A-50	2	1.47	2.94	77.7	228.44	306.11
IPE 550	A-50	1	3	3	106	318.00	426.12
I 700 P	A-50	2	2.87	5.74	353.25	2027.66	2717.06
I 700 P	A-50	2	6.05	12.1	353.25	4274.33	5727.60
I 880 P	A-50	2	7.32	14.64	458.44	6711.56	8993.49

Piso Antideslizante 6 mm	A-36	21			135,6	2847,60	3815.78
HE 120B	A-50	10	4,2	42	26,7	1121,4	1502.67
					Total	22142.20	29670.55

4.3 Insumos de diseño

En el diseño se incluyen materiales cruciales que se consideran como insumos esenciales. La tabla 17 detalla cada material, indicando su cantidad y costos en dólares (USD).

Tabla 17. Listado de elemento para complementación de la plataforma

INSUMOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
Pasador de acero inoxidable	4	25	100
Cilindro hidráulico telescópico	2	4000	8000
Unidad hidráulica	1	2000	2000
Total			10100

4.4 Costos de fabricación de la plataforma de volteo

La información detallada en este apartado sobre la lista de costos ha sido recopilada en diciembre de 2024, con la colaboración de Gabriela Villacis, quien actúa como representante de IDMACERO que esta sectorizado en el Valle de los Chillos, Pichincha.

4.4.1 Costos de fabricación

En la tabla 18 se indica el costo del corte de cada elemento según las dimensiones requeridas.

Tabla 18. Costos de fabricación de la estructura

PESO DE LA ESTRUCTURA	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
9128,66	1,5	13692.99
Total		13692.99

4.4.2 Fabricación de material reforzado

En la tabla 19 se muestra los costos de fabricación en las vigas prefabricadas (I)

Tabla 19. Material reforzado con costos de fabricación

Material reforzado	Cantidad	Peso total (Kg)	Precio total (USD)
I 700 P	1	6301,98	12603.96
I 800 P	1	6711,56	13423.12
		Total	26027.08

4.4.3 Soldadura de juntas

En la tabla 20 se detalla la soldadura de los elementos.

Tabla 20. Costos de elementos para soldar

Elementos para soldar	Cantidad	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
Soldadura del pasador en base a la pared vertical	4	25	100
Soldadura de vigas	113(aprox)	20	2260
		Total	2360

4.4.4 Preparación de juntas

En la tabla 21 se detalla el esmerilado de las vigas.

Tabla 21. Costos de prelación de juntas

Elementos por esmerilar	Cantidad	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
Vigas y puntos de soldadura	113 (aprox)	10	1130
		Total	1130

4.4.5 Pintura

En la tabla 22 se detalla el costo de pintura de toda la estructura.

Tabla 22. Costos de pintura de la plataforma

Descripción	Cantidad	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
Recubierto con pintura resistente a la corrosión con pulida de superficies.	1	1500	1500
Total			1500

4.5 Costos directos

Los costos directos se refieren a la estructuración finalizada o en procedimiento de acción. En este contexto, al obtener una cotización más precisa de los elementos y costos de producción, se puede aproximar el costo de la plataforma de volteo. En la tabla 23 se muestra los gastos directos.

Tabla 23. Gastos directos de producción

Costos directos	Precio (USD)
Costos de fabricación	13692.99
Soldadura de juntas	2360.00
Prelación de juntas	1130.00
Pintura	1500.00
Fabricación de vigas prefabricadas	26027.08
Sistema hidráulico	10100.00
Materiales	29670.55
Total	84480.62

4.6 Costos indirectos

Los costos indirectos se relacionan con gastos que no participan directamente en la producción de la plataforma de volteo, pero desempeñan un papel crucial en el proceso de concepción y finalización. En la tabla 24 se indican los costos indirectos asociados a la propuesta tecnológica.

Tabla 24. Gastos indirectos de producción

Costos directos	Precio (USD)
Movilización	100.00
Tiempo del diseño general	800.00
Costos varios	100.00
Total	1000.00

4.7 Costo total

Los costos totales se suelen determinar al sumar los costos directos e indirectos relacionados con el diseño. De esta manera, se logra obtener una estimación del costo de producción de la plataforma de volteo para camiones de entre (40-80) t para un centro de acopio. En la tabla 25 se indica el monto total que se destinaría a la producción de la plataforma.

Tabla 25. Gastos totales para la producción

Costos directos	Precio (USD)
Costos directos	84480.62
Costos indirectos	1000.00
Total	85480,62

4.8 Reducción de costos de operación

La reducción de costos de producción se configura como un proceso estratégico destinado a disminuir los gastos vinculados a la acción de descarga de productos granulados. Este enfoque requiere la identificación de eficiencias, la optimización de procesos, la negociación de acuerdos más favorables con proveedores y la adopción de tecnologías más eficientes. En la tabla 26 se presentan los costos actuales y de inversión asociados a la plataforma de volteo.

Tabla 26. Reducción de costos

Costos	Tiempo (horas)	Contingente humano	Precio total de horas de trabajo (USD)
Costo actual en cada descarga	3	5	450.00
Costo con la inversión	0.5	0	150.00
		Ahorro	300.00

4.9 Evaluación de la factibilidad de la propuesta tecnológica.

Para evaluar la viabilidad de la propuesta tecnológica, se puede realizar una comparación entre sus costos de implementación y los asociados a la utilización del diseño preliminar, plataforma empotrada en la obra civil y el trailer volquetero. La Tabla 27 que se presenta a continuación desglosa los costos totales de cada opción, proporcionando así la información necesaria para llevar a cabo un análisis detallado de la viabilidad y el retorno de inversión.

Tabla 27. Opciones de reducción costos en la descarga

Descripción	
Costo total de la plataforma volteadora	85480 USD
Ahorro por cada uso	300 USD
Num de usos por día	10
Num de días para retorno de inversión	29 días
Días trabajados por mes	5 días/mes
Tiempo de retorno de la inversión	6 meses

CONCLUSIONES

Dentro del análisis el diseño y simulación de la plataforma para nuestro proyecto de investigación ha proporcionado resultados valiosos que contribuyen significativamente al avance de nuestro conocimiento en esta área. Uno de los aspectos cruciales que se ha determinado a través de este estudio es el diámetro óptimo del pasador, que se ha establecido en 2.5 cm utilizando acero de transmisión. Este resultado específico sobre el diámetro del pasador no solo influirá en la eficiencia y estabilidad de la plataforma, sino que también tendrá implicaciones importantes para la selección de materiales y la integridad estructural de la transmisión. La elección del acero de transmisión como material se basa en criterios específicos que han sido rigurosamente evaluados durante el proceso de simulación.

El proceso de diseño y simulación de la plataforma para nuestro proyecto de investigación ha proporcionado resultados esclarecedores, destacando que el ángulo de inclinación más adecuado se establece en 45° . Esta conclusión no solo representa la optimización del diseño de la plataforma, sino que también tiene repercusiones significativas en términos de su rendimiento y funcionalidad.

El ángulo de inclinación de 45° se ha determinado como el equilibrio óptimo entre estabilidad y eficiencia, lo que redundará en un mejor rendimiento de la plataforma en diversas condiciones operativas. Este hallazgo no solo respalda la viabilidad del diseño propuesto, sino que también ofrece una guía valiosa para la implementación práctica del proyecto.

En base al cálculo de los esfuerzos máximos sobre la viga principal de la plataforma, cuyo límite permisible es de 2212 kg/cm^2 , hemos obtenido un valor aproximado de 664 kg/cm^2 en la situación más crítica a 0° . Se dice que es la más crítica porque es cuando el cilindro telescópico ejerce mayor fuerza, en la simulación se indica que en esa posición la fuerza equivale a 483 KN es el punto con mayor fuerza ejercida. Esto indica que la plataforma no solo cumple con las especificaciones de diseño, sino que también se mantiene dentro de los límites de seguridad establecidos.

Tras el análisis financiero, podemos decir que la estimación de costos de fabricación asciende a 85,480.62 USD, establece un marco financiero realista para la implementación práctica de la plataforma. La inversión en la fabricación de la plataforma se justifica por los beneficios

esperados en términos de aumento de la productividad y eficacia en la manipulación de cargas. Estos resultados no solo consolidan la viabilidad del diseño propuesto, sino que también ofrecen una perspectiva valiosa para la toma de decisiones estratégicas en el ámbito logístico. La plataforma diseñada se presenta como una solución tecnológica prometedora para optimizar las operaciones de carga y descarga de camiones, contribuyendo así al mejoramiento general de la eficiencia en entornos logísticos. Este estudio sienta las bases para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas, con la expectativa de que la implementación de la plataforma en operaciones reales generará mejoras notables en la productividad y rentabilidad de las actividades logísticas.

La evaluación estructural detallada para la plataforma de volteo refleja una atención meticulosa en los cálculos parametrizados en diversas configuraciones. Se analizaron de manera exhaustiva las cargas muertas, cargas y combinaciones, especialmente en las orientaciones de 0° y 45° , proporcionando resultados específicos en t. En relación con el diseño de los apoyos articulados, se identificó una carga cortante de diseño de 51 t, lo que motivó el cálculo del diámetro del pasador $3.56 \text{ cm} \approx 4 \text{ cm}$ y el área de aplastamiento $A=48.28 \text{ cm}^2$ y con espesor de placa central en 10 cm y el espesor para las dos placas laterales será 5 cm. La elección de acero de transmisión para el pasador y las placas de apoyo garantiza la resistencia necesaria, cumpliendo con los estándares establecidos para los esfuerzos admisibles. Este enfoque detallado respalda la confianza en la solidez y eficiencia del diseño propuesto para la plataforma de volteo.

RECOMENDACIONES

Considerando la relevancia de mejorar la eficiencia en la industria alimentaria, se sugiere examinar la inclusión de tecnologías y diseños que promuevan la sustentabilidad y eficiencia energética en las plataformas de volteo de camiones. La exploración de alternativas relacionadas con energías renovables, sistemas de recuperación energética o la adopción de prácticas ecoeficientes podría no solo elevar la eficiencia operativa, sino también disminuir el impacto ambiental de estas operaciones.

Dado el énfasis en la aplicación del mantenimiento predictivo y la importancia de optimizar la gestión de activos, se sugiere una incorporación más extensa de estrategias de mantenimiento predictivo. La introducción de sensores y sistemas de monitoreo avanzados, en conjunto con la utilización de tecnologías como el Internet de las cosas (IoT) y análisis de datos, puede posibilitar la detección temprana de posibles problemas en las plataformas de volteo. Este enfoque no solo incrementará la confiabilidad de las operaciones, sino que también disminuirá los costos asociados con el mantenimiento correctivo.

A raíz del análisis detallado sobre la viabilidad económica de la propuesta tecnológica para la plataforma de volteo, se aconseja avanzar con la implementación de este proyecto. La notoria competitividad en los costos de producción, respaldada por una evaluación minuciosa de los costos directos e indirectos, confirma la robustez financiera del diseño. Asimismo, la considerable reducción en los costos operativos refuerza la posición estratégica de la plataforma como una inversión fundamentada en sólidos principios económicos. Se sugiere continuar con la siguiente fase del proyecto, aprovechando las oportunidades identificadas para mejorar la eficiencia y rentabilidad del proceso de volteo de carga.

Basándonos en la evaluación exhaustiva de la estructura de la plataforma de volteo, se aconseja proceder con la inversión del diseño propuesto. Los cálculos meticulosos, tanto para las cargas en diferentes orientaciones como para los componentes de los apoyos articulados, demuestran un enfoque riguroso y preciso en la planificación estructural. La identificación de una carga cortante de diseño de 51 t condujo a la determinación adecuada del diámetro del pasador y el área de aplastamiento, con espesores de placas bien definidos. La elección de acero de transmisión para estos elementos garantiza la resistencia necesaria, cumpliendo con los estándares de esfuerzo admisible. Este enfoque detallado respalda la confianza en la solidez y

eficiencia del diseño, instando a avanzar con confianza hacia la siguiente fase de implementación del proyecto de la plataforma de volteo.

REFERENCIAS

- [1] Carlos Andrés Fontanilla Díaz, Diego Ignacio Nieto Mogollón, and Juan Carlos Urueta Urueta, “Considerations about Oil Palm Fruit Transportation at the Colombian Northern Region,” *Palmas*, pp. 15–20, Apr. 2015, Accessed: Dec. 18, 2023. [Online]. Available: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11062>
- [2] D. A. Analuisa Topa and J. C. Jácome Iza, ““DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ELEVADOR HIDRÁULICO CON VOLTEO PARA LA COSECHA DE PALMA AFRICANA PARA UNA CAPACIDAD DE 5 TON.,”” *Bachelor’s thesis*, pp. 20–30, Dec. 2018.
- [3] L. Dávila Reátegui, Jorge A. Olortegui Yume, and Jorge Inciso Vásquez, “DISEÑO ÓPTIMO DE TOLVA PARA SEMIRREMOLQUE TIPO BOMBONA DE 30 M3 PARA LA EMPRESA FAMA ANDINA S.A.C. EN LA CIUDAD DE TRUJILLO,” ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, Trujillo - Peru, 2018.
- [4] Encyclopedia, “Dump Truck,” Science News & Research Review. Accessed: Dec. 28, 2023. [Online]. Available: <https://academic-accelerator.com/encyclopedia/dump-truck>
- [5] Donald F Wood, *Dump Trucks*, MB International. 2001. Accessed: Dec. 28, 2023. [Online]. Available: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gQ7tJI_3t30C&oi=fnd&pg=PA4&dq=D.+Wood,+%C2%ABDump+Trucks,%C2%BB+MBI+,+2001&ots=EaVIIFQxK5&sig=N-PInbH4vFQrc0cW7i14RIOEaJY#v=onepage&q&f=false
- [6] Phelps Industries, “Truck Dumpers – Phelps Industries.” Accessed: Dec. 28, 2023. [Online]. Available: <https://www.phelpsindustries.com/our-product/truck-dumpers/>
- [7] W. J. Salazar, *Principio de Pascal*. 2009.
- [8] O. Zambrano, R. Mauricio, L. Valarezo, and D. Vinicio, “REDISEÑO DE LOS SISTEMAS DE VOLTEO INSTALADOS EN LOS VOLQUETES DEL GOBIERNO PROVINCIAL AUTÓNOMO DE EL ORO,” *Bachelor’s thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*, Apr. 2013, Accessed: Dec. 28, 2023. [Online]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2623>
- [9] Rice Lake Weighing Systems, “Manual de Celdas de Carga y Módulos de Pesaje,” 2015. [Online]. Available: www.ricelake.com
- [10] Moisés Lucchetta A, “Recibo y descarga de graneles sólidos con plataformas volcadoras o equipos especializado,” EL PRODUCTOR. Accessed: Dec. 28, 2023. [Online]. Available: <https://elproductor.com/2021/06/recibo-y-descarga-de-graneles-solidos-con-plataformas-volcadoras-o-equipos-especializado/>
- [11] S. Helena Riaño Barrera, “Modelo de parámetros para el diseño de una planta de alimentos balanceados,” 2002. [Online]. Available: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos

- [12] Montalvo Zamora and Natalia Alexandra, “DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ISO 9001:2000 PARA LA EMPRESA: BIOALIMENTAR Cía. Ltda.,” *Quito: Universidad de las Américas*, 2007.
- [13] QR Ingenieria, “PLATAFORMA VOLCADORA.”, 2017. Accessed: Jan. 11, 2024. [Online]. Available: <https://qringenieria.com/plataforma-volcadora/>
- [14] Saur, “Plataforma de descarga,” Mar. 2016.
- [15] Meprosa, “Volcadores hidraulicos.” Accessed: Jan. 11, 2024. [Online]. Available: <https://meprosa.mx/volcadores-hidraulicos/>
- [16] GCN, “Volcadores de camiones y trailers,” 2023.
- [17] X. Mei, L. Huili, and Z. Xiaoli, “Improvement of Operation Stability of Hydraulic Cylinder,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Institute of Physics Publishing, Apr. 2019. doi: 10.1088/1755-1315/242/3/032033.
- [18] Hidráulica & Pneumática, “Cilindros Hidráulicos.” Accessed: Jan. 11, 2024. [Online]. Available: <https://hidraulicaepneumatica.com/cilindros-hidraulicos/>
- [19] Beater Peter, *Pneumatic handbook*, 8th edition. Elsevier Science & Technology Books , 1997.
- [20] O. M. Elmardi and S. Khayal, “introduction to hydraulic systems Module 5: Hydraulic Systems Lecture 1 Introduction,” 2017. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/318672647>
- [21] Samuel Turpo Ccoa, “Diseño de un cilindro hidráulico para la construcción de elevadores de carga capacidad máxima 300 kg,” Cusco, 2020.
- [22] R. G. Budynas and J. Keith Nisbett, “Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, 9na Edición,” 1990.
- [23] MUNCIE, “SISTEMAS HIDRÁULICOS MONTADOS EN CAMIONES,” 2018.
- [24] R. Zhang and Y. Gu, “Research on AutoCAD secondary development and function expansion based on VBA technology,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Institute of Physics Publishing, Jun. 2017. doi: 10.1088/1755-1315/69/1/012107.
- [25] Stephen Petrock, “An Introduction to SOLIDWORKS,” Engineering.com. Accessed: Jan. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.engineering.com/story/an-introduction-to-solidworks>
- [26] R. MELI PIRALLA, *DISEÑO ESTRUCTURAL*, Editorial Limusa. Mexico , 2001. Accessed: Jan. 12, 2024. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/123456789/24107>
- [27] M. T. Moreno, “Estructuras de Hormigón,” 2019.

- [28] SENA, “TABLA NACIONAL DE PESOS Y DIMENSIONES POSIBLES COMBINACIONES.”
- [29] Dsv, “Medidas y capacidad del tráiler de caja,” Dsv.com. Accessed: Jan. 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.dsv.com/es-mx/nuestras-soluciones/modos-de-transporte/transporte-por-carretera/medidas-camion-trailer/camion-trailer-box-o-camion-furgon>
- [30] CICROSA HIDRAULICA, “CILINDROS TELESCÓPICOS ESTANDAR (SIMPLE EFECTO),” Palencia, 2022. [Online]. Available: www.cicrosa.com
- [31] Mentinvest, “Aceros A50.” Accessed: Jan. 12, 2024. [Online]. Available: <https://metinvestholding.com/es/products/steel-grades/50>
- [32] ASTM INTERNATIONAL STANDARDS WORLDWIDE, “ACERO A36 y A50.”
- [33] ShanDong UNLE, “UNLE--Hydraulic Cylinder Catalog”.

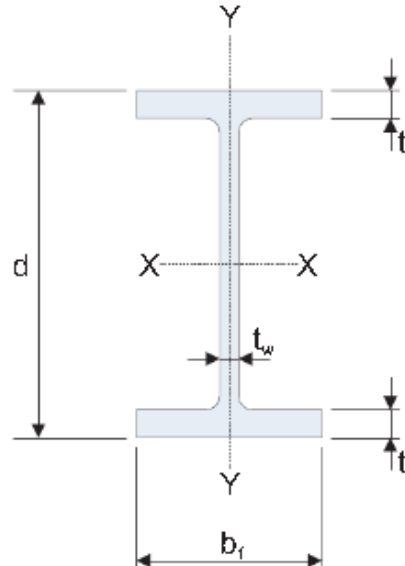
ANEXOS

ANEXOS 1: PERFIL IPE



PERFIL IPE

DIMENSIONES Y PROPIEDADES PARA EL DISEÑO



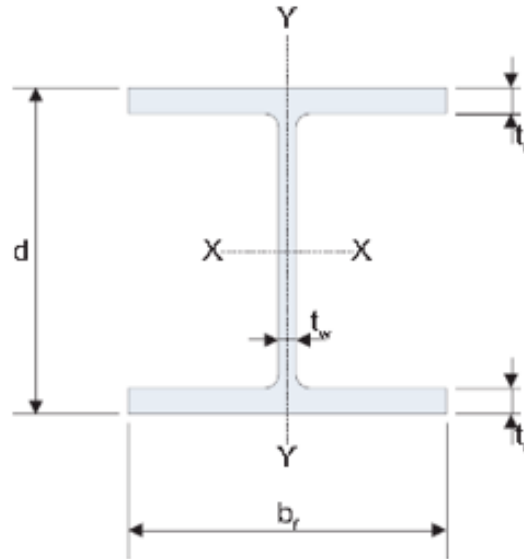
Designación	Peso	Área	Dimensiones				Propiedades						Constantes	
			Altaura	Alas		Alma	Eje X-X			Eje Y-Y			Flexión	
				d	b _f		t _f	t _w	I _x	S _x	r _x	I _y		S _y
mm	kgf/m	cm ²	mm				cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁻¹
IPE 80	6,0	7,64	80	46	5,20	3,80	80,1	20,0	3,24	8,48	3,69	1,05	1,22	3,34
IPE 100	8,1	10,3	100	55	5,70	4,10	171,0	34,2	4,07	15,9	5,78	1,24	1,45	3,19
120	10,4	13,2	120	64	6,30	4,40	318,0	53,0	4,90	27,6	8,64	1,45	1,69	2,98
140	12,9	16,4	140	73	6,90	4,70	541,0	77,3	5,74	44,9	12,3	1,65	1,93	2,78
160	15,8	20,1	160	82	7,40	5,00	869,0	109	6,58	68,2	16,6	1,84	2,16	2,64
180	18,8	23,9	180	91	8,00	5,30	1.320,0	146	7,42	101	22,1	2,05	2,40	2,47
IPE 200	22,4	28,5	200	100	8,50	5,60	1.940,0	194	8,26	142	28,4	2,23	2,64	2,35
220	26,2	33,4	220	110	9,20	5,90	2.770,0	252	9,11	205	37,2	2,48	2,90	2,17
240	30,7	39,1	240	120	9,80	6,20	3.890,0	324	9,97	283	47,2	2,69	3,17	2,04
270	36,1	45,9	270	135	10,20	6,50	5.790,0	429	11,2	419	62,1	3,02	3,50	1,95
IPE 300	42,2	53,8	300	150	10,70	7,10	8.360,0	557	12,5	603	80,4	3,35	3,94	1,87
330	49,1	62,6	330	160	11,50	7,50	11.800,0	713	13,7	787	98,4	3,55	4,20	1,79
360	57,1	72,7	360	170	12,70	8,00	16.300,0	904	15,0	1.040	123	3,79	4,47	1,67
IPE 400	66,3	84,5	400	180	13,50	8,60	23.100,0	1.160	16,5	1.320	146	3,95	4,71	1,65
450	77,6	98,8	450	190	14,60	9,40	33.700,0	1.500	18,5	1.670	176	4,12	4,93	1,62
IPE 500	90,7	116	500	200	16,00	10,20	48.200,0	1.930	20,4	2.140	214	4,30	5,17	1,56
550	106	134	550	210	17,20	11,10	67.100,0	2.440	22,3	2.660	254	4,45	5,39	1,52
600	122	156	600	220	19,00	12,00	92.100,0	3.070	24,3	3.380	308	4,66	5,64	1,44

ANEXOS 2: PERFIL HEB



PERFIL HEB

DIMENSIONES Y PROPIEDADES PARA EL DISEÑO



Designación	Peso	Área	Dimensiones				Propiedades						Constantes	
			Altura	Alas	Alma		Eje X-X			Eje Y-Y			Flexión	
HEBd	P	A	d	b _f	t _f	t _w	I _x	S _x	r _x	I _y	S _y	r _y	r _t	d/A _f
mm	kgf/m	cm ²	mm				cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁻¹
HEB 100	20,4	26,0	100	100	10,0	6,0	449	89,9	4,15	167	33,4	2,53	2,78	1,000
120	26,7	34,0	120	120	11,0	6,5	864	144	5,04	317	52,9	3,05	3,33	0,909
140	33,7	43,0	140	140	12,0	7,0	1.510	216	5,93	549	78,5	3,58	3,89	0,833
160	42,6	54,3	160	160	13,0	8,0	2.490	311	6,78	889	111	4,05	4,43	0,769
180	51,2	65,3	180	180	14,0	8,5	3.830	426	7,66	1.360	151	4,57	4,99	0,714
HEB 200	61,3	78,1	200	200	15,0	9,0	5.700	570	8,54	2.000	200	5,06	5,54	0,667
220	71,5	91,0	220	220	16,0	9,5	8.090	736	9,43	2.840	258	5,59	6,10	0,625
240	83,2	106	240	240	17,0	10,0	11.300	938	10,3	3.920	327	6,08	6,65	0,588
260	93	118	260	260	17,5	10,0	14.900	1.150	11,2	5.130	395	6,58	7,21	0,571
280	103	131	280	280	18,0	10,5	19.300	1.380	12,1	6.590	471	7,08	7,76	0,556
HEB 300	117	149	300	300	19,0	11,0	25.200	1.680	13,0	8.560	571	7,58	8,32	0,526
320	127	161	320	300	20,5	11,5	30.800	1.930	13,8	9.230	616	7,57	8,31	0,520
340	134	171	340	300	21,5	12,0	36.700	2.160	14,6	9.680	646	7,53	8,29	0,527
360	142	181	360	300	22,5	12,5	43.200	2.400	15,5	10.100	676	7,49	8,27	0,533
HEB 400	155	198	400	300	24,0	13,5	57.700	2.880	17,1	10.800	721	7,39	8,22	0,556
450	171	218	450	300	26,0	14,0	79.900	3.550	19,1	11.700	781	7,33	8,19	0,577
500	187	239	500	300	28,0	14,5	107.000	4.290	21,2	12.600	841	7,27	8,16	0,595
550	199	254	550	300	29,0	15,0	137.000	4.970	23,2	13.100	871	7,17	8,11	0,632
HEB 600	212	270	600	300	30,0	15,5	171.000	5.700	25,2	13.500	902	7,08	8,06	0,667
650	225	286	650	300	31,0	16,0	211.000	6.480	27,1	14.000	932	6,99	8,01	0,699

ANEXO 3: CATÁLOGO DE CILINDRO TELESCÓPICO



FE SERIES DUMP TRUCK HYDRAULIC CYLINDER



* incl. 20 [-5; +30] mm pull out.

Please note that
 •Cylinder is a lifting device only and not a structural member •Cylinder should not work at overload,
 side load conditions. •The working pressure is up to actual service condition, don't over the Max pressure.



MODEL	PRESSURE (bar)	Max. thrust (KN)	B1	C	V	K	M	R	L	T	U	V	Y	Z	
FE 110-3-3205	190	180.5	163	129	60	91	1449	100	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 110-3-3460	190	180.5	163	129	60	91	1609	100	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 129-3-3460	190	248.2	201	151	60	91	1449	100	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 129-3-3880	190	248.2	201	151	60	91	1609	100	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 149-3-2900	190	331.2	201	171	60	96	1320	135	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 149-3-3200	190	331.2	201	171	60	96	1420	135	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 149-3-3500	190	331.2	201	171	60	96	1520	135	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 149-3-3880	190	331.2	201	171	60	96	1640	135	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 149-3-4280	190	331.2	201	171	60	96	1770	135	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 149-4-4280	190	331.2	201	171	60	96	1484	135	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 149-4-4940	190	331.2	201	171	60	96	1529	100	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 169-4-4280	190	426	245	192	65	106	1394	135	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 169-4-4620	190	426	245	192	65	106	1479	135	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 169-4-4940	190	426	245	192	65	106	1529	100	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 169-4-5180	190	426	245	192	65	106	1604	100	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 169-5-5355	190	426	245	192	65	106	1394	100	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 169-5-5780	190	426	245	192	65	106	1459	100	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 169-5-6180	190	426	245	192	65	106	1497	100	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 169-5-6830	190	426	245	192	65	106	1674	100	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 169-5-7130	190	426	245	192	65	106	1734	100	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 169-5-7630	170	381.2	245	192	65	106	1834	100	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 169-5-8130	170	381.2	245	192	65	106	1934	100	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 191-5-7130	190	544.1	245	215	70	116	1717	100	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 191-5-7630	190	544.1	245	215	70	116	1817	100	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 191-5-9030	150	429.6	245	215	70	116	2177	100	52	160	1"SAE	60	65	50	42
FE 214-5-7130	190	683	270	242	85	135	1722	100	62	160	1"SAE	65	65	60	52
FE 214-5-7630	170	611.4	270	242	85	135	1857	100	62	160	1"SAE	65	65	60	52

ANEXO 4: TABLA NACIONAL DE PESOS Y DIMENSIONES

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2S1			29	20,50	2,60	4,30
2S2			38	20,50	2,60	4,30
2S3			42	20,50	2,60	4,30
3S1			38	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
3S3			48	20,50	2,60	4,30
2R2			40	20,50	2,60	4,30
2R3			48	20,50	2,60	4,30
3R2			48	20,50	2,60	4,30
3R3			48	20,50	2,60	4,30
2B1			29	20,50	2,60	4,30
2B2			38	20,50	2,60	4,30
2B3			42	20,50	2,60	4,30
3B1			38	20,50	2,60	4,30
3B2			47	20,50	2,60	4,30
3B3			48	20,50	2,60	4,30

ANEXO 5: TABLA NACIONAL DE PESOS Y DIMENSIONES

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10
4-0 OCTOPUS			32	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10
VZS			27	12,20	2,60	4,10
T2			18	8,50	2,60	4,10
T3			27	8,50	2,60	4,10
S3			24	13,00	2,60	4,10
S2			20	13,00	2,60	4,10
S1			11	13,00	2,60	4,10
R2			22	10,00	2,60	4,10
R3			31	10,00	2,60	4,10
B1			11	10,00	2,60	4,10
B2			20	10,00	2,60	4,10
B3			24	10,00	2,60	4,10

ANEXO 6: FICHA TÉCNICA TRACTO CAMIÓN SS 2848 SERIE 70

Teojama Comercial
Desde 1963



SOPORTE TOTAL



TRACTO CAMIÓN SS
2848 SERIE 700

QUITO - GUAYAQUIL - CUENCA - AMBATO - MANTA - LAGO AGRIO
PORTOVIJO - MACHALA - SANTO DOMINGO - IBARRA

1800 TEOJAMA (1800-8365262)
WWW.TEOJAMA.COM



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Teojama Comercial

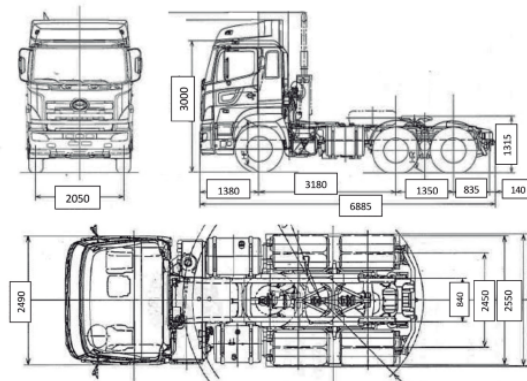


Desde 1963

PESOS	
PESO BRUTO VEHICULAR	27000 Kg
PESO CHASIS	9770 Kg
CAPACIDAD DE CARGA	48000 Kg
MOTOR	
MODELO	E13C-WT
POTENCIA MÁXIMA	473 HP
RÉGIMEN MAX. POTENCIA	1800 RPM
TORQUE MÁXIMO	2157 Nm
RÉGIMEN MAX. TORQUE	1100 RPM
CILINDROS	6 EN LÍNEA
CILINDRAJE	12913 L
NORMA DE EMISIÓN	EURO 3
ASPIRACIÓN	TURBO INTERCOOLER
SISTEMA DE INYECCIÓN	DIRECTA
CAJA DE CAMBIOS	
MODELO	ZF 16S2530T0
N° CAMBIOS (ADELANTE)	DIECISÉIS
TRACCIÓN	6X4
EMBRAGUE	
TIPO	MONO DISCO SECO
DIÁMETRO	430 mm
CONTROL	MECÁNICO CON POWER SHIFT
EJES	
CAPACIDAD EJE DELANTERO	ELLIOT INVERTIDO, I-BEAM /7000 Kg
CAPACIDAD EJE POSTERIOR	FLOTANTE CON REDUCCIÓN SIMPLE, EJE TANDEM / 20000 Kg

FRENO DE SERVICIO	
TIPO	COMPLEMENTE NEUMÁTICO, DOBLE CIRCUITO DE AIRE Y LEVA TIPO "S"
FRENO AUXILIAR	
TIPO	RETARDADOR TIPO JACOBS AL MOTOR + INTARDEAR A LA CAJA DE CAMBIOS
FRENO DE PARQUEO	
TIPO	DE RESORTES EN EJE DELANTERO E INTERMEDIO
CONTROL	MANUAL
NEUMÁTICOS	
DIMENSIONES	295/80R22.5
TANQUE DE COMBUSTIBLE	
CAPACIDAD	390L + 450L
SISTEMA ELÉCTRICO	
TIPO	24 VOLTIOS
ACCESORIOS	
DIRECCIÓN HIDRÁULICA	
VENTILACIÓN / CALEFACCIÓN	
AIRE ACONDICIONADO	
CINTURÓN DE SEGURIDAD TRES PUNTOS	
RADIO AM/FM/MP3	
VOLANTE AUTO AJUSTABLE	
VIDRIOS ELÉCTRICOS	
BLOQUEO CENTRAL	
FRENOS ABS	

TRACTO CAMIÓN SS 2848 Dimensiones



COTIZACIÓN:

Precio sin IVA: \$	IVA: \$	Precio con IVA: \$
Entrada: \$	Plazo: _____	Tasa: _____
Cuotas mensuales: \$	cada una	VALOR FINAL DEL VEHÍCULO (Entrada + cuotas con intereses): \$
Seguro: \$	Dispositivo satelital: \$	



SOPORTE TOTAL

1800 TEOJAMA (1800-8365262)
WWW.TEOJAMA.COM

ANEXO 7: FICHA TÉCNICA SS1EKSA - 2848



HINO Serie **700** EURO 3 TRACCIÓN: 6x4 **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS** Grupo **Mavesa**

MODELO: SS1EKSA - 2848

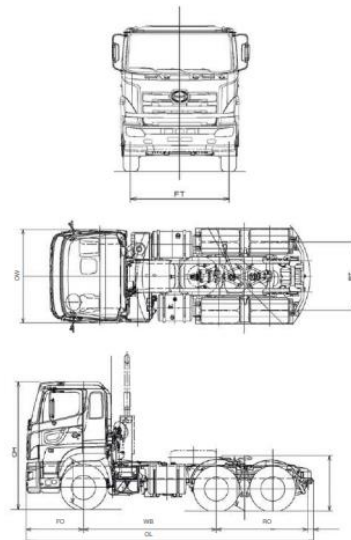
Motor	Especificaciones
Marca / Modelo	Hino E13C WT
Nivel de emisiones	Euro 3
Cilindraje	12.913 cm ³
Potencia	473 HP @ 1800 Rpm
Torque máximo	220 Kgf.m @ 1.500 Rpm
N° de cilindros	6 En línea
Sistema de válvulas	OHC - Válvulas
Sistema de combustible	Inyección electrónica - Riel común
Sistema de admisión de aire	Turbocargado - Intercooler
Distribución	Engranajes
Transmisión	Especificaciones
Marca / Modelo	ZF 16S2530T0
Tipo	Manual
Número de marchas	16 + Reversa
Relación	Alta / Baja
1.* / 9.*	13.804 / 11.539
2.* / 10.*	9.487 / 7.930
3.* / 11.*	6.529 / 5.458
4.* / 12.*	4.565 / 3.816
5.* / 13.*	3.023 / 2.527
6.* / 14.*	2.078 / 1.737
7.* / 15.*	1.430 / 1.195
8.* / 16.*	1.000 / 0.835
Rev.	12.923 / 10.803
Relación del diferencial	5.285 / 37 a 7
Embrague	Mando hidráulico / Disco seco Ajustador automático @ 430 Mm
Sistema de combustible	Especificaciones
Tipo de combustible	Diesel
Tipo de inyección	Directa
Filtro de combustible	Filtro primario y secundario con retención de agua
Capacidad del tanque	390 L + 450 L / 103 Gal + 119 Gal
Sistema de lubricación	Especificaciones
Tipo	Lubricación mediante bomba de aceite
Filtro de aceite	Flujo total y Bypass
Capacidad de aceite	37 L / 9,77 Gal
Sistema de refrigeración	Especificaciones
Tipo	Presurizado con termostato
Bomba	Bomba centrífuga / radiador con tapa
Ventilador	T100 embrague
Neumáticos	Especificaciones
Medidas	295/ 80R22.5
Aro rueda frontal	Metal
Aro rueda posterior	Metal
Material del rin	Acero
Ejes	Especificaciones
Eje delantero	Tipo Viga "I" Elliot Inversa
Eje posterior	Eje tipo tandem con reducción y velocidad sencilla por engranajes hipoides

Dimensiones	Especificaciones	Simbología
Longitud total	6.885 mm	OL
Ancho total	2.550 mm	OW
Alto total	3.020 mm	OH
Distancia entre ejes	3.180 mm + 1.350 mm	WB
Voladizo delantero	1.380 mm	FO
Voladizo posterior	835 mm	RO
Trocha del eje delantero	2.060 mm	FT
Trocha del eje posterior	1.820 mm	RT
Radio de giro	8.100 mm	
Espacio de carga útil	N/A	PS
Pesos y capacidades	Especificaciones	
Capacidad del eje delantero	77.000 Kg	
Capacidad del eje posterior	120.000 Kg	
Peso bruto vehicular	~27.000 Kg	
Peso vacío	9.770 Kg	
Peso bruto vehicular combinado	~48.000 Kg	
Capacidad de carga / Arrastre	~38.230 kg	
Suspensión	Especificaciones	
Delantera	Ballestas semielípticas con amortiguadores y barra estabilizadora	
Posterior	Ballestas semielípticas con barra de torsión y amortiguadores	
Dirección	Hidráulica con bolas recirculantes tipo integral, columna de dirección regulable	
Frenos	Especificaciones	
Tipo	100% Aire	
Servicio Delantero	Tambor Zapatas regulación automática	
Posterior	Tambor Zapatas regulación automática	
Sistema de control	ABS (control electrónico)	
Freno de estacionamiento	De resorte actuando sobre los frenos de las ruedas del eje frontal y anterior posterior	
Freno auxiliar	Retardador de motor a las válvulas (Jacobs) Retardador hidráulico Intarder 3 incorporado	
Estilo de cabina	Especificaciones	
Estilo de cabina	Extendida	
Cinturón de seguridad	3 puntos	
Alternador	24 V / 60 Amp	
Batería (2)	12 V c/cv	
Vidrios eléctricos	✓	
Bloqueo central	✓	
Audio / mp3 / bluetooth	✓	
Cámara de retro	N/A	
A/C	✓	
Asiento con suspensión	✓	
Nebulinas	N/A	
PTO	N/A	
Opción de color	Costo adicional	

Aplicaciones



DIMENSIONES



SOPORTE TOTAL

SERVICIO COMPLETO EN POSTVENTA

- TALLERES ESPECIALIZADOS
- REPUESOS ORIGINALES AL MEJOR PRECIO
- ENDEREZADA Y PINTURA
- COBERTURA 20 AGENCIAS A NIVEL NACIONAL

(1800) MAVESA 28372 grupomavesa.com.ec

ANEXO 8: FICHA TÉCNICA HFC4260 K



FICHA TÉCNICA HFC4260 K7 500HP CAPACIDAD DE CARGA 48 TON

JAC
MOTORS



> MOTOR

Marca	WEICHAU POWER
Modelo	Wp13.500e301
Cilindrada	12540
No. de cilindros:	6 En Línea
Válvulas por cilindro	2
Diámetro del pistón / Carrera (mm)	127 X 165
Índice de compresión	17:1
Torque máximo (Nm/Rmp)	2400/ 950 – 1400
Potencia máxima (Hp/Rmp)	500 /1900
Sistema de inyección	CRDI Electrónico EURO 3
Combustible	Diesel

WEICHAU **ZE ALEMANIA**

> ESPECIFICACIONES

Modelo	HFC4260K3R1
Capacidad del tanque de combustible	186 gl
Máxima velocidad (kph)	105
Sistema de dirección	Tipo bola de recirculación hidráulica
Freno de servicio	Eje frontal: Disco Eje posterior: Tambor
Freno de mano	Actuación neumática sobre las ruedas traseras
Freno Adicional	Freno a las válvulas EVV + Retardador ZF 100% Alemana
Suspensión delantera	Muelles de hoja, amortiguadores, barra estabilizadora
Suspensión posterior	MERITOR de paquetes
Tamaño de llanta	315 / 80/22.5
Dimensiones totales (L*A*P) (mm)	8645*2530*3791
Distancia entre ejes (mm)	3300+1350
Distancia mínima al suelo (mm)	240
Radio de giro mínimo (m)	7.29

> TRANSMISIÓN

Marca	ZF Alemana
Modelo	16S2531T0
Manual / Automático	Manual
Relaciones de la caja de cambios	
1ra / 2da	13.8/11.54
3ra / 4ta	9.49/7.43
5ta / 6ta	6.53/5.46
7ma / 8va	4.57/3.82
9na / 10ma	3.02/2.53
11ra / 12 Da	2.08/1.74
13ta / 14ta	1.43/1.2
15ta / 16ta	1.16/0.84
R1 / R2	12.92/10.80
Relación del Eje Trasero	4.100
Modo Conductor	6x4

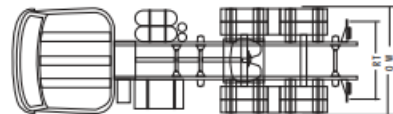
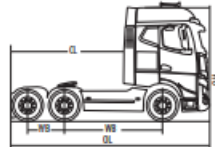
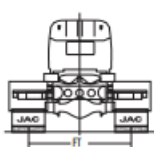
> EXTERIOR

Cabina disponible en los siguientes colores:



> DIMENSIONES

Unidad mm.	WB 3300+ 1350	OL 6940	OH 3858	FT 2070/ 1860	OW 2500	RT 2500	CL 4150		
------------	---------------------	------------	------------	---------------------	------------	------------	------------	--	--



ANEXO 9: FICHA TÉCNICA CF FTT TRACTO 6X4

Motor Transmision Chasis y cabina

Marca	Paccar
Modelo	12.900 cc
Cilindraje	12.900 cc
Torque:	2500 nm a 1000-1275 rpm
Potencia:	MX13: 460hp
Número de Cilindros:	6 en línea
Tanques de combustible:	2 tanques de 90gl c/u
Freno de Motor:	Al escape tipo Jacobs + INTARDER + Freno de Motor
Freno de Estacionamiento	100% aire
Frenos Delanteros:	Disco
Frenos Traseros:	Tambor 100% aire
Dirección:	Hidráulica
Suspensión Delantera:	8.000kg
Suspensión Trasera:	26.000kgs (reducción a cubos)
Número de Llantas:	10 + 1
Tamaño de Neumáticos:	295/80R22.5
Dormitorio:	Techo Alto con 2 camas // Techo Bajo con 1 cama
Extras:	Radio AM/FM - Mp3 - AUX - Aire Acondicionado

Modelo	ZF 16S2311D + Retarder
No. de marchas	16 + 2
Relaciones	i1:16.41,i2:13.8,i3:11.28,i4:9.49,i5:7.76,i6:6.53,i7:5.43,i8:4.57,i9:3.59,i10:3.02,i11:2.47,i12:2.08,i13:1.7,i14:1.43,i15:1.19,i16:1,R1:15.36,R2:12.92
Relación final Cono/Corona (mm)	4,111
Tracción	6x4

EMBRAGUE	
Tipo	Simple, Tipo seco - resorte de diafragma
Diámetro de disco (mm)	430

FRENOS	
Freno de servicio	Freno de tambor / 100% aire de doble circuito + ABS + ASR
Freno de parqueo	Actuador de freno de resorte
Freno auxiliar	Freno al motor - Ibrake (Jacobs) + RETARDADOR

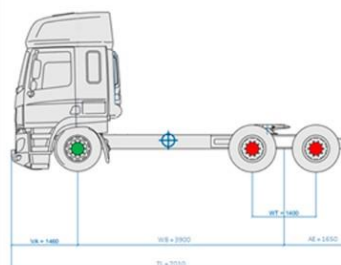
DIRECCIÓN	
Tipo	Dirección Asistida Hidráulicamente

LLANTAS	
Medidas	295/80R22.5 18PR
Cantidad	10+1

TANQUE DE COMBUSTIBLE	
Capacidad (Glns) / material	185 / Aluminio

SISTEMA ELÉCTRICO	
Voltaje nominal	24 V
No. Baterías	2
Especificaciones baterías	165 A.H

DAF CF FTT TRACTO 6x4



dora,

CONFIGURACIÓN DE PRODUCTO

Bloqueo central	Si
Puertas y ventanas eléctricas	Si
Regulador altura de luces	Si
Volante de cuero	Si
Volante regulable	Si
Mandos al volante	Si
Embrague de ventilador de aceite de silicona	Si
Asiento Air Ride	Si
Asientos de cuero y tela automotriz	Si
Sistema de alzado de cabina eléctrico	Si
Cabina de suspensión neumática completa	Si
Espejos con retrovisor eléctrico	Si
MP3 + Radio + USB	Si
Tacógrafo	Si
Aire acondicionado	Si
Deflector de aire	Si
Quinta rueda JOST	Si
Ventolera Sunroof	Si
Camas	2

DIMENSIONES GENERALES Y PESOS	
Largo total (mm) 6950	Ancho total (mm) 2490
Distancia entre ejes (mm) 3300+1350	Radio de giro (mm) 6600
Peso bruto combinado real (kg) 55000	Peso en vacío (kg) 9000
Capacidad de arrastre (kg) 46000	Peso bruto combinado en Ecuador (kg) 48000

ANEXO 10: TABLAS

Camión tráiler box o camión furgón: dimensiones y capacidad	
Peso de tara	8,600 KG
Capacidad de carga útil	31,400 KG
Cubicaje	90 M3
Longitud interna	13.62 M
Anchura	2.46 M
Altura	2.70 M
Anchura de la apertura de la puerta	2.46 M
Altura de la apertura de la puerta	2.70 M
Altura de apertura lateral	-

C	Si	Mn	S	P	Cr
0.47-0.55	0.17-0.37	0.5-0.8	<0.04	<0.035	<0.25

Límite elástico mínimo, MPa	Límite de resistencia mínimo, MPa	Alargamiento relativo mínimo, %	Contracción relativa mínima, %
375	630	14	40

ANEXO 11: PLANOS