

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA



Desarrollo De Prototipo De Un Implemento De Transporte Para Caña De Azúcar
Aplicando El Diseño Industrial Y La Ingeniería Del Diseño Mecánico

Por:

RAMÓN FLORES ONOFRE

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA

Desarrollo De Prototipo De Un Implemento De Transporte Para Caña De Azúcar
Aplicando El Diseño Industrial Y La Ingeniería Del Diseño Mecánico

Por:

RAMÓN FLORES ONOFRE

TESIS

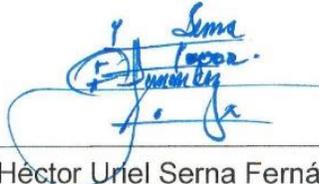
Presentada como requisito parcial para obtener el título del:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

Aprobada por el Jurado Examinador:



M.C. Juan Antonio López López
Asesor principal



M.C. Héctor Uriel Serna Fernández
Coasesor



Dr. Mario Alberto Méndez Dorado
Coasesor



MC. Sergio Sánchez Martínez
Coordinador de la División de Ingeniería

Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA

Desarrollo De Prototipo De Un Implemento De Transporte Para Caña De Azúcar
Aplicando El Diseño Industrial Y La Ingeniería Del Diseño Mecánico

Por:

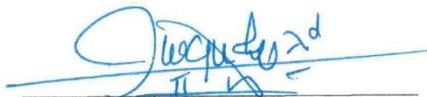
RAMÓN FLORES ONOFRE

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título del:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



M.C. Juan Antonio López López
Asesor principal



M.C. Héctor Uriel Serna Fernández
Coasesor



Dr. Mario Alberto Méndez Dorado
Coasesor

Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre 2022

Declaración de no plagio

El autor quien es responsable directo, jura bajo protesta decir la verdad, que no se incurrió en el plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

- Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega).
- Reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original.
- Comprar, pedir o robar los datos o la tesis para presentarla como propia.
- Omitir referencias bibliográficas.
- Utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo.
- Utilizar datos sin citar al autor original.

Así mismo tengo el conocimiento de que cualquier uso distinto de esos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación será sancionado con las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante

Ramón Flores Onofre

DEDICATORIA

A mis padres: No bastan estos renglones para agradecerles todo lo que han hecho por mí, gracias a ustedes por los innumerables consejos que me han brindado, por su paciencia, apoyo y comprensión en todo momento. Gracias a sus enseñanzas soy el hombre que soy, me han guiado por el buen camino y son una pieza angular en mi vida y sé que cuento con ustedes en todo momento.

A ti mi reina madre: Eloísa Onofre Vivas te doy gracias por todo lo que ha hecho por mí, por ser esa maravillosa y estupenda madre y lo sé, sé que a pesar de una infinidad de problemas siempre estas para mí, para escuchar y tener esas hermosas pláticas conmigo que duran horas, por cuidarme, amarme y demostrarme desde pequeño ese gran potencial que usted detectó en mí y que hasta la fecha sigue educándome de la mejor manera para crecer día con día.

A ti mi gran padre: Ramón Flores Corona te doy las gracias por recibir su apoyo sin importar la situación en la que se encuentre, siempre está ahí para mí, a su manera, pero lo está, gracias por ser esa maravillosa figura paterna que admiro, por esa manera tan peculiar de educarme con su ejemplo, gracias por cuidarme y enseñarme a ser puntual y responsable, que puedo divertirme pero siempre cumpliendo con mis deberes.

“No existe escuela para padres, pero ustedes han realizado un gran trabajo, los amo”

A ti hermano: Kenny te agradezco principalmente por tu paciencia, por soportarme, por no desesperarte con mis comportamientos, te agradezco por siempre estar conmigo, por cuidarme y pedirle a nuestra madre un hermano en los catalogos de doña Julia, espero y ser mejor hermano de lo que pudiste pedir, estoy eternamente agradecido por tu apoyo y sabes que siempre contaras conmigo, te amo mucho hermano.

A ti hermano: Dionicio te agradezco por tu apoyo que me brindas siempre, sé que cuento contigo y sé lo mucho que cuidas de nuestro papá, te aprecio demasiado y siempre contaras con mi apoyo, gracias por todo, por recibirme en tu casa y pasar momento muy lindos e inolvidables. Eres un gran hermano y te amo mucho.

A ti tío: Evaristo Onofre gracias por estar conmigo siempre, por enseñarme a trabajar y siempre acompañarte en tus trabajos, por cuidar a nuestra familia y principalmente a mi madre. Gracias por todo el cariño, comprensión, paciencia, amor y sobre todo los innumerables consejos que me dio para mejorar y crecer como ser humano. Te agradezco por esa confianza que tuviste al contarme muchas de tus experiencias que tuviste con el motivo de aprender de ellas, me haces mucha falta y espero que en donde quiera que te encuentres me observes y observes ese maravilloso hombre que me estoy convirtiendo y te sientas muy orgulloso y tranquilo como lo prometí estoy cuidando de la familia y viviremos el resto de la familia recordándote como esa gran figura paterna que fuiste para todos. Disfrutaremos todos los días. Y nunca olvidaré tus palabras “Lo más difícil es lo más bonito”.

A ti segunda madre: Chayo gracias por todo el apoyo, sé lo mucho que me cuidaste de pequeño y lo mucho que lo sigues haciendo te amo mucho demasiado eres muy importante en mi vida, deseo y te pido de favor que te cuides mucho que quiero disfrutar y conocer lugares nuevos a tu lado. Gracias por cuidar de todos y gracias por estar ahí conmigo.

A ustedes familia Onofre Atempa: Gracias tíos por todo, por cuidarme desde pequeño, por ser muy latoso, gracias tía Sandra por compartirme tu deliciosa comida, gracias tío Alejo por enseñarme a trabajar y por tus palabras de seguir adelante, y gracias a toda su familia los amo mucho.

“El hecho de seguir avanzando y continuar buscando mis sueños, lo hago con una enorme tranquilidad al saber que ustedes están ahí conmigo apoyándome”

AGRADECIMIENTOS

A Ramón Flores Onofre: Principalmente quiero agradecerme a mí mismo por creer en mí, por seguir adelante a pesar de muchas dificultades, por levantarme una y otra y otra sin darme por vencido.

Deseo generar olas y no ser normal y encajar, no deseo vestir, caminar, pensar, actuar y mucho menos ir donde los demás lo hacen, no permitiré que neutralicen mi autenticidad. Me agradezco por tener el coraje para ser diferente, para hacer cosas diferentes como lo es este proyecto, para ir donde nunca nadie ha ido antes, para realizar actividades que otros no, para dejar a mi familia y perseguir mis sueños. Y tener el coraje para mantenerme de pie a pesar de que las tormentas sigan aumentando, he llegado muy lejos para dar la vuelta y continuaré para cumplir lo que me proponga.

A la familia Onofre Mejía: Gracias tía Fabi y tío Rolando por el apoyo que me brindaron y me brindan, por su gran corazón y amor que nos dan. Prima Lucia gracias por recibirnos siempre con los brazos abiertos en su casa y esos momentos divertidos. Primo Rolando gracias por las atenciones que nos brinda y su apoyo. A ti primo Enrique siempre es importante ser agradecido con las personas, de mi parte te agradezco por todo y por tu apoyo en aquellos momentos, es de sabios aceptar las situaciones y te agradezco porque fuiste en su momento clave para que yo tuviera la oportunidad de estudiar, te deseo lo mejor y mucho éxito.

A ti primo Reyes: Te agradezco por obligarme inconscientemente a generar retrospectiva e introspección constantemente en mi persona, basándome en tu ideología y manera de contemplar la vida. Gracias primo he crecido como no te imaginas como persona y es gracias a ti al observarte y escucharte, te aprecio mucho y te considero no solo mi primo sino como un hermano más, sabes que cuentas conmigo y ojo procura no querer sacarlas de trabajar a todas, tú ya sabes.

A ti Enyeli Macareno: No bastarán estos renglones para agradecerte lo mucho que me has apoyado, esa enorme paciencia que me tienes, ese gran amor que me brindas, tus consejos para mejorar como persona, profesionista y como novio. Te amo demasiado y eres alguien espectacular, me siento muy orgulloso de ti y espero que tú sientas lo mismo por mí, la vida, los momentos, las personas son efímeras, pero espero seguir construyendo esta maravillosa relación por muchos años más o quizá toda una vida, por el momento te agradezco y siempre estaré agradecido contigo y tu familia por la confianza que me brindan. Eres maravillosa, una gran mujer y soy muy afortunado al tenerte a mi lado.

A Héctor Uriel Serna Fernández: Por no solo ser un docente y transmitirme los conocimientos necesarios para desempeñarme de mejor manera, si no de igual manera un amigo que me ha brindado de su tiempo y sabiduría durante mi formación.

A Gerardo Sánchez: Por ser un excelente docente y un gran amigo que me ha aconsejado para no meterme en problemas, para continuar avanzando y comprenderme en buenos y malos momentos, por estar ahí para para hacerme entender las capacidades que tengo, gracias por todo Ingeniero.

A Juan Antonio: Por no solo ser un buen docente si no por darme la confianza de trabajar conmigo en el desarrollo de mi proyecto, y el apoyo durante todo este proceso.

A los docentes: M.C. Juan Antonio Guerrero Hernández, Dr. Mario Alberto Dorado, por la confianza y apoyo durante mi formación.

A Asbel: Gracias por el apoyo que me brindaste para estudiar en la universidad siempre contarás con nosotros, te apreciamos mucho te deseo lo mejor.

A mis amigos: Muchas gracias a mis amigos Morelos, Rangel, Rodri, Gregorio y Carlos y Marce por todo su apoyo y consejos que me brindan.

Gracias a todas las personas, amigos, familia y conocidos sin ustedes no hubiera sido posible cumplir este objetivo los quiero mucho y eternamente estaré agradecido con todos ustedes.

COLABORACIÓN CON EL DISEÑADOR INDUSTRIAL PABLO PEREYRA

Pablo Pereyra es un diseñador industrial argentino egresado de la Universidad Nacional de La Plata, el cual por medio de su curso que tome en el mes de mayo-junio se realizó la colaboración para la aplicación del diseño industrial en mi proyecto. Él cuenta con una experiencia de más de 26 años en diseño industrial, industria automotriz y desarrollo de productos en Sudamérica especialmente en diseño de exterior, interior de automóviles, calidad de diseño, desarrollo de productos en inyección de plástico para la industria automotriz (*Ford South America Operations*, PSA Mercosur, Toyota Arg., VW Arg.): Acabados interiores y exteriores:
-Electrodomésticos (Hitachi, RCA, Sanyo, Whirlpool)

Experiencia como docente:

- Diez años en la Universidad Nacional de La Plata – Facultad de Bellas Artes (Departamento de Diseño Industrial).
- Seis años en la Universidad Nacional de Lanús – Departamento de Humanidades y Arte (Departamento de Diseño Industrial).

Premios:

- Primer Premio “Salón del diseño de Buenos Aires 2006”: Productos: Consola FSAO Ford Ranger / Hitachi y televisores RCA Aspiraciones profesionales.

Sketch Academy:

Instructor in Sketch Academy desde enero 2017 – actualidad. Academia de cursos de técnicas de Presentación, Dibujo y Sketch básico o avanzado para Diseño Industrial, Profesionales, Estudiantes y Entusiastas del Automóvil / Técnicas de Presentación Cursos de bocetado, básico o avanzado, para Diseñadores Industriales, Estudiantes y Aficionados al Automóvil.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	viii
COLABORACIÓN CON EL DISEÑADOR INDUSTRIAL PABLO PEREYRA	xi
INDICE GENERAL.....	xii
INDICE DE CUADROS	xviii
INDICE DE FIGURAS	xix
RESUMEN	xxv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.2 Objetivo general	4
1.3 Objetivos específicos	4
1.4 Hipótesis.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Diseño industrial.....	5
2.1.1 Diseño industrial en maquinaria agrícola	6
2.1.2 Diseño industrial en maquinaria agrícola	6
2.2 Tormenta de ideas (Brainstorm).....	7
2.3 La concepción del diseño.....	8
2.3.1 Creatividad.....	8
2.3.2 Proceso creativo	9
2.3.3 Concepto útil.....	9
2.4 Reunión o asamblea (Brief).....	10

2.5 Factores condicionantes.....	10
2.5.1 Producto objeto.....	11
2.5.1.1 Función o Sistema Humano Satisfactor Desempeño (SHSD)....	11
2.5.1.2 Producción o Sistema Humano Satisfactor Tecnología (SHST)	11
2.5.1.2 Entorno o Sistema Humano Satisfactor Entorno (SHSE)	12
2.5.1.3 Estética o Sistema Humano Satisfactor Cultura (SHSC)	12
2.5.2 Análisis morfológico	13
2.5.3 La estética y el buen gusto del diseñador	13
2.6 Perfil del usuario.....	14
2.6.1 Criterios de relación producto – objeto	14
2.7 El código del diseño industrial	16
2.7.1 Conceptos en la aplicación del diseño industrial	16
2.7.2 Trastorno Traumático Acumulativo (TTA)	17
2.7.3 Desorden Traumático Acumulativo (DTA)	18
2.7.4 Estilización (Styling).....	19
2.7.5 Línea de corriente (Streamline)	19
2.7.6 Iterativo	20
2.7.7 Productos disruptivos.....	20
2.8 Plan o layout del producto	21
2.8.1 Plan o layout del diseño industrial	21
2.8.2 Plan o layout de ingeniería mecánica	22
2.9 Ingeniería	22
2.9.1 Ingeniería mecánica.....	23
2.10 Diseño	23

2.10.1 El diseño mecánico.....	23
2.11 Aspectos en consideración en el diseño en ingeniería mecánica	26
2.12 Fases del proceso de diseño en ingeniería mecánica.....	26
2.13 Consideraciones al ser diseñador	27
2.14 Conceptos fundamentales de mecánica de materiales	28
2.14.1 Esfuerzo y resistencia.....	28
2.14.2 Deformación	28
2.14.3 Factor de seguridad.....	28
2.14.4 Diagrama esfuerzo-deformación.....	29
2.15 Flujo plástico	31
2.16 Acero al carbón y estructural.....	31
2.17 Diseño asistido por computadora	32
2.17.1 Análisis de elemento finito	32
2.18 Empresas en cuales desarrollan equipos por medio del diseño industrial e ingeniería.....	34
2.18.1 TESTON (marca de gigantes)	34
2.18.2 John Deere en colaboración con BMW Designworks (BMW- Deere).....	35
2.18.2.1 Designworks.....	35
2.18.2.2 Historia del inicio de Designworks.....	36
2.18.2.3 Inicio de Designworks con John Deere	36
2.18.2.4 Diseño de las cosechadoras X9 por Designworks	37

2.18.2.5 Galardonados con dos premios de diseño de la cosechadora X9	37
2.18.3 Diseño de los tractores 7R y 8R	38
2.18.4 Caimán Pulverizadoras (Empresa, Argentina)	40
2.18.4.1 Estudio de diseño BRK en el desarrollo de la pulverizadora SPH Caimán	41
2.18.4.2 Diseño exterior del tanque, trompa e innovación de aguilón en la SPH.....	41
2.18.4.3 Diseño final de la Pulverizadora SPH.....	43
2.18.5 Fabrica de tractores Massey Ferguson (Beauvais, Francia).....	44
2.18.6 Diseño industrial en Massey Ferguson	45
3. MATERIALES Y MÉTODOS	47
3.1 Materiales.....	48
3.1.1 Materiales utilizados en la aplicación del diseño industrial	48
3.1.2 Materiales utilizados en la aplicación de diseño mecánico	49
3.1.2.1 Software (Solidworks)	49
3.1.2.2 Ensamble SolidWorks	50
3.1.2.2 Solidworks Simulation	51
3.1.2.3 Acero ASTM A36.....	52
3.1.2.4 Propiedades mecánicas	52
3.2 Métodos.....	53
3.2.1 Layout para desarrollo del implemento de transporte	53
3.2.2 Estudio previo del implemento de transporte de referencia	54
3.2.2.1 Medición del implemento de transporte, báscula y mesa del molino.	54

3.2.2.2	Fallas estructurales presentadas en los remolques	57
3.2.2.3	Transporte y descarga de caña de azúcar	59
3.2.2.4	Problemas físicos en los usuarios de los remolques.....	61
3.2.3	Brief	62
3.2.3.1	Descripción del proyecto (implemento de transporte)	62
3.2.3.2	Parámetros planteados a base del estudio previo del implemento	62
3.2.3.3	Estudio de los factores condicionantes	63
3.2.3.4	Estudio del perfil del usuario	66
3.2.4	Ideas y conceptos de diseño	67
3.2.4.1	Brainstorm con Pablo Pereyra	67
3.2.4.2	Concepto útil para el diseño.....	72
3.2.4.3	Bocetos basados en el concepto útil	73
3.2.6	Layout de la ingeniería en diseño mecánico.....	75
3.2.7	Análisis de perfil estructurar tipo C y rectangular PTR.....	76
3.2.8	Diseño de chasis y análisis (Prototipo uno)	82
3.2.8.1	Resultados de análisis de elemento finito del prototipo uno.....	83
3.2.9	Diseño de chasis y análisis (Prototipo dos)	85
3.2.9.1	Resultados de análisis de elemento finito del prototipo dos.....	86
3.2.10	Diseño de plato giratorio para la dirección delantera y pivote para suspensión.....	87
3.2.11	Diseño de amortiguador y chapa metálica para mangueras de conexión hidráulica.	87
3.2.12	Diseño de estructura para la carga y descarga	89
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	91
4.1	Concepto final en la aplicación del diseño industrial	91

4.2 Resultados del diseño y análisis de chasis	93
4.3 Diseño de piezas en SolidWorks.....	96
4.3.1 Diseño de estructura principal del implemento de transporte	99
4.3.2 Diseño de cajón	100
4.3.3 Diseño de carcasa para lenguaje de diseño	101
4.4 Ensamble de piezas	102
4.4.1 Ensamble de disco de dirección	102
4.4.2 Ensamble de disco de dirección, neumáticos y muelles en chasis..	103
4.4.3 Ensamble de cilindros hidráulicos y Cajón.....	104
4.5 Ensamble general del implemento de transporte	105
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	108
5.1 Conclusión.....	108
5.2 Recomendaciones.....	110
6. BIBLIOGRAFÍA	111

INDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1 Información del modelo viga tipo c.	76
Cuadro 3.2 Propiedades del perfil tipo c.	77
Cuadro 3.3 Colocación de sujeciones en el perfil c.....	77
Cuadro 3.4 Carga aplicada en el perfil c.	78
Cuadro 3.5 Información del tubo rectangular.	79
Cuadro 3.6 Propiedades del perfil rectangular.	80
Cuadro 3.7 Colocación de sujeciones en el perfil rectangular.....	80
Cuadro 3.8 Carga aplicada en el perfil rectangular.	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Aplicaciones del diseño industrial mediante lo descrito por (Rodríguez, 2003). Elaboración propia.....	6
Figura 2.2 Ejemplo de una tormenta de ideas o brainstorm por medio de una reunión (CanStockPhoto).....	7
Figura 2.3 Ejemplo de representación de ideas por medio de bocetos a mano alzada (Motorpasión México, 2018).....	8
Figura 2.4 Proceso creativo estructurado mediante lo descrito por (Ferrer, 2006). Elaboración propia.....	9
Figura 2.5 Esquema de sistemas satisfactores de manera estratégica (V-Design Academy Mx, 2020).....	12
Figura 2.6 El gusto de Giuseppe "Nuccio" Bertone / Alfa Romeo / Carabo (1968) (Carrozzeri Italiani, 2022).....	13
Figura 2.7 Esquema de criterios de relación producto – objeto (V-Design Academy Mx, 2020).....	14
Figura 2.8 Ejemplo de la aplicación de criterios de relación en un sistema de sala de cirugía (V-Design Academy Mx, 2020).	15
Figura 2.9 Ejemplo de la aplicación de criterios de relación en un sistema de sala de cirugía (V-Design Academy Mx, 2020).	15
Figura 2.10 Estudio de dimensiones del cuerpo humano (Felisberto y Paschoarelli, 2001).	16
Figura 2.11 Representación de trastornos por traumas acumulativos (SlidePlayer, 2022)	17
Figura 2.12 Ejemplo del posicionamiento correcto para evitar desorden traumático acumulativo (FreeJPG, 2022).	18
Figura 2.13 Ejemplos de diseños aerodinámicos de productos (Esperon, 2013).	19
Figura 2.14 Nexat revolution (nexat, 2022).....	20

Figura 2.15 Layout general de diseño industrial (V-Design Academy Mx, 2022)	21
Figura 2.16 Layout de ingeniería mecánica (V-Design Academy Mx, 2021)....	22
Figura 2.17 El ingeniero puede entender y desenvolverse en otras áreas y disciplinas (depositiphotos, 2022).....	25
Figura 2.18 Fases del proceso de diseño (Budynas, 2012).	26
Figura 2.19 Algunas consideraciones importantes para el diseño mediante lo descrito por (Budynas, 2012). Elaboración propia.	27
Figura 2.20 Diagrama de esfuerzo-deformación (Slidershare, 2022).....	29
Figura 2.21 Para realizar el análisis se requiere un elemento geométrico (Woge, 2020).....	33
Figura 2.22 Los análisis proveen datos muy detallados (Woge, 2020).	33
Figura 2.23 Implemento de transporte, GIGANTE 22.000 BR (Teston a marca dos gigantes, 2022).	34
Figura 2.24 BMW Designwork localizado en Newbury Park, USA.	35
Figura 2.25 Lenguaje de diseño de la cosechadora X9 (Deere & Company, 2022).	37
Figura 2.26 Digitalización de bocetos realizados con bolígrafo (John Deere-Nuevos 7R y 8R-Creando perfección-diseño, 2019).....	38
Figura 2.27 John Deere serie 8R.	39
Figura 2.28 Planta industrial Caimán (Caimán, 2021).....	40
Figura 2.29 Concepción de diseño del exterior del tanque por (BRK), (Nardon, 2016).....	41
Figura 2.30 Representación y propuesta de diseño de la pulverizadora SPH (Nardon, 2016).....	42
Figura 2.31 Unificación de la ingeniería y el diseño industrial (Nardon, 2016).	43
Figura 2.32 Fabrica Massey Ferguson en Beauvais, Francia (Massey Ferguson, 2022).....	44
Figura 2.33 Propuesta del capo inclinado para tractores Massey Ferguson (Liste maquinaria, 2021).	45

Figura 2.34 Diseño mecánico en el desarrollo de elementos Massey Ferguson (Liste maquinaria, 2021).	46
Figura 3.1 Combinación de la ingeniería diseño mecánico y el diseño industrial (towi, 2022).	48
Figura 3.2 Interfaz de SolidWorks con ejemplo de las capacidades de este Software (UNCUYO, 2019).	50
Figura 3.3 Ejemplo de ensamble de piezas en SolidWorks (CADISAC, 2019).	51
Figura 3.4 Etapas para el uso de SolidWorks Simulation. (El gran libro de SolidWorks, 2015).	51
Figura 3.5 Layout con las fases de desarrollo del proyecto (Elaboración propia).	53
Figura 3.6 Fotografía tomada de la báscula en función en el ingenio de Atencingo (Elaboración propia).	55
Figura 3.7 Fotografía de la grúa en función de descarga en la mesa alimentadora (Elaboración propia).	55
Figura 3.8 Fotografía del implemento de transporte o remolque utilizado para el transporte de caña azucarera (Elaboración propia).	56
Figura 3.9 Fotografía tomada donde se muestra una sobrecarga de toneladas soportadas (Elaboración propia).	57
Figura 3.10 Fotografía tomada donde se observa el chasis de este remolque se observa deformación permanente (flujo plástico) (Elaboración propia).	58
Figura 3.11 Fotografía tomada de la deformación en la estructura de enganche (Elaboración propia).	58
Figura 3.12 Fotografía tomada del colapso estructural por cargas excesivas y sin señalamientos de precaución (Elaboración propia).	59
Figura 3.13 Fotografía tomada del desperdicio de caña de azúcar durante el trayecto (Elaboración propia).	60
Figura 3.14 Fotografía tomada de la descarga de caña a mesa alimentadora (Elaboración propia).	61
Figura 3.15 Primeros bocetos con Pablo Pereyra (Elaboración propia).	67
Figura 3.16 Boceto con dos puntos de fuga (Elaboración propia).	68

Figura 3.17 Concepto de diseño más limpio a lo que se pretendía obtener(Elaboración propia).	69
Figura 3.18 Aplicación de color por medio de plumones Chatpak (Elaboración propia).....	69
Figura 3.19 Ejemplo de lenguaje de diseño de una excavadora (Elaboración propia).....	70
Figura 3.20 Carcasas plásticas para lenguaje de diseño de excavadoras (Elaboración propia).....	70
Figura 3.21 Propuesta de carcasa en digital (Elaboración propia).....	71
Figura 3.22 Representación de la carcasa por medio de bocetaje (Elaboración propia).....	71
Figura 3.23 Concepto de diseño por boceto (Elaboración propia).	73
Figura 3.24 Lenguaje de diseño como propuesta (Elaboración propia).	73
Figura 3.25 Diseño basado en el concepto útil (Elaboración propia).	74
Figura 3.26 Boceto representando una familia de implementos de transporte (Elaboración propia).....	74
Figura 3.27 Layout ingenieril para el desarrollo del proyecto (Elaboración propia).	75
Figura 3.28 Tensión (Max 150.204 MPa) y Tensión (Min 8.229 MPa) del perfil tipo (C) (Elaboración propia).	78
Figura 3.29 Tensión (Max 148.729 MPa) y Tensión (Min 9.750 MPa) del perfil rectangular (PTR) (Elaboración propia).	81
Figura 3.30 Primer prototipo de diseño de chasis (Elaboración propia).....	83
Figura 3.31 Resultados del análisis de elemento finito (Tensión) (Elaboración propia).....	83
Figura 3.32 Resultados del análisis de elemento finito (Deformación) (Elaboración propia).....	84
Figura 3.33 Resultado de factor de seguridad 1.8 (Elaboración propia).	84
Figura 3.34 Segundo prototipo de diseño chasis (Elaboración propia).	85
Figura 3.35 Colocación de sujeciones para proceder con la ejecución del análisis (Elaboración propia).....	85

Figura 3.36 Resultados del análisis de elemento finito (Tensión) (Elaboración propia).....	86
Figura 3.37 Resultados del análisis de elemento finito (Deformación) (Elaboración propia).....	86
Figura 3.38 Chapa metálica (Elaboración propia).....	88
Figura 3.39 Amortiguador (Elaboración propia).....	88
Figura 3.40 Enganche suspendido en el aire por medio del amortiguador (Elaboración propia).....	88
Figura 3.41 Estructura diseñada en SolidWorks con perfiles rectangulares (Elaboración propia).....	89
Figura 3.42 Cajón para la carga de caña azucarera (Elaboración propia).	90
Figura 3.43 Vista inferior del mallado para la caída de piedras en la carga (Elaboración propia).....	90
Figura 4.1 Concepto final del implemento de transporte (Elaboración propia). 91	
Figura 4.2 Familia de implementos de transporte (Elaboración propia).	92
Figura 4.3 Diseño final del chasis (ASTM) (Elaboración propia).	93
Figura 4.4 El color verde muestra las 12 sujeciones (Elaboración propia).....	93
Figura 4.5 Resultados del análisis de elemento finito (Tensión) (Elaboración propia).....	94
Figura 4.6 Resultados del análisis de elemento finito (Deformación) (Elaboración propia).....	94
Figura 4.7 Resultados del factor de seguridad 3 (Elaboración propia).....	95
Figura 4.8 Diseño de piezas en SolidWorks (Elaboración propia).	98
Figura 4.9 Estructura final del prototipo (Elaboración propia).	99
Figura 4.10 Vista lateral de la estructura (Elaboración propia).....	99
Figura 4.11 Cajón para caña azucarera (Elaboración propia).....	100
Figura 4.12 Cajón vista lateral derecha (Elaboración propia).....	100
Figura 4.13 Diseño en SolidWorks de la carcasa de plástico termo fundido (Elaboración propia).....	101
Figura 4.14 Vista lateral de la carcasa (Elaboración propia).....	101
Figura 4.15 Ensamble del disco de dirección (Elaboración propia).....	102

Figura 4.16 Vista frontal del enganche (Elaboración propia).	102
Figura 4.17 Ensamble de piezas primera parte (Elaboración propia).	103
Figura 4.18 Vista lateral del ensamble (Elaboración propia).....	103
Figura 4.19 Ensamble de caja con el chasis y estructura para descarga (Elaboración propia).....	104
Figura 4.20 Vista lateral del ensamble (Elaboración propia).....	104
Figura 4.21 Ensamble de componentes del disco de dirección y enganche (Elaboración propia).....	105
Figura 4.22 Ensamble de componentes de neumáticos traseros (Elaboración propia).....	105
Figura 4.23 Ensamble completo con señalamientos y datos del prototipo (Elaboración propia).....	106
Figura 4.24 Vista lateral del diseño completo (Elaboración propia).	106
Figura 4.25 Acción de descarga del implemento de transporte (Elaboración propia).....	107
Figura 4.26 Vista lateral de descarga (Elaboración propia).	107

RESUMEN

En este proyecto se contempla el objetivo de aplicar dos disciplinas como lo es el diseño industrial y la ingeniería en diseño mecánico, en lo particular se debía tener un producto para la aplicación de estas disciplinas ya mencionadas, es por ello que se optó aplicar esta ideología en el desarrollo de un prototipo de implemento de transporte para el traslado de caña de azúcar en el ingenio azucarero de Atencingo con la finalidad de evaluar los resultados al aplicar ambas disciplinas en este prototipo. El proceso de desarrollo se basa en una investigación previa de los implementos de transportes ya utilizados actualmente, posteriormente se inicia con la aplicación del diseño industrial junto a Pablo Pereyra diseñador industrial, realizando un estudio del perfil del usuario que el cuál es la manera en la que interactúa el usuario con el implemento, factores condicionantes, diseño conceptual, bocetaje análogo, estética etc. Posterior a esto se inició con el desarrollo de la ingeniería en diseño mecánico, con el cual se tomaron aspectos con criterio ingenieril del material más óptimo para el chasis del prototipo de acuerdo a su límite elástico y características del material seleccionado, selección de perfiles estructurales y aplicación del análisis de elemento finito por medio de SolidWorks *Simulation*. Este prototipo cuenta con ocho neumáticos para mayor estabilidad, un chasis de acero ASTM A36 con una capacidad aproximada de 50 toneladas antes de la cedencia del material ya mencionado, una carcasa de plástico termo fundido que no solo le da protección al sistema hidráulico y eléctrico sino también le da un lenguaje de diseño característico esto desarrollado con el diseño industrial. Cuenta con un accionamiento de descarga del implemento el cual se acciona con dos cilindros hidráulicos para depositar la caña de azúcar en las mesas alimentadoras del molino del ingenio teniendo el implemento una descarga independiente, al igual que señalamientos de precaución en carretera esto por seguridad vial.

Palabras clave: *Diseño Industrial, Diseño Mecánico, Ingeniería, Prototipo, Implemento De Transporte.*

1. INTRODUCCIÓN

El diseño industrial es un proceso estratégico de resolución de problemas que impulsa exponencialmente la innovación y permite una mejor calidad de vida y simplifica la vida mediante la creación de productos que optimizan las soluciones para el flujo de trabajo y la fabricación. La palabra diseño proviene del término italiano *designo*, que significa delineación de una figura, realización de un dibujo refiriéndose a un boceto análogo, bosquejo o esquema que se realiza mentalmente o en un soporte material antes de que se indique la producción de un artículo en particular. En la actualidad, el concepto de diseño tiene una amplitud considerable y una amplia gama de aplicaciones, tales como: diseño industrial, artesanal, gráfico, textil, mecánico, estructural, arquitectónico, moda, automotriz, etc. entre otras más aplicaciones (Rodríguez, 2003).

Si bien la creación de objetos para un propósito siempre ha estado presente en la humanidad para el desarrollo de esta misma, el diseño industrial aplicado en las áreas ya mencionadas, surge en la Revolución Industrial, un proceso que dio paso a la mecanización del trabajo y a la producción en escala. Hoy en día, el diseño industrial es fundamental en la sociedad, teniendo ya los cimientos para la creación de artefactos de uso cotidiano, desde automóviles hasta maquinaria industrial, agrícola, minería, transporte, productos, etc. (Gay, 2007). Así mismo, el término también se usa para denotar la apariencia de ciertos productos en términos de línea, forma y función. La aplicación del diseño es un proceso preliminar para encontrar una configuración mental o “predicción” de soluciones en cualquier campo, a menudo utilizado en el contexto de la industria, la ingeniería, arquitectura y otras disciplinas que requieren creatividad (V-Design Academy Mx, 2020)

El diseñador industrial que no tenga la capacidad para dominar y transmitir su creatividad por medio de bocetos análogos o bocetaje se verán forzados a diseñar lo que saben dibujar, en lugar de dibujar lo que saben diseñar causando así un rendimiento menor y será sin duda menos creativo que el que sí tenga esta capacidad según (Powell, 1985):

“El diseño industrial es por su naturaleza, una disciplina tridimensional; pero, a diferencia del artístico gráfico, que concibe y realiza ideas en dos dimensiones, el diseñador industrial pasa de una idea tridimensional a un boceto análogo en dos dimensiones y de ahí a una maqueta o modelo en tres dimensiones” (pag,6).

Un mal dibujante no hará más que un torpe boceto y difícil de mejorar, cuando el aspecto de un producto es un factor importante, el boceto se vuelve indispensable para resolver formas complejas y refinar el proyecto según lo necesario para crear un modelo tridimensional a partir de un boceto. Cuanto mejor dibuja un diseñador, cuanto más estilizado es, mejor es capaz de visualizar y percibir a la hora de desarrollar sus ideas (Powell, 1986b).

Más sin embargo el término de Diseño en ingeniería ha cambiado significativamente con el tiempo. Así los nuevos ingenieros prefieren el término análisis al de diseño por la antipatía que despierta en ellos el trabajo de representación gráfica o bocetaje. Desafortunadamente, en la actualidad un número creciente de nuevos ingenieros poseen bajos conocimientos o no entienden los procedimientos de representación gráfica y bocetaje en ingeniería y, puesto que el dibujo es el lenguaje básico usado por los ingenieros de diseño, este hecho es tan grave como tener una inadecuada comunicación en el lenguaje verbal (García, 2004a).

Para los estudiantes de ingeniería, el término diseño más comúnmente aceptado viene dado por el Consejo de Acreditación para la Ingeniería y la Tecnología (ABET) lo cual comenta que el diseño de ingeniería es el proceso de diseñar un sistema que cumpla con los requisitos. Es una metodología de toma de decisiones, a menudo iterativo, que utiliza los fundamentos de la ciencia, las matemáticas y la ingeniería para optimizar la transformación de los recursos y alcanzar los objetivos.

El producto del proceso de diseño de ingeniería es una combinación sinérgica de diferentes elementos, donde el desempeño integrado de las partes supera cada parte individual. Los elementos básicos del proceso de diseño en ingeniería son: creación de objetivos y especificaciones, síntesis, análisis, construcción, prueba y evaluación. Además, también se deben considerar diversas restricciones prácticas, como factores económicos, seguridad, estética, ética, impacto ambiental y social (García, 2004).

En el ingenio azucarero que está ubicado en Atencingo, Chietla, Puebla, utilizan implementos de transporte o remolques para transportar la caña azucarera del punto donde se cosecha a donde se procesa industrialmente. La gran problemática que tienen estos remolques es que no se partió de un estudio previo para diseñarlos y fabricarlos, sino que fueron fabricados de manera empírica y cubriendo las necesidades principales para transportar caña de azúcar del punto A al B.

Al analizar detalladamente y observar el uso de los remolques se observa una obsolescencia, deformaciones, flujos plásticos, problemas en el usuario al utilizar este tipo de remolques, colapso de la estructura por un sobre peso, pérdida de caña durante el transporte al ingenio, deficiencia al momento de la descarga y accidentes por no tener señalamientos y faros de prevención.

Es por eso que al observar estos puntos se tomó la decisión de diseñar un prototipo para resolver estas problemáticas aplicando el diseño industrial y el ingeniero en diseño mecánico para obtener mejores resultados, ya que es necesario realizar un estudio previo, un proceso y una concretización del producto desde la perspectiva del diseño industrial como la del ingeniero en diseño mecánico. Este proyecto fue llevar a cabo el proceso de diseño de grandes empresas de maquinaria agrícola a una pequeña escala, en este caso se seleccionó por diseñar un prototipo de un implemento de transporte para caña azucarera aplicando conceptos de diseño industrial como el proceso de bocetaje análogo, aspectos estéticos, perfil de usuario y funciones, así como la parte del diseño mecánico se tomó en cuenta, selección de materiales y propiedades, diseño en SolidWorks CAD (Computer Aided Design), análisis de elemento finito e impresión en 3d del prototipo.

Es importante aclarar que se trabajó en convenio con el diseñador industrial argentino Pablo Pereyra e Instructor de Sketch Academy lo cual su función fue el asesoramiento de esta área para el desarrollo del implemento de transporte para caña azucarera, así como conocimientos previos aprendidos en los cursos de bocetaje de producto e introducción al diseño industrial en V-Design Academy teniendo como encargado al diseñador industrial Omar Fernández.

1.2 Objetivo general

Aplicar el diseño industrial y la ingeniería en diseño mecánico en el desarrollo de un prototipo de implemento de transporte para caña azucarera.

1.3 Objetivos específicos

- Diseñar el prototipo de implemento de transporte a base de la aplicación del diseño industrial y representarlo con técnicas de (bocetaje) para obtener el concepto de diseño.
- Dar un lenguaje de diseño al prototipo para generar una familia de implementos de transporte en un futuro.
- Diseñar el prototipo en un software CAD (SolidWorks).
- Análisis de elemento finito en el chasis del remolque, calculando la tensión, deformación y factor de seguridad.
- Diseñar una estructura del chasis del remolque con mayor resistencia al tonelaje aplicado para evitar colapso estructural, deformaciones y flujo plástico.
- Integración de ambos lenguajes de diseño para mejorar el desarrollo del prototipo.

1.4 Hipótesis

Es posible obtener un mejor prototipo del implemento de transporte con la aplicación de ambas áreas tanto del diseño industrial e ingeniería en diseño mecánico.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Diseño industrial

El diseño industrial es una actividad proyectual de diseño de productos, es una actividad creativa y técnica que consiste en diseñar un objetivo para la producción en masa por medios industriales con el objetivo de mejorar los productos, comunicar y documentar ideas de una manera simple y eficaz. El diseño industrial dota de mejorar las cualidades a los objetos o productos de acuerdo a las necesidades del usuario. Es la creatividad que ayuda a conceptualizar y configurar los productos que serán fabricados de manera serial o industrial (V-Design Academy Mx, 2020b).

ICSID (International Council of Societies of Industrial Design, 2005) define el concepto de diseño industrial como una actividad de diseño que consiste en determinar las características formales de los objetos producidos industrialmente. Desde la perspectiva de los usuarios, son las condiciones funcionales y estructurales las que hacen de un objeto una entidad coherente, pues mientras que un enfoque exclusivo en las características externas de un objeto determinado debe hacerlo más atractivo u ocultar sus debilidades constitutivas.

Yves Zimmermann (1998) en su libro *Del diseño*, hace una reflexión sobre el término diseño y lo define de la siguiente manera: *“el diseño es una práctica contingente cuyas técnicas, metas y objetivos están en un proceso continuo de cambio. Es una suerte de concepción y planeación cuyo fin da como resultado un producto, sea un objeto material, o un servicio o sistemas inmateriales”*.

2.1.1 Diseño industrial en maquinaria agrícola

El diseño industrial se desempeña en una gran diversidad de áreas dentro de la industria del diseño en todo el mundo, se emplea en marketing, desarrollo de productos, producción, investigación etc. En la Figura 2.1 observamos algunas aplicaciones del diseño en otras áreas (Rodríguez, 2003).



Figura 2.1 Aplicaciones del diseño industrial mediante lo descrito por (Rodríguez, 2003). Elaboración propia.

2.1.2 Diseño industrial en maquinaria agrícola

El diseño industrial tiene un gran impacto dentro del desarrollo de maquinaria agrícola, muy independiente de las características elementales de ingeniería para determinar la funcionalidad de esta clase de maquinaria es muy importante integrar estética a los productos agrícolas y por supuesto un lenguaje de diseño que se distinga de otras marcas y modelos ya fabricados. Es por ello que el diseño industrial juega un papel muy importante que ayuda a desarrollar y estudiar nuevas arquitecturas que permiten generar nuevos conceptos de diseño en la maquinaria agrícola.

2.2 Tormenta de ideas (Brainstorm)

Brainstorm es una herramienta de trabajo en grupo que promueve la generación de nuevas ideas sobre un tema o problema específico, como se observa en la Figura 2.2. La tormenta de ideas es una técnica grupal para generar ideas originales en un ambiente relajado.

En general, es difícil para las personas generar ideas innovadoras, pero puede ser más fácil y rápido trabajar en un equipo colaborativo. La tormenta de ideas le permite crear un entorno que genera más ideas, fomenta la creatividad y aumenta las posibilidades de encontrar soluciones prácticas (Rivero, 2021).



Figura 2.2 Ejemplo de una tormenta de ideas o *brainstorm* por medio de una reunión (CanStockPhoto).

2.3 La concepción del diseño

Una idea es la representación mental que se puede asociar con un mundo real o imaginario. Significa un conocimiento general o básico de algo o una situación, y un deseo o intención de hacer algo. Los conceptos son las unidades básicas de todo tipo de conocimiento humano, es una idea abstracta que da origen a un resultado, mediante una metodología.

Así, un concepto en diseño es una representación visible de una idea de manera coherente como se observa en la Figura 2.3. No se tiene utilidad retener y guardar una cantidad de ideas en la mente si no las transformamos en conceptos que se puedan implementarse y acercar a la realidad (V-Design Academy Mx, 2020c).



Figura 2.3 Ejemplo de representación de ideas por medio de bocetos a mano alzada (Motorpasión México, 2018).

2.3.1 Creatividad

Es la habilidad o capacidades para innovar o crear cosas, que pueden ser objetos físicos, ideas, prototipos y representaciones.

2.3.2 Proceso creativo

Es una metodología con la cual se desarrollan conceptos de una manera más rápida y efectiva (Ferrer, 2006). Se tiene una estructura de pasos como se observa en la Figura 2.4.

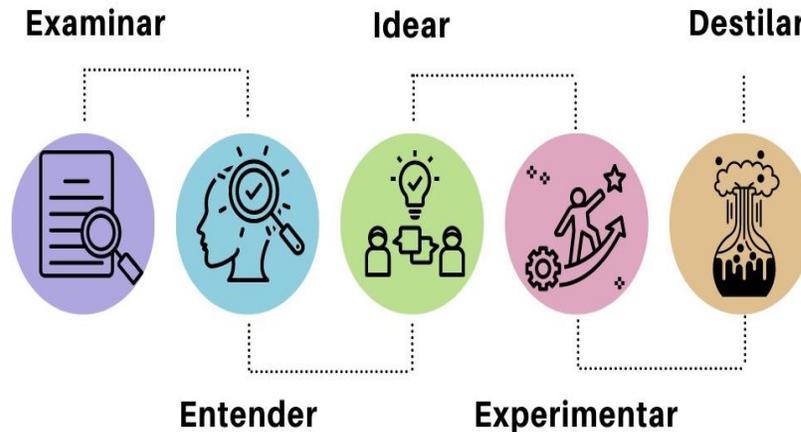


Figura 2.4 Proceso creativo estructurado mediante lo descrito por (Ferrer, 2006).
Elaboración propia.

2.3.3 Concepto útil

Es el concepto elegido después de haber realizado una lluvia de ideas y un proceso definitorio, es ese concepto que ya se trabajó y visto por otras personas con las que estás laborando. Es el concepto que aporta la mayor parte de soluciones que se estaban buscando en un principio, el caso es que estas propuestas que se han generado tendrán pros y contras con respecto a su estética, funcionalidad, cuestiones de fabricación, factibilidad productiva etc. Por lo cual debemos destilar o seleccionar una de estas ideas, porque es la que reúne la mayoría de las ventajas y puede mutar con unos cambios. Así que ese concepto útil será un punto de partida para ir hacia delante de una manera estratégica (Sánchez, 2012).

2.4 Reunión o asamblea (Brief)

La definición que se le adopta es la de una asamblea o reunión diseñada para informar o determinar oficialmente el trabajo, es una serie de pasos para poder definir las cualidades del producto en cuestión; en el diseño industrial también se le llama PDP o Perfil de producto. El *brief* es el punto de partida para entender el proyecto a desarrollar con una serie de pasos (Sánchez, 2012)

El *brief* debe de acotar;

- Descripción del proyecto.
- Objetivo/concepto inicial.
- Fases de desarrollo.
- Factores condicionantes.
- Usuarios.
- Tiempos y alcances.

El *Brief* no es letra muerta sobre papel, puede mutar una cantidad infinita de veces.

2.5 Factores condicionantes

Son los aspectos que identifican a los objetos como materia de investigación en diseño industrial porque determinan su existencia, configuración y realización (V-Design Academy Mx, 2020d)

- Cada objeto o producto es un sistema compuesto por subsistemas satisfactorios.
- Existen sistemas más simples y sistemas más complejos.

2.5.1 Producto objeto

Los siguientes conceptos se pueden ordenar los sistemas satisfactores en el orden mostrado para designar las características de una forma estratégica. En la Figura 2.5 se muestra mayor información de los factores condicionantes.

2.5.1.1 Función o Sistema Humano Satisfactor Desempeño (SHSD)

Es una acción específica que una persona o cosa realiza para un propósito específico en términos de elementos, personas, relaciones, etc. En el sistema con un motivo específico.

- Función principal.
- Mecanismos.
- Interacción.

2.5.1.2 Producción o Sistema Humano Satisfactor Tecnología (SHST)

Producir o procesar productos con mano de obra. Es una actividad que agrega valor al crear y entregar bienes y servicios.

- Cantidad (es).
- Ensamble / montaje.
- Materiales y procesos.

2.5.1.2 Entorno o Sistema Humano Satisfactor Entorno (SHSE)

Conjunto de circunstancias o factores físicos que influyen en el diseño de un objeto o producción.

- Usuario.
- Interacción.
- Ergonomía.

2.5.1.3 Estética o Sistema Humano Satisfactor Cultura (SHSC)

Es una rama de la filosofía que estudia a la esencia y la percepción de la naturaleza y belleza. Es el estudio de la percepción en general, sea sensorial o entendida de manera más amplia.

- Morfología, color.
- Proporción, morfología y semiótica.

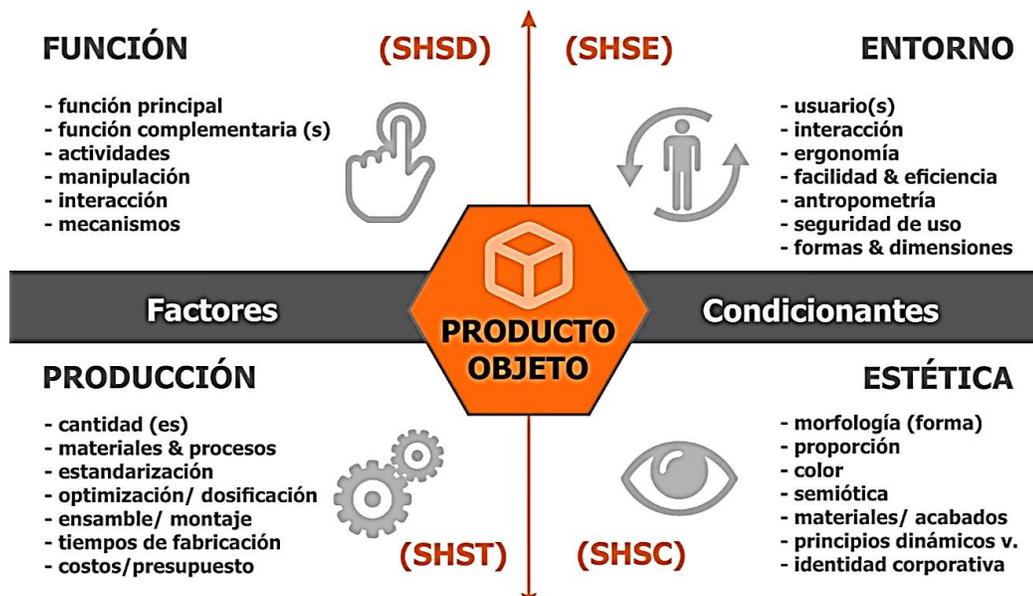


Figura 2.5 Esquema de sistemas satisfactorios de manera estratégica (V-Design Academy Mx, 2020).

2.5.2 Análisis morfológico

Es un procedimiento centrado en la forma que tiene el producto tecnológico que se está evaluando. Básicamente, es un análisis descriptivo que incluye la representación física del producto, sus dimensiones, aspecto, escala de uso, diagrama o modelo, y la creación de un código descriptivo que permita la lectura del producto, en pocas palabras como percibimos los objetos por sus rasgos físicos, (Reyes, 2010).

2.5.3 La estética y el buen gusto del diseñador

Así mismo el diseñador debe tener un buen gusto para adoptar el objeto o producto de buenas características físicas. El gusto es un principio estético que indica el grado de madurez y educación plástica del autor, es un valor superior al estilismo, puesto que permite una expresión particular mediante un manejo adecuado de los aspectos que percibe el ser humano como se observa en la Figura 2.6.



Figura 2.6 El gusto de Giuseppe "Nuccio" Bertone / Alfa Romeo / Carabo (1968) (Carrozzeri Italiani, 2022).

2.6 Perfil del usuario

Es quien usa ordinariamente algo es tanto aquella persona que interactúa directamente con el sistema como cualquier persona implicada que directa o indirectamente se vea afectada por el mismo (Salazar, 1993).

Las interacciones usuario – producto pueden ser:

- Morfológicas.
- Interactivas.
- Informativas.
-

El usuario tiene características específicas que deben ser identificadas para el desarrollo del producto. En general es toda la información recolectada acerca de los usuarios y su nivel de interacción con el sistema (V-Design Academy Mx, 2020e).

2.6.1 Criterios de relación producto – objeto

Es la clasificación para especificar y comprender la interacción del objeto y el usuario como se observa en la Figura 2.7, y en la Figura 2.8 y 2.9 se representan ejemplos.



Figura 2.7 Esquema de criterios de relación producto – objeto (V-Design Academy Mx, 2020).

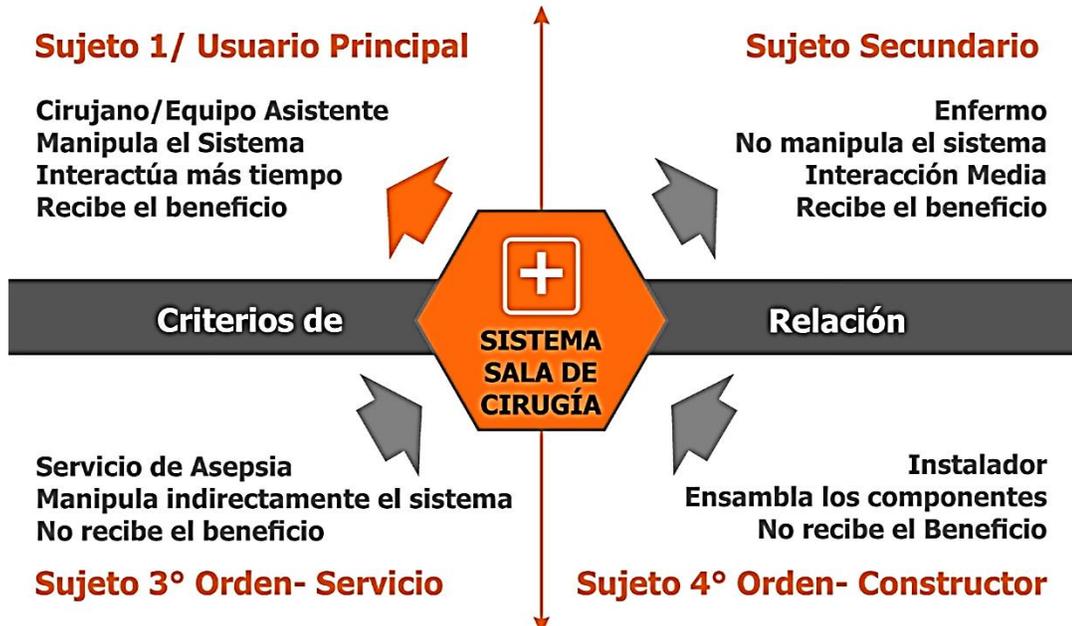


Figura 2.8 Ejemplo de la aplicación de criterios de relación en un sistema de sala de cirugía (V-Design Academy Mx, 2020).

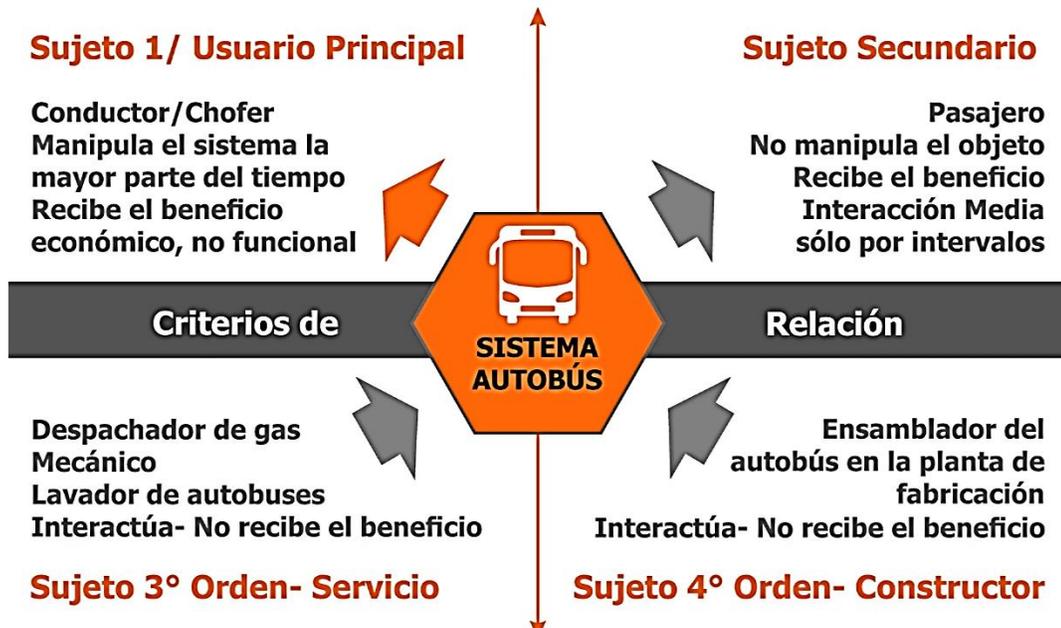


Figura 2.9 Ejemplo de la aplicación de criterios de relación en un sistema de sala de cirugía (V-Design Academy Mx, 2020).

2.7 El código del diseño industrial

2.7.1 Conceptos en la aplicación del diseño industrial

- **Ergonomía o factores humanos:** es una disciplina científica que se ocupa de comprender la interacción entre las personas y los elementos de un sistema.
 - **Anatomía:** ciencia que estudia la estructura, la forma y las relaciones entre las diferentes partes del cuerpo de los seres vivos.
 - **Antropometría:** estudia las dimensiones y medidas humanas con el propósito de evaluar los cambios físicos en las personas y las diferencias entre su raza y sexo, como se observa en la Figura 2.10.
1. **Estructural:** se encarga de las medidas de la cabeza, tronco y extremidades en posiciones estándar.
 2. **Funcional:** toma medidas con respecto al tiempo.

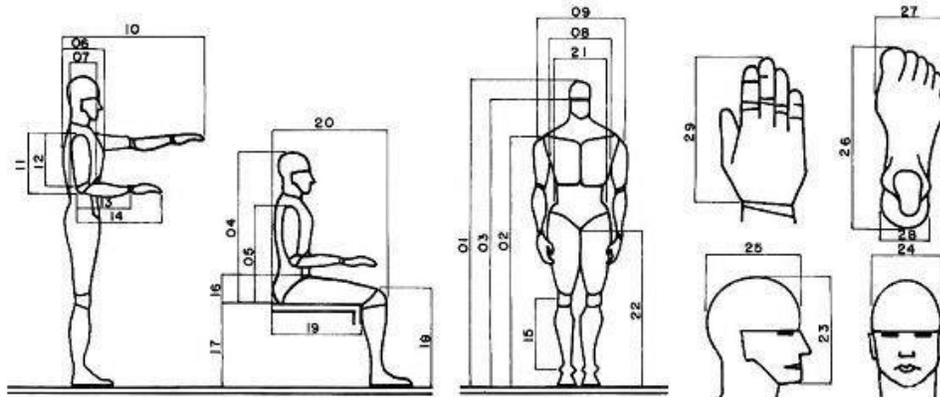


Figura 2.10 Estudio de dimensiones del cuerpo humano (Felisberto y Paschoarelli, 2001).

- **Goniometría:** ciencia y técnica de la medición de ángulos; en ergonomía es el análisis de los movimientos a partir de la gama de movimientos de las articulaciones en el sujeto de estudio.

- **Biomecánica:** es una disciplina científica que tiene por objetivo el estudio de las estructuras de mecánicas presentes en los organismos vivos, principalmente el cuerpo humano.

2.7.2 Trastorno Traumático Acumulativo (TTA)

Son una serie de trastornos musculares, tendinosos y nerviosos causados, acelerados o exacerbados por movimientos corporales repetitivos, particularmente en posiciones incómodas, en presencia de grandes fuerzas de contacto, vibración o frío como se observa en la Figura 2.11. Se presentan especialmente en las industrias aeroespacial, agrícola, automotriz, oficinas, corte de telas, procesamiento de alimentos, cuidados de la salud, manufactura, formación de metales, moldeado de plásticos y las artes interpretativas, sobre todo la música y la danza son susceptibles de los (TTA).

En primer lugar, los TTA no es fatiga, que es clasificada como cansancio, esfuerzo físico y comodidad que desaparece minutos u horas después de cesar la actividad (Ballester, 2014).



Figura 2.11 Representación de trastornos por traumas acumulativos (SlidePlayer, 2022)

2.7.3 Desorden Traumático Acumulativo (DTA)

Suelen darse en dos partes del cuerpo, las extremidades superiores y la zona lumbar, y en determinadas posiciones somos más propensos a lesionarnos, normalmente cuanto más cerca estamos de los extremos del rango de movimiento de una articulación, más propensos somos a desarrollar (DTA), la combinación de fuerza y frecuencia junto con posturas extremas infligirán un daño más rápido que la postura natural o la postura neutral.

Los desórdenes DTA son más comunes en los países desarrollados ejemplo como las molestias en el cuello, dolor de espalda, fatiga en la visión, dolor de garganta, mala postura frente al ordenador como se muestra en la Figura 2.12. Unos pequeños ajustes basados en la ergonomía bastaran para aliviar o prevenir el sufrimiento (Alzate,1997).



Figura 2.12 Ejemplo del posicionamiento correcto para evitar desorden traumático acumulativo (FreeJPG, 2022).

2.7.4 Estilización (Styling)

El *styling* es hacer un producto atractivo para los consumidores con el fin de venderlo. Nace al final de la 1ª Guerra Mundial 1918, tras la cual Estados Unidos tuvo una gran expansión debido a la mecanización y automatización de la producción. Modelo que se consolidó en 1929 cuando las empresas querían llamar la atención. Su propósito es atraer a los consumidores con una nueva imagen atractiva y tentadora, estimular su compra, consumo y aumentar las ganancias. En lugar de centrarse en la funcionalidad y la estética del objeto en sí, se centra en la investigación de mercado sobre la psicología de la motivación (Esperon, 2013).

2.7.5 Línea de corriente (Streamline)

Estilo logrado por las líneas aerodinámicas, los gustos refinados del *Art Decó*, bajo la influencia del futurismo, que glorificaba la velocidad. Plantea la forma de lágrima como la que más se adapta al concepto de velocidad como se muestra en la Figura 2.13, (Esperon, 2013)

- Lo feo no se vende, Raymond Loewy nombrado el padre del diseño industrial.



Figura 2.13 Ejemplos de diseños aerodinámicos de productos (Esperon, 2013).

2.7.6 Iterativo

Repetir una actividad varias veces para lograr una meta, objetivo o resultado deseado. Cada iteración del proceso también se denomina “iteración”, y los resultados de una iteración se utilizan como punto de partida para la próxima iteración (Vidal, 2009).

2.7.7 Productos disruptivos

Que produce una interrupción súbita de algo, produce una ruptura en el desarrollo de la actividad de un sector para propiciar una renovación radical (Ledo, 2019).

El diseño de una nueva generación de maquinaria agrícola como se observa en la Figura 2.14 muestra un producto disruptivo, esta máquina es el primer sistema holístico completo de producción de cultivos del mundo, la premisa básica es simple pero disruptiva.



Figura 2.14 Nexat revolution (nexat, 2022).

2.8 Plan o layout del producto

Proviene del inglés, que en nuestro idioma quiere decir diseño, plan o disposición. En diseño e ingeniería también se utiliza el concepto *layout*, que corresponde a un croquis, diagrama o bosquejo de la distribución de las partes o elementos en un diseño dado como se observa en la Figura 2.15, (Significados, 2022).

2.8.1 Plan o layout del diseño industrial

En diseño industrial se refiere a las etapas por las que pasa un producto al ser fabricado, indicando la secuencia correcta. También las empresas deben adoptar un enfoque del *layout* para optimizar el flujo de la información de materiales y personal (Significados, 2022).

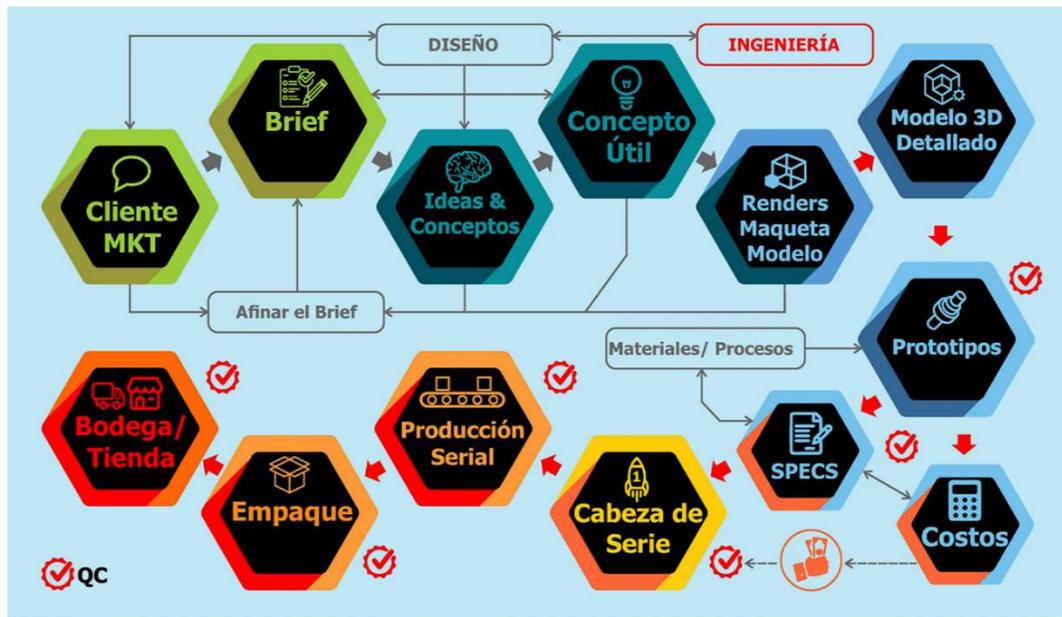


Figura 2.15 Layout general de diseño industrial (V-Design Academy Mx, 2021).

2.8.2 Plan o layout de ingeniería mecánica

La importancia del *layout* estriba en la eficiencia de tiempos en los procesos, pero sobre todo en la calidad de cada producto. El esquema de ingeniería mecánica es un poco más simple, pero no menos importante, ya que conlleva la parte del diseño y fabricación del producto como se observa en la Figura 2.16 (V-Design Academy Mx, 2021).

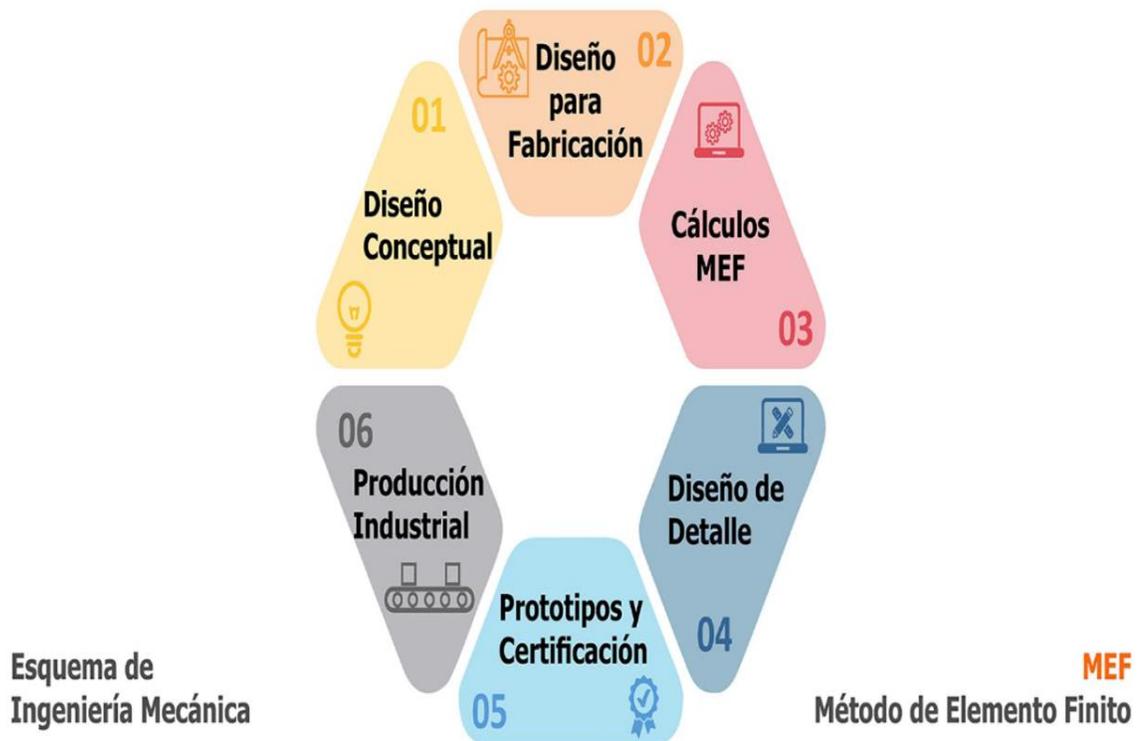


Figura 2.16 Layout de ingeniería mecánica (V-Design Academy Mx, 2021).

2.9 Ingeniería

La ingeniería es una disciplina que utiliza un conjunto de conocimientos técnicos, científico, práctico y empírico para inventar, diseñar, desarrollar, construir, mantener y optimizar todo tipo de tecnologías, máquinas, estructuras, sistemas, herramientas, materiales y procesos.

2.9.1 Ingeniería mecánica

La ingeniería mecánica es una rama de la ingeniería que utiliza los principios de la física para crear objetos y máquinas útiles para la vida humana. Aplicar conocimientos de las disciplinas de termodinámica, mecánica, mecánica de fluidos y análisis estructural en el diseñar equipos o dispositivos (Ingeniería, 2022).

2.10 Diseño

Es una tarea compleja que requiere mucha habilidad. Una relación compleja debe dividirse en una serie de tareas simples. La complejidad del tema requiere una serie de instrucciones y revisiones de ideas. En general, considere primero la esencia del diseño, luego el diseño mecánico. El diseño es un proceso iterativo con muchos pasos interactivos. El diseño es un proceso iterativo con muchos pasos interactivos. Hay muchos recursos disponibles para apoyar a los diseñadores, incluidas muchas fuentes de información y muchas herramientas de diseño asistido por computadora (Budynas, 2012).

La supervivencia de los componentes mecánicos está relaciona con el esfuerzo y la resistencia, y los aspectos de incertidumbre siempre han estado presentes en el diseño de ingeniería y se abordan a través del factor de diseño y el factor de seguridad. Los métodos estadísticos se enfocan en la confiabilidad del diseño y requieren estadísticas confiables. Hay otras consideraciones en el diseño mecánico, incluyendo dimensiones y tolerancias, unidades y cálculos.

2.10.1 El diseño mecánico

Es la ciencia responsable de la producción y construcción de todos los sistemas mecánicos que permiten que varias máquinas funcionen correctamente. El diseño de ingeniería se define como la aplicación de varios principios técnicos y científicos para definir un dispositivo, proceso o sistema con suficiente detalle para permitir su

realización. El diseño puede ser simple o muy complejo, fácil o complejo, matemático o no matemático, y puede involucrar una pregunta trivial o una pregunta muy importante. En la práctica, los ingenieros de diseño, independientemente de la disciplina, enfrentan constantemente el desafío de formular problemas no estructurados (Norton, 2013).

En el diseño mecánico, la definición del proceso de diseño se ha explorado ampliamente en un intento de proporcionar una forma de estructurar problemas no estructurados y lograr soluciones factibles.

Algunos de estos procesos tienen docenas de pasos, mientras que otros solo tienen unos pocos. (Norton, 2013) recomienda los siguientes 10 pasos, basados en la experiencia del autor, que han demostrado su eficacia en más de 40 años de práctica del diseño de ingeniería.

1. Identificación de la necesidad.
2. Investigación preliminar
3. Planteamiento de objetivos
4. Especificaciones de desempeño
5. Ideación e invención
6. Análisis
7. Selección
8. Diseño detallado
9. Creación de prototipos y pruebas
10. Producción

Es importante tener en cuenta que este no es un proceso lineal desde el paso uno hasta el paso diez. En cambio, es esencialmente un proceso iterativo en el que avanza de manera irregular, dando dos pasos hacia adelante y uno hacia atrás.

También se considera una actividad que requiere una comunicación intensiva, donde se utilizan palabras e imágenes, tanto de forma escrita como oral. Como se muestra en la Figura 2.17, los ingenieros deben ser capaces de comunicarse y colaborar de manera efectiva con personas de otros entornos profesionales (tech MÉXICO, 2022).



Figura 2.17 El ingeniero puede entender y desenvolverse en otras áreas y disciplinas (depositiphotos, 2022).

2.11 Aspectos en consideración en el diseño en ingeniería mecánica

Los ingenieros mecánicos se ocupan de la producción y procesamiento de energía y del suministro, transporte y automatización de los medios de producción. Su competencia y base de conocimientos es amplia. Entre las bases disciplinarias incluye mecánica de sólidos, mecánica de fluidos, transferencia de masa, termodinámica, procesos de manufactura etc. El diseño mecánico toca todas las áreas que componen la disciplina. (Budynas, 2012).

2.12 Fases del proceso de diseño en ingeniería mecánica

El proceso de diseño de un inicio a un final, a menudo se basa en el siguiente diagrama como se muestra en la Figura 2.18, se inicia con una identificación de una necesidad, después de muchas iteraciones, termina con la presentación de los planes para satisfacerla (Budynas, 2012).

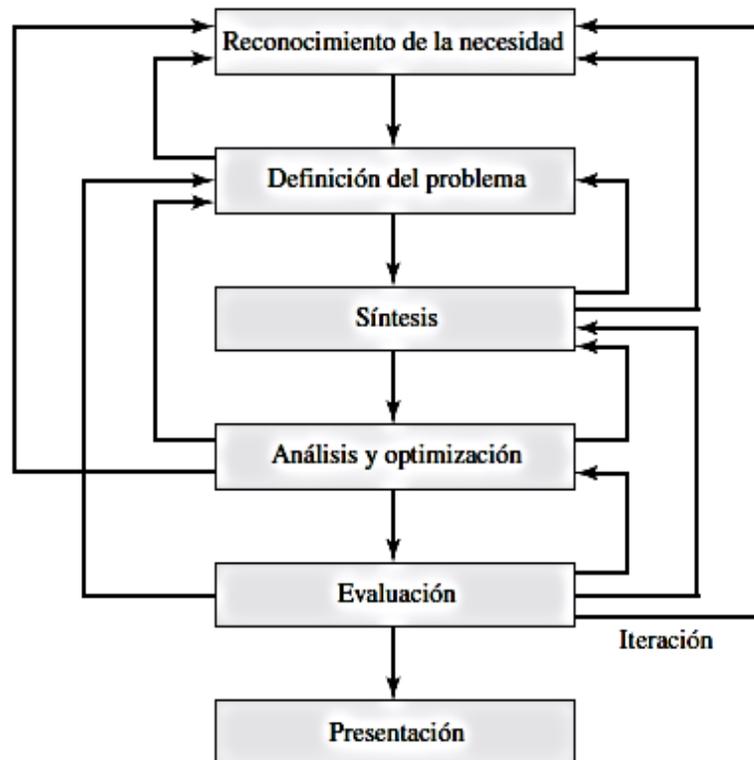


Figura 2.18 Fases del proceso de diseño (Budynas, 2012).

2.13 Consideraciones al ser diseñador

Cuando se usa el término consideración de diseño se refiere directamente a ciertas características que afectan un elemento de diseño pueden afectar a todo el sistema. Muchas de estas características a menudo deben tenerse en cuenta en una situación de diseño determinada (Budynas, 2012).

En la figura 2.19 se muestran algunas consideraciones en el diseño.



Figura 2.19 Algunas consideraciones importantes para el diseño mediante lo descrito por (Budynas, 2012) Elaboración propia.

Es importante señalar que algunas de estas características están directamente relacionadas con las dimensiones, material, procesamiento y la unión de los elementos del sistema. Algunas funciones pueden estar interrelacionadas, afectando la configuración del sistema final

2.14 Conceptos fundamentales de mecánica de materiales

2.14.1 Esfuerzo y resistencia

La resistencia es una propiedad de un material o de un elemento mecánico. La resistencia de un elemento depende de la selección, el tratamiento y el procesamiento del material. Algunos procesos de trabajo en metales y tratamiento térmico, como el forjado, el laminado y el formado en frío, causan fluctuaciones en la resistencia. El esfuerzo es una propiedad de estado en un punto específico dentro de un cuerpo, la cual es una función de la carga, la geometría, la temperatura y el proceso de manufactura (Mott, 2009).

2.14.2 Deformación

Cuando se aplica una fuerza a un objeto, tiende a cambiar la forma y el tamaño del objeto. Estos cambios se denominan como deformación y puede ser visibles o apenas perceptibles. En general, la deformación de un objeto no será uniforme en todo su volumen, por lo que cualquier cambio en la geometría de un segmento de línea en un objeto puede variar significativamente a lo largo de su longitud (Hibbeler, 2006).

2.14.3 Factor de seguridad

Es un valor numérico que se obtiene a través de la relación entre un esfuerzo permitido y el esfuerzo generado por cargas.

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{\sigma \text{ de cedencia}}{\sigma \text{ diseño}}$$

2.14.4 Diagrama esfuerzo-deformación

Las propiedades mecánicas de material se determinan en diversas pruebas de laboratorio entre las que podemos mencionar: la dureza, la maleabilidad, la ductilidad. La capacidad de los materiales para soportar esfuerzo se obtiene en pruebas o ensayos en las que se les aplican (tensión, compresión, torsión) y observando su comportamiento. Una vez que se conocen los datos del esfuerzo y la deformación, se pueden graficar los resultados para obtener una curva llamada diagrama esfuerzo-deformación como se observa en la Figura 2.20, es importante tener el conocimiento del comportamiento elástico, cedencia o fluencia, endurecimiento por deformación y estricción para interpretar el diagrama, estos conceptos son explicados en continuación (Askeland, 2017).

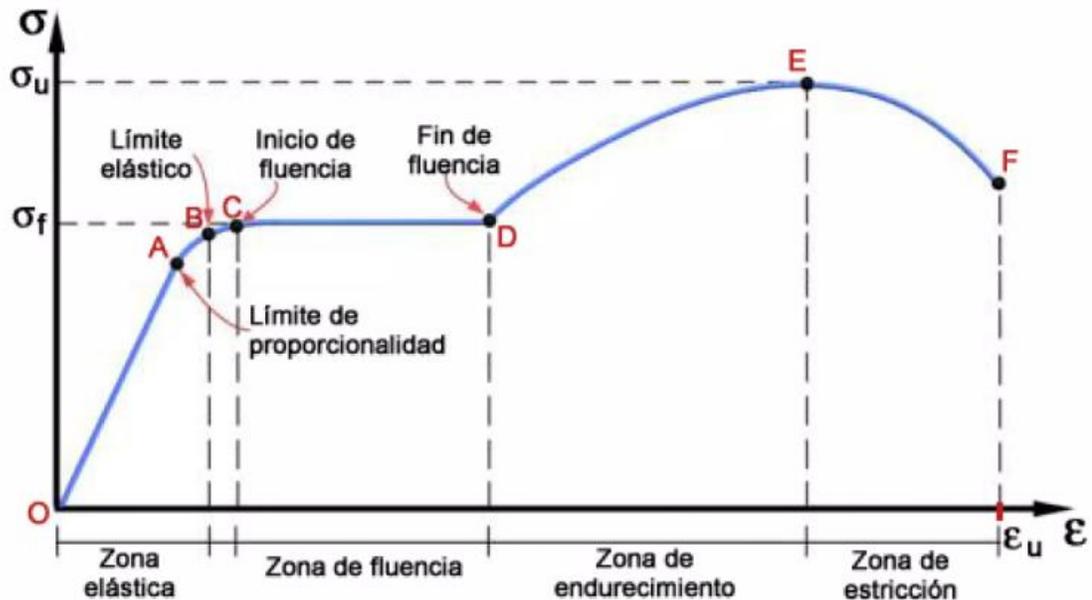


Figura 2.20 Diagrama de esfuerzo-deformación (Slidershare, 2022).

- **Comportamiento elástico:** *“la región inicial de la curva, representa la región elástica. Aquí la curva es línea recta hasta el punto donde el esfuerzo alcanza el límite proporcional. Si el esfuerzo excede ligeramente este valor, la curva se dobla hasta que el esfuerzo alcanza el límite elástico”.*
- **Cedencia o fluencia:** *“un ligero esfuerzo que exceda del límite elástico genera un rompimiento del material y ocasionará que este se deforme permanentemente. Este comportamiento se denomina cedencia o fluencia”.*
- **Endurecimiento por deformación:** *“cuando la cede, el elemento puede soportar cualquier aumento de la carga, lo que hace que la curva suba constantemente, pero se aplane hasta que alcance a llegar a un esfuerzo máximo conocido como esfuerzo último. Este aumento en la curva se llama endurecimiento por deformación”.*
- **Estricción:** *“cuando se alcanza el esfuerzo último, a medida que se estira el elemento, el área de su sección transversal disminuye de manera bastante uniforme a lo largo del elemento. Inmediatamente después del esfuerzo último, el área de la sección transversal comenzará a disminuir en una región del elemento y es aquí donde el esfuerzo comienza a aumentar. En este punto el diagrama esfuerzo-deformación tiende a curvarse hacia abajo hasta que la probeta se rompe en el esfuerzo de fractura”.*

2.15 Flujo plástico

Es la deformación en función del tiempo de un material para el que el esfuerzo o la temperatura juegan un papel fundamental. Los elementos se diseñan para resistir los efectos del flujo plástico con base en la resistencia por flujo plástico de su material, que es el máximo esfuerzo inicial que puede soportar un material durante un periodo determinado, sin sobrepasar cierta deformación por flujo plástico.

Si un material tiene que soportar una carga durante mucho tiempo, puede seguir deformándose hasta romperse o afectar su utilidad. Esta deformación permanente que depende del tiempo se conoce como flujo plástico. Usualmente el flujo plástico se toma en cuenta cuando se usan metales y cerámica para construir elementos estructurales o partes mecánicas que están sometidas a altas temperaturas (Hibbeler, 2017).

2.16 Acero al carbón y estructural

El término acero se refiere a una aleación de hierro, carbono, manganeso y uno o más elementos importantes. El carbón tiene un efecto importante en la resistencia, dureza y ductilidad de cualquier aleación de acero. Otros elementos afectan la capacidad de templabilidad, tenacidad, resistencia a altas temperaturas. A medida que aumenta el contenido de carbono, también aumenta la resistencia y la dureza, con las mismas condiciones de procesamiento y tratamiento térmico.

Dado que la ductilidad disminuye con el aumento del contenido de carbono, la elección del acero adecuado implica un compromiso entre resistencia y ductilidad. En los Estados Unidos, las propiedades de la mayoría de estos aceros están codificadas por la American Society for Testing and Materials (ASTM).

2.17 Diseño asistido por computadora

El software para el diseño asistido por computadora CAD (*Computer Aided Desing*) permite el desarrollo de modelos tridimensionales a partir de los cuales se pueden generar vistas ortográficas convencionales en dos dimensiones. Las trayectorias se pueden generar a partir de los modelos 3D, modelos que utilizan técnicas rápidas de creación de prototipos y fabricación (estero litografía o manufactura sin papeles).

2.17.1 Análisis de elemento finito

El análisis por elemento finito FEA (*Finite Element Anlysis*) es una técnica numérica utilizada para resolver problemas de campo descritos por un conjunto de ecuaciones diferenciales parciales. El método de elemento finito es ampliamente utilizado en muchas disciplinas de la ingeniería, como el diseño mecánico, electromagnetismo, mecánica de suelos, dinámica de fluidos, entre otros. Otros métodos numéricos utilizados en ingeniería incluyen: el Método de diferencias finitas, el Método de los estados límites y el Método de volúmenes finitos. Sin embargo, debido a su versatilidad y alta eficiencia numérica, FEA ha dominado el mercado de software de análisis de ingeniería (Woge, 2020).

El análisis por elemento finito permite encontrar una solución numérica aproximada para un elemento dividiéndolo en un número elevado de subdominios no-intersectantes entre si llamados elementos finitos. Este conjunto de los elementos finitos forma una partición del dominio llamada discretización. En cada elemento se pueden distinguir una serie de puntos representativos denominados nodos. Dos nodos son adyacentes si pertenecen a varios elementos. El conjunto de nodos considerado su correlación de adyacencia se denomina malla en la Figura 2.21 podemos observar el procedimiento del análisis del elemento finito desde la concepción de la geometría de CAD.

Haber preparado una geometría para mallar, pero aún no haber realizado el mallado, definir propiedades de los materiales, cargas, apoyos y restricciones e información sobre el tipo de análisis que se va a realizar. Este procedimiento completa la creación de un modelo matemático como se observa en la Figura 2.21.

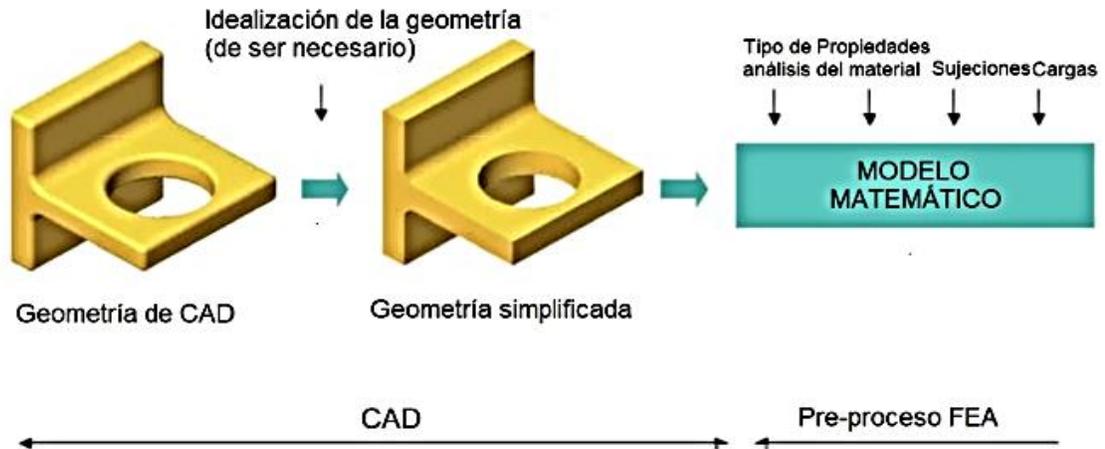


Figura 2.21 Para realizar el análisis se requiere un elemento geométrico (Woge, 2020).

El modelo matemático puede ahora ser dividido en elementos finitos mediante el proceso de discretización, mejor conocido como mallado. La discretización se manifiesta visualmente a sí misma como la malla de la geometría. Después de haber creado el modelo del elemento finito, usamos el solucionador numérico, que produce los datos de interés como se observa en la Figura 2.22.

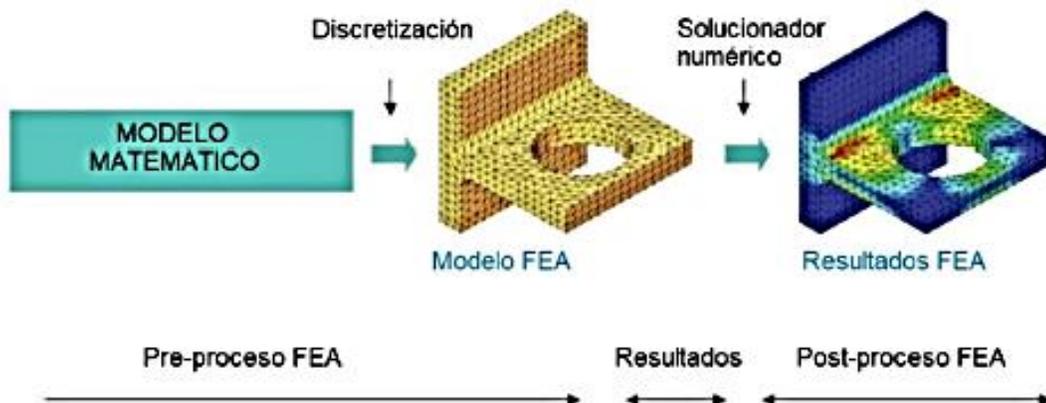


Figura 2.22 Los análisis proveen datos muy detallados (Woge, 2020).

2.18 Empresas en cuales desarrollan equipos por medio del diseño industrial e ingeniería

2.18.1 TESTON (marca de gigantes)

Es una empresa que ofrece equipos agrícolas y de transporte con calidad y competitividad, buscando la satisfacción de los clientes a través de la cualificación de sus empleados y mejora continua de sus productos y procesos con el uso de nuevas tecnologías y el respeto por el medio ambiente. Está ubicada en la carretera PR 323 km 218 en la ciudad de Cianorte, Brasil – PR, nuestra sede propia cuenta con un área construida de 6,000 metros y una planta total de 10,000 metros lista para expansión. (Teston a marca dos gigantes, 2022). Uno de sus productos más solicitados y que conllevo un gran proyecto en el desarrollo fue el (GIGANTE 22.000 BR) que se observa en la Figura 2.23 el gigante que revoluciono el mercado de transbordo, único con una capacidad de 22 toneladas de carga, fue desarrollado para acelerar el proceso de cosecha y reducir costos para los productores de caña de azúcar. El Gigante 22.000 reduce hasta en un 20% el consumo de diésel entre el tractor y la cosechadora, aumenta en un 15% el rendimiento de la cosechadora y del tractor, ofrece mayor estabilidad en terrenos inclinados, otorga mayor agilidad en el cañaveral y además reduce el tiempo de descarga hasta el 40% del tiempo.



Figura 2.23 Implemento de transporte, GIGANTE 22.000 BR (Teston a marca dos gigantes, 2022).

2.18.2 John Deere en colaboración con BMW Designworks (BMW-Deere)

2.18.2.1 Designworks

Designwork es un centro de diseño dentro de la organización BMW como se observa en la Figura 2.24, comenta Stephen Chadwick, director de *Designworks* responsable de la cuenta de John Deere. El cincuenta por ciento de nuestro trabajo es negocio relacionado con *BMW Group*, y el otro cincuenta por ciento es de clientes no automotrices, y eso es lo que mantiene una frescura constante en nuestro pensamiento de diseño, Ellos Trabajan en todas las industrias y disciplinas de diseño para crear nuevas e inesperadas soluciones".



Figura 2.24 BMW *Designwork* localizado en *Newbury Park*, USA.

Los resultados de diseño innovadores reflejan la experiencia de *Designworks* de trabajar con clientes de diversas industrias. El equipo de California diseña automóviles BMW como parte totalmente integrada de la organización de desarrollo de BMW, pero eso es solo una parte de su trabajo. El estudio se asocia con una variedad de clientes, incluidas compañías de tecnología de transporte y aviación, como *Virgin Hyperloop*, que literalmente están reinventando la forma en que los humanos viajarán hoy y en el futuro (Deere & Company, 2022).

2.18.2.2 Historia del inicio de Designworks

El diseñador Henry Dreyfuss y su empresa (*Dreyfuss y Associates*), habían diseñado muchos productos John Deere desde la década de 1930, Chuck Pelly, quien fundo *Designworks*, primero trabajo como diseñador y asistente de Dreyfuss. A principios de la década de 1970, el negocio de *Designworks* creció exponencialmente a partir de un garaje en el sur de California.

Lo hermoso de *Designworks* es que muchas cosas progresistas que marcan tendencia surgen en California”, dijo Doug Meyer, directo global de ingeniería de construcción de John Deere. Esa fue la razón por la cual BMW compró *Designworks*, querían alguna influencia en sus productos que viniera de fuera de Alemania (Deere & Company, 2022).

2.18.2.3 Inicio de Designworks con John Deere

Menciona (Deere & Company, 2022) que Deere comenzó a trabajar con Designworks en la década de 1990 con los equipos de construcción, así que el motivo que estén representados de manera destacada es gracias a este estudio de diseño que ha trabajado en los equipos de esta división. En los años posteriores comenzó a trabajar con la división de agricultura y césped de Deere, las demás divisiones y líneas de productos no se habían concentrado con la empresa.

En 2012, Deere se centró en elegir un socio de diseño industrial. Después de una búsqueda exhaustiva, BMW *Designworks* llegó a la cima como el socio comercial adecuado, comentó Steve Robisky, líder del consejo de planificación estratégica y diseño empresarial de John Deere.

2.18.2.4 Diseño de las cosechadoras X9 por Designworks

En el proceso de diseño de las cosechadoras X9, *Designworks* habla que no solo diseño un producto. Si no que intencionalmente, fueron amplios para desarrollar un lenguaje de diseño industrial para los equipos agrícolas de Deere, tal como lo habían hecho para la división de construcción. El lenguaje de diseño industrial es esencialmente una guía para unificar los principios de diseño, desde la forma hasta los gráficos y los materiales, que ayudara a informar el desarrollo de futuras soluciones agrícolas de Deere (Deere & Company, 2022).

2.18.2.5 Galardonados con dos premios de diseño de la cosechadora X9

If international Forum Design GmbH reconoció a la cosechadora X9 de John Deere con el *If Design Award* por su “aspecto intencionalmente agresivo y su postura activa que representa un poder imparable, pero refinado” como se observa en la Figura 2.25. Elogiaron las formas angulares de la cosechadora que expresan resistencia mecánica; su exclusiva franja amarilla en relieve que brinda una presencia de marca mejorada, y una estación del operador que lidera en comodidad, visibilidad y eficiencia de control.



Figura 2.25 Lenguaje de diseño de la cosechadora X9 (Deere & Company, 2022).

Además, la X9 fue ganadora del premio *Red Dot* de 2021, y los jueces notaron que el lenguaje de diseño mostraba resistencia mecánica y alta precisión, lo que comunicaba de manera impresionante la potencia de la máquina. Además, la estación del operador y la integración de tecnologías inteligentes aseguraron una experiencia de usuario optimizado (Noticias Maquinaria, 2021).

2.18.3 Diseño de los tractores 7R y 8R

En colaboración con *Designwork*, con sede en California, desarrollan grandes ideas, todo comenzó con un trazo de un bolígrafo, los bocetos realizados para obtener el concepto de diseño de estos modelos como se observa en la Figura 2.26. Posteriormente se convirtieron en datos de diseño digital. Perfeccionaron las características en programas de diseño en ordenador, se seleccionaron materiales de máxima calidad y estas se produjeron con pasión con acabados de primera calidad, ergonomía inigualable, se analizaron y optimizaron cada detalle para desarrollar estos tractores a la perfección (John Deere-Nuevos 7R y 8R-Creando perfección-diseño, 2019).



Figura 2.26 Digitalización de bocetos realizados con bolígrafo (John Deere-Nuevos 7R y 8R-Creando perfección-diseño, 2019).

La empresa John Deere habla sobre el nuevo lenguaje de diseño industrial que se articula en los tractores 8R, que son un salto adelante en tecnología avanzada. “Es un punto de inflexión”, porque ese mismo vehículo, el tractor 8R, es el que imaginaron. Tomo varios años en cobrar vida y se requería probar diferentes arquetipos de diseño en todo el mundo, gama de tractores, con el fin de crear un lenguaje de diseño holístico. La impresión visual inicial del nuevo modelo 8R ya cuenta una historia cautivadora, líneas que hablan con potencia de la actividad proactiva que exhiben estos tractores.

- Los años de colaboración están dando sus frutos. El tractor 8R como se muestra en la Figura 2.27 ya ha ganado dos premios internacionales por su diseño, incluidos los prestigiosos premios *Red Dot* e *iF*.
- Josh Hoffman, líder de Deere para la experiencia del usuario y el diseño industrial, comenta que “el papel de *Designworks* es realmente como un socio de diseño clave para ayudar a crear la visión de cómo queremos que se vean y sean estas máquinas en el futuro”



Figura 2.27 John Deere serie 8R.

2.18.4 Caimán Pulverizadoras (Empresa, Argentina)

La agricultura es una actividad en evolución y constante crecimiento llevando a cabo innovaciones con nuevas tecnologías y desarrollo de proyectos para satisfacer las necesidades de los productores o usuarios.

Argentina ha logrado emerger como uno de los líderes mundiales en el desarrollo de la agroindustria es por ello que Caimán es una empresa con una planta industrial que cuenta con 6000 metros, cuadrados, y se dedica exclusivamente a la comercialización, producción y diseño de pulverizadores. Caimán está ubicada como se observa en la Figura 2.28 sobre la Ruta Nacional 179 en Las Parejas, Santa Fe, Argentina, punto estratégico para la actividad agro-industrial (Caimán, 2021).



Figura 2.28 Planta industrial Caimán (Caimán, 2021).

2.18.4.1 Estudio de diseño BRK en el desarrollo de la pulverizadora SPH Caimán

En el año 2005 Caimán incorporo ingenieros mecánicos para mejorar el funcionamiento de sus pulverizadoras, más tarde decidieron mejorar el aspecto se vincularon con el estudio BRK, la afinidad fue instantánea y esa sinergia dio nacimiento a un multipremiado modelo de pulverizadora SPH. Caimán ya tenía desarrollado gran parte del equipo, la planta matriz, chasis, motor y la mayor parte de los componentes ubicados. Así que BRK que son las siglas de los nombres de los diseñadores industriales argentinos, (Ezequiel Castro, Gavier Bertani, Kera Cade) se encargaron en el desarrollo de la parte visible del producto, específicamente en la percepción de la máquina (Caimán, 2021).

2.18.4.2 Diseño exterior del tanque, trompa e innovación de aguilón en la SPH

Comenzaron con la concepción de diseño por medio de bocetos con líneas de carácter automotriz con el fin de transpolar al agro. Un reto para los diseñadores fue el desarrollo del tanque como se observa en la Figura 2.29, ya que por medio del diseño tenían que cubrir aspectos funcionales como una amplia visibilidad de la cabina, distribución de peso y la búsqueda de estética con el fin de unificar el tanque con el resto de la pulverizadora y hacerlo uno mismo (Nardon, 2016).

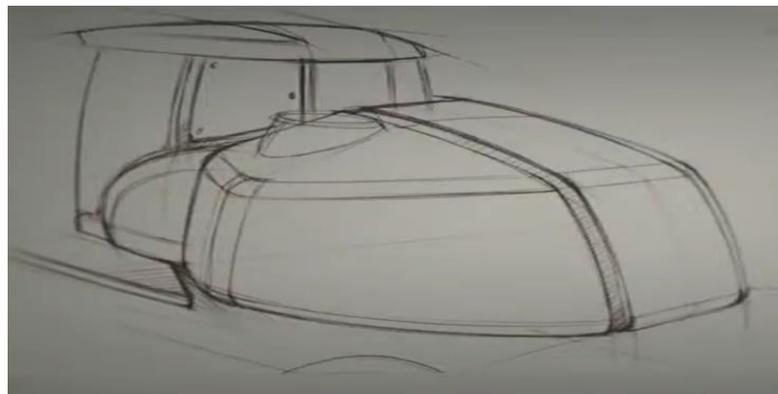


Figura 2.29 Concepción de diseño del exterior del tanque por (BRK), (Nardon, 2016).

La planta superior del pulverizador parece un formula 1 comenta Ezequiel Castro, posteriormente de la búsqueda estética general se centraron en el diseño de los plásticos laterales que cubrían el tanque, tomando referencias de motocicletas BMW y KTM, con superficies puras pero filosas con entradas de aire, esto con el motivo de generar una perspectiva de velocidad a la máquina.

El desarrollo de la trompa se inició con el modelo actual en ese momento, era una trompa muy cuadrada, planos muy definidos y muy recta, dentro de la propuesta por parte del estudio de diseño (BRK) se le dio una percepción con líneas más pronunciadas, ablandando un poco las superficies para generar una fluidez en la forma, se trabajó en el ángulo de ataque y el tema de la garra clásica de este componente permaneció como se muestra en la Figura 2.30. El estudio de diseño propuso reemplazar aguilonos de acero de la SPH por unos de fibra de carbono mucho más livianos y de mayor alcance, se contactaron con la firma (King Composite) que fabrican mástiles de fibra de carbono para veleros de competición, incorporaron un material no utilizado en ese segmento y generaron un caso de innovación (Nardon, 2016).

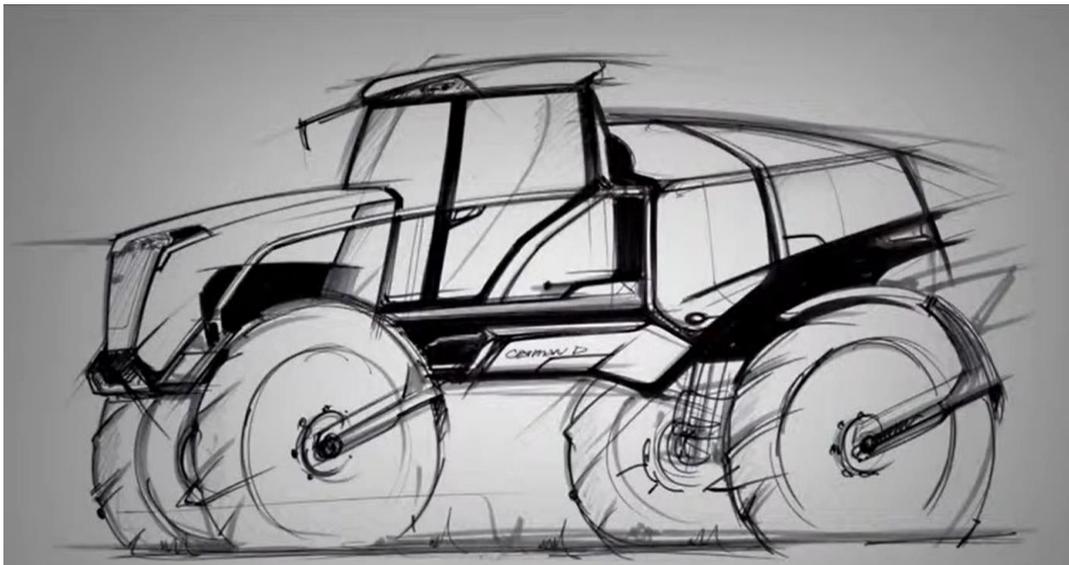


Figura 2.30 Representación y propuesta de diseño de la pulverizadora SPH (Nardon, 2016).

2.18.4.3 Diseño final de la Pulverizadora SPH

Se requería un producto de primera línea, Alejandro Lynch miembro de (King Agro) habla sobre la utilización de acero, el peso es demasiado y solo tiene 30 metros de ancho de trabajo, al reducir el peso considerablemente sin perder resistencia logran hacer estructuras más largas de 22 y 25 metros de largo de cada lado con fibra de carbono, mientras tanto el estudio de diseño (BRK) y los ingenieros de Caimán con la colaboración de los usuarios y clientes se logra unificar un gran proyecto, en colaboración con los profesionales logran un diseño mucho mejor con curvas más finas con una esencia automotriz, el primer impacto que genero la maquina era que parecía importada (Nardon, 2016).

Hablan los directores de la empresa Caimán “Cuando el diseño y la ingeniería se fusionan los limites se corren y aparece la innovación y el desarrollo” como se observa en la Figura 2.31.



Figura 2.31 Unificación de la ingeniería y el diseño industrial (Nardon, 2016).

2.18.5 Fabrica de tractores Massey Ferguson (Beauvais, Francia)

La planta de Massey Ferguson en Beauvais está totalmente enfocada en satisfacer las demandas cada vez mayores de los agricultores de todo el mundo, Massey Ferguson tiene una perspectiva poderosa del futuro siendo responsable de muchas innovaciones prácticas de diseño de maquinaria sencilla y fiable, equipada con la tecnología más adecuada. Para alcanzar estos objetivos siguen muy de cerca las necesidades cambiantes de sus clientes. La fábrica de Beauvais es un centro de excelencia y epicentro de la investigación como se muestra en la Figura 2.32.

Es uno de los mayores sitios de fabricación de tractores propiedad de AGCO en Europa. Beauvais es el primer productor y exportador francés de maquinaria agrícola y ha sido Fábrica del año en 2016. Este centro de excelencia ahora consta de cuatro sitios con una superficie global de más de 54 Ha y está ubicado del norte de París. Esos sitios se han visto impulsados por una inversión masiva en tecnologías de construcción, herramientas, diseño y eficiencia (Massey Ferguson, 2022).



Figura 2.32 Fabrica Massey Ferguson en Beauvais, Francia (Massey Ferguson, 2022).

2.18.6 Diseño industrial en Massey Ferguson

Los equipos de trabajo están en permanente diálogo con diseñadores e ingenieros como por ejemplo en el desarrollo del capo inclinado para los tractores Massey Ferguson, durante las sesiones de debate con clientes la visibilidad frontal se convirtió en un criterio de elección importante. El equipo de diseño sugirió varios bocetos innovadores que ayudaron a los ingenieros a lograr nuevas arquitecturas y así mismo la simulación digital ayuda a la formulación de varias propuestas.

La colaboración de los equipos de diseño industrial e ingeniería junto con el uso de las herramientas correctas nos permite accionar rápidamente y adaptar nuestras soluciones a las tendencias del mercado como se observa en la Figura 2.33 y Figura 2.34 (Liste maquinaria, 2021).



Figura 2.33 Propuesta del capo inclinado para tractores Massey Ferguson (Liste maquinaria, 2021).

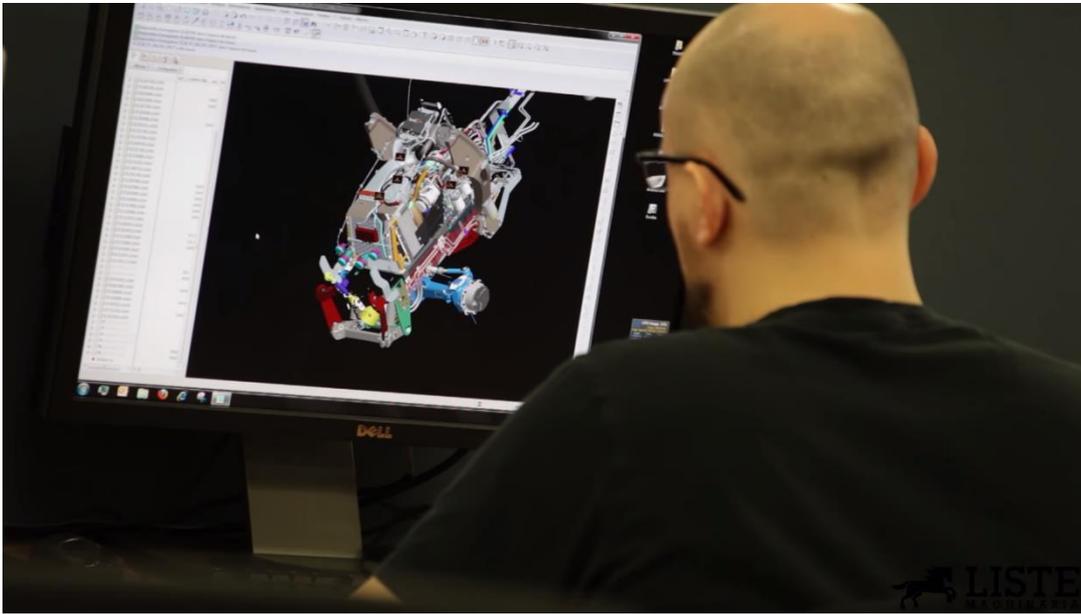


Figura 2.34 Diseño mecánico en el desarrollo de elementos Massey Ferguson (Liste maquinaria, 2021).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En el desarrollo de este proyecto está dividido en dos fases generales, la primera fase es el desarrollo de la propuesta del prototipo por medio del diseño industrial, que incluyen la elaboración del *Brief*, ya que es una serie de instrucción que definen las cualidades de producto en cuestión, el cual está compuesto por la concepción del diseño, factores condicionantes, perfil del usuario, etc.

Es importante señalar que el diseño industrial no solo es estilizar el producto, sino que tiene un factor importante en el éxito de este proyecto, ya que se contemplan aspectos morfológicos, ergonomía, estética, desorden y trastorno traumático acumulativo entre otros más.

La segunda fase consiste en tomar todos los datos obtenidos del diseño industrial para continuar con el diseño mecánico para materializar el producto (implemento de transporte) por medio de una impresión en 3D.

Esta fase se basa en el criterio ingenieril para determinar el tipo de material recomendado para el entorno donde se desenvolverá el prototipo, así como el factor de seguridad, tensión y deformación. Todo esto se realizó en software CAD (Solidworks), ya que brinda una gran cantidad de herramientas para el desarrollo y ejecución de análisis del prototipo del implemento de transporte. La aplicación de ambos lenguajes tanto el diseño industrial como la ingeniería en diseño mecánico nos brinda muy buenos resultados al manejar ambos lenguajes como se observa en la Figura 3.1.



Figura 3.1 Combinación de la ingeniería diseño mecánico y el diseño industrial (towi, 2022).

3.1 Materiales

3.1.1 Materiales utilizados en la aplicación del diseño industrial

En la aplicación del diseño industrial para el desarrollo del prototipo del implemento de transporte se utilizaron los siguientes materiales.

Hojas blancas A3: el tamaño de papel A3 se utiliza comúnmente tanto en la industria como en el hogar. Mide 297 x 420 mm y es una gran alternativa cuando se trata de presentaciones y gráficos. Es una opción popular y rentable porque es fácil de producir en grandes cantidades a un precio bajo.

Colores Faber Castell: son extremadamente resistentes a la rotura, máxima resistencia a la luz, colores más vivos y una capacidad de pintura óptima, junto con muchas otras ventajas valoradas por artistas profesionales. Estos lápices tienen una mina espesa de 3.8 mm. Suave y vibrante color. Pigmentos sin ácido de alta calidad en colores brillantes, resistencia a la luz sin igual. Resistente al agua y a prueba de manchas. Alta resistencia a la rotura debido al proceso de unión Secural (SV).

XL Layou – Marker marcadores (A3): canson XL Marker es un papel semitransparente, muy blanco y muy suave para trabajos de diseño. Es resistente al agua y está cubierto por una barrera que evita la penetración de tinta.

Marcadores Chartpak: los marcadores Chartpak son ideales para arquitectos y diseñadores. Son a base de Xileno por eso se sugiere utilizarlos en una zona bien ventilada.

Entre otros materiales secundarios se utilizaron pistoletas, rotuladores POSCA, reglas, plantillas de círculos y elipses, curvas francesas y sakura pigma micrón.

3.1.2 Materiales utilizados en la aplicación de diseño mecánico

En la aplicación del diseño mecánico para el desarrollo del prototipo del implemento de transporte se utilizaron los siguientes materiales.

3.1.2.1 Software (Solidworks)

SolidWorks es un Software CAD (Diseño Asistido por Computadora) para modelado mecánico en 3D, desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp., para el sistema operativo Microsoft Windows, intuitivo y fácil de manejar como se observa en la Figura 3.2.

El programa permite modelar piezas, conjuntos (ensambles) y extraer de ellos tanto planos técnicos como otro tipo de información necesaria para la producción. Es un programa basado en nuevos métodos de modelado con sistemas CAD. El proceso consiste en transferir las ideas del diseñador a un sistema CAD, para crear virtualmente una pieza o ensamble.

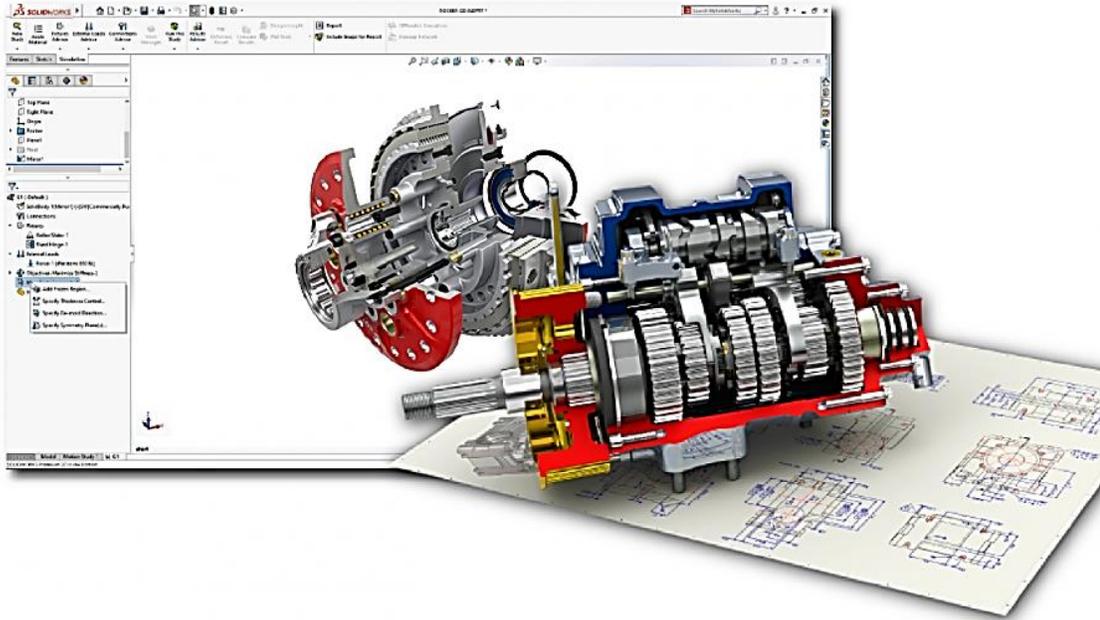


Figura 3.2 Interfaz de SolidWorks con ejemplo de las capacidades de este Software (UNCUYO, 2019).

Una característica clave que convierte a SolidWorks en una herramienta versátil y precisa es su capacidad para vincular, variar y parametrizar bidireccionalmente todas las aplicaciones.

3.1.2.2 Ensamble SolidWorks

La creación de ensamblajes, consiste en insertar cada una de las piezas o modelos realizados en el módulo de pieza y establecer las relaciones de posición entre cada uno de ellos.

Para el diseño y modelado de sus ensamblajes se utilizó el módulo de (Ensamblajes) que es una herramienta que permite crear ensamblajes o conjuntos mecánicos como se muestra en la Figura 3.3.

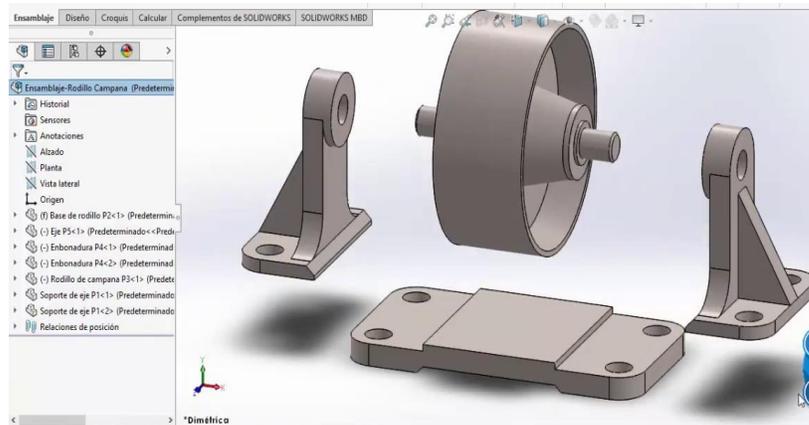


Figura 3.3 Ejemplo de ensamble de piezas en SolidWorks (CADISAC, 2019).

3.1.2.2 Solidworks Simulation

Es una herramienta de validación de diseño integrada en SolidWorks que le permite simular el comportamiento mecánico y térmico específico un modelo o ensamble bajo ciertas condiciones sin necesidad de crear un prototipo físico real del mismo. Una vez integrado en SolidWorks, podemos cambiar la geometría del modelo 3D y volver a probarlo tantas veces como sea necesario bajo diferentes condiciones (distintos materiales, cargas, mallado, etc.) como se observa en la Figura 3.4.

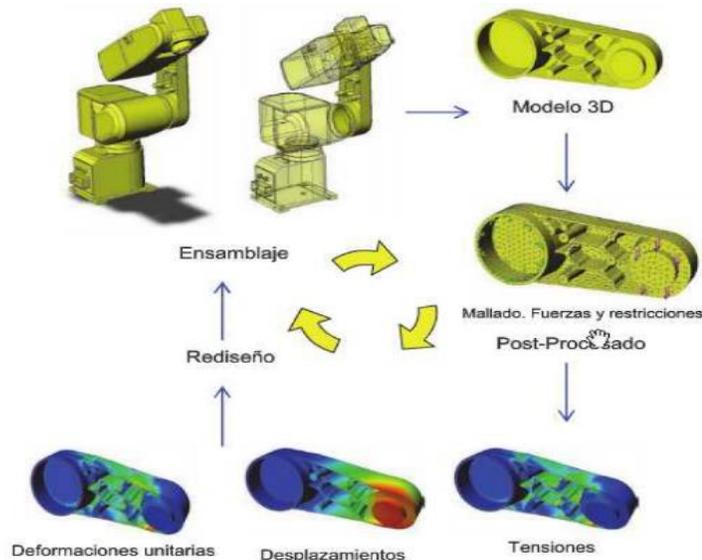


Figura 3.4 Etapas para el uso de SolidWorks Simulation. (El gran libro de SolidWorks, 2015)

3.1.2.3 Acero ASTM A36

Desarrollado por ASTM (*American Society for Testing and Materials*), la norma ASTM A36 incluye perfiles, placas y barras de acero estructural. Esta norma proporciona un método de análisis de calor para determinar la composición química requerida para carbono, manganeso, fósforo, azufre, silicio y cobre. Las propiedades de resistencia a la tracción, límite elástico y alargamiento se evalúan utilizando el ensayo de tracción. Esta norma es aplicable a una gran variedad de perfiles estructurales laminados en caliente y a placas de la misma calidad que aún están disponibles en el mercado mexicano. Este grado de acero tiene un punto de fluencia (F_y) de 36, 000 psi (250 MPa) y es muy dúctil, en resumen, es un acero de bajo carbón.

Después de todo, el acero que cumple con la norma ASTM A36, es el acero laminado en caliente y dulce más utilizado. Tiene excelentes propiedades de soldadura y es adecuado para procesos de rectificado, taladrado, roscado y mecanizado. Generalmente, el acero A36 está disponible en las siguientes formas: barra rectangular, barra cuadrada, barra circular y formas de acero como canales, ángulos, vigas en H y vigas en I.

3.1.2.4 Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de un material determinan su comportamiento cuando se le sujeta a esfuerzos mecánicos. Estas propiedades incluyen el módulo de elasticidad, punto de fluencia (F_y), resistencia última de tracción (F_u) y dureza. Las propiedades mecánicas son importantes en el diseño porque el funcionamiento y rendimiento de un producto depende de su capacidad de resistir la deformación ante los esfuerzos a que se le somete durante su uso.

3.2 Métodos

3.2.1 Layout para desarrollo del implemento de transporte

El *layout* que se llevara a cabo para el desarrollo de este proyecto para optimizar el flujo de información y procedimiento consta de siete pasos generales como se observa en la Figura 3.5, es importante la aclaración que es complicado desarrollar un proyecto como esté contemplando todos los factores, es por ello que se tomaron los más relevantes.

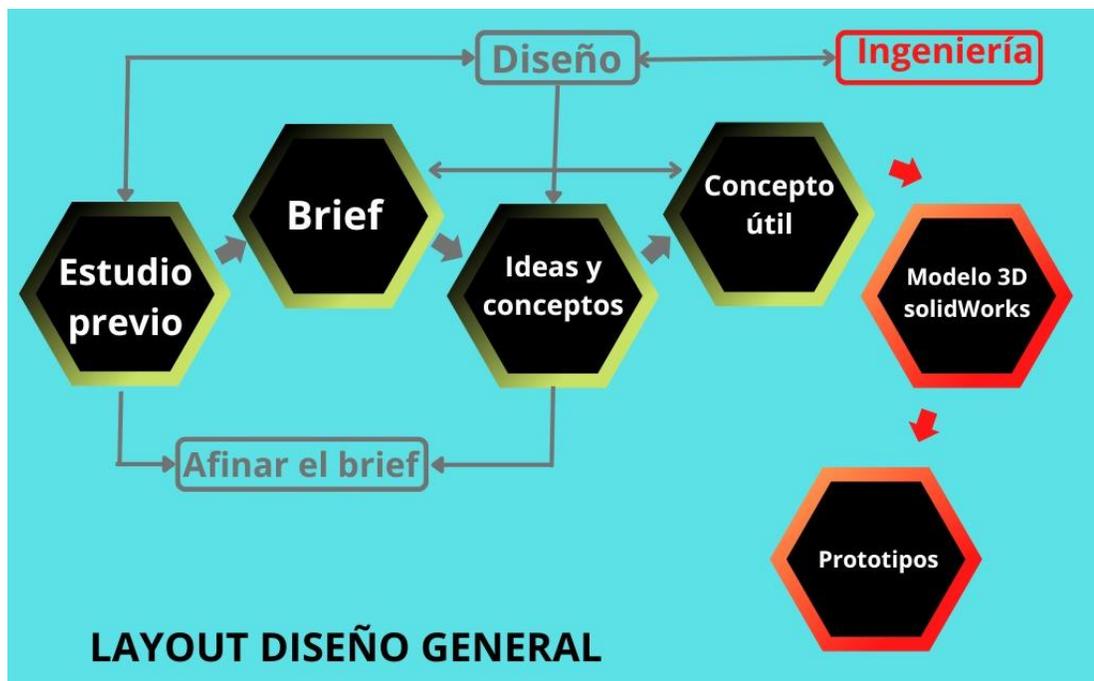


Figura 3.5 Layout con las fases de desarrollo del proyecto (Elaboración propia).

3.2.2 Estudio previo del implemento de transporte de referencia

En el ingenio azucarero que está ubicado en Atencingo, Chietla, Puebla, utilizan implementos de transporte o remolques para transportar la caña de azúcar del punto donde se cosecha a donde se procesa industrialmente.

Para realizar este estudio previo se identificaron solamente los problemas que abordaremos a solucionar por medio del diseño de un prototipo, ya que es importante aclarar los alcances y limitaciones del proyecto.

Durante dos meses se realizó una investigación de los principales problemas y dimensiones que presentan este tipo de implemento de transporte, así como su entorno.

3.2.2.1 Medición del implemento de transporte, báscula y mesa del molino.

En este estudio previo es importante considerar las medidas del remolque para tener una mayor referencia al iniciar con el diseño. De igual manera tener en consideración el entorno donde se desenvolverá, en este caso nos enfocamos en dos muy importantes, los cuales son la báscula y la mesa alimentadora las cuales fueron medidas y fotografiadas para evidencia:

- **Báscula:** está ubicada dentro del ingenio azucarero y cuya función es determinar el peso en toneladas de la carga que lleva el remolque como se observa en la Figura 3.6, tiene como ancho 300 cm y largo 650 cm. Es importante tener estos datos para tener contemplado los parámetros de medidas en el nuevo prototipo.



Figura 3.6 Fotografía tomada de la báscula en función en el ingenio de Atencingo (Elaboración propia).

- **Mesa alimentadora del molino (Batey):** es utilizado para la descarga de la caña ya cosechada con el fin de iniciar el proceso industrial del azúcar como se observa en la Figura 3.7. Con una altura de 270 cm, largo 700 cm y un largo de la mesa alimentadora de 1000 cm.



Figura 3.7 Fotografía de la grúa en función de descarga en la mesa alimentadora (Elaboración propia).

- **Remolque:** las dimensiones de los remolques utilizados como se muestra en la Figura 3.8 no tienen medidas estandarizadas, es por ello que varían entre la gran cantidad de unidades que se utilizan, a base de esto se eligió uno en específico, ya que no varían demasiado en las medidas. Las medidas del remolque son:

1. Ancho: 150 cm.
2. Largo: 510 cm.
3. Largo con enganche: 670 cm.
4. Altura del remolque: 270 cm.
5. Perfil estructural tipo C: 15 x 4.4 x 6 mm.



Figura 3.8 Fotografía del implemento de transporte o remolque utilizado para el transporte de caña azucarera (Elaboración propia).

3.2.2.2 Fallas estructurales presentadas en los remolques

Durante el periodo de cosecha (zafra), es cuando el uso de remolques inicia para el transporte de caña de azúcar, este implemento de transporte es sometido a diferentes circunstancias para cumplir su funcionalidad. En este periodo es cuando presentan fallas estructurales.

El promedio de carga de cada remolque es de 13 toneladas, cada tractor tira de cinco remolques. Es importante señalar que en ocasiones someten la estructura a un sobre peso por un tiempo prolongado como se observa en la Figura 3.9, generando flujo plástico, deformación y colapso estructural como se observa en la Figura 3.10, 3.11, 3.12.



Figura 3.9 Fotografía tomada donde se muestra una sobrecarga de toneladas soportadas (Elaboración propia).

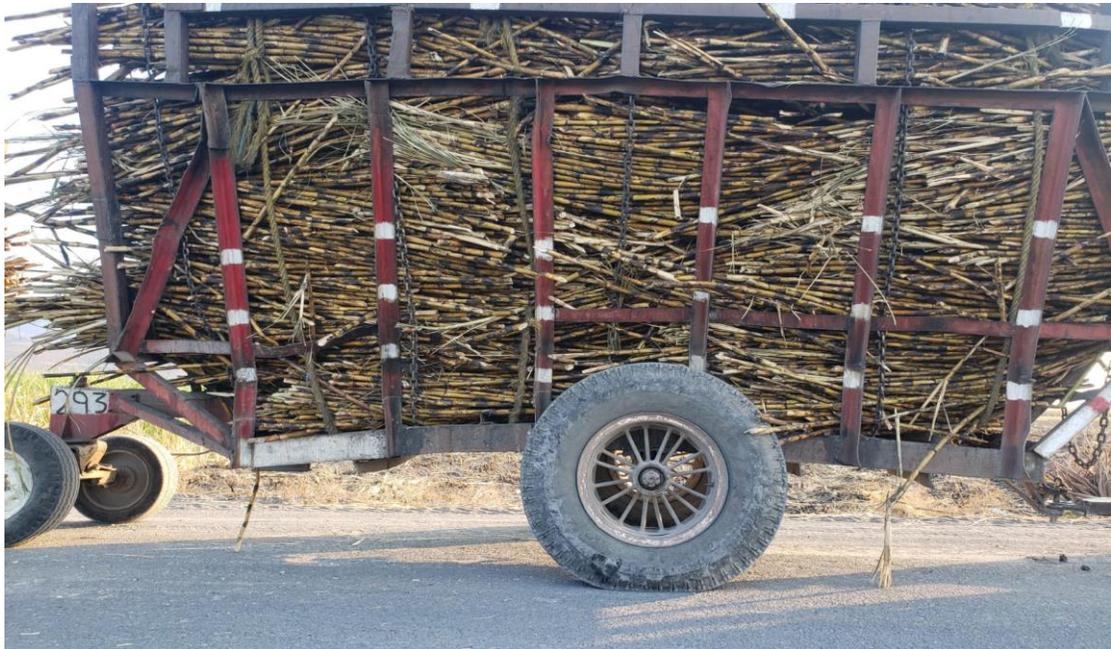


Figura 3.10 Fotografía tomada donde se observa el chasis de este remolque se observa deformación permanente (flujo plástico) (Elaboración propia).



Figura 3.11 Fotografía tomada de la deformación en la estructura de enganche (Elaboración propia).



Figura 3.12 Fotografía tomada del colapso estructural por cargas excesivas y sin señalamientos de precaución (Elaboración propia).

3.2.2.3 Transporte y descarga de caña de azúcar

Durante el trayecto del punto de cosecha al ingenio azucarero el tipo de remolque utilizado para esta función tiene como gran problemática que, al tener una estructura abierta entre perfil y perfil, esto genera la caída de caña en el suelo como se observa en la Figura 3.13, esto teniendo como consecuencia pérdidas en kilos y toneladas para el productor e ingenio azucarero que lo que necesita es la cantidad de caña para ser procesada.

En la descarga en las mesas alimentadoras del molino se utilizan unas grúas las cuales por medio de un enganche levantan la caña del remolque para depositarla en la mesa como se muestra en la Figura 3.14, esto provoca que mucha de la caña termine en el suelo siendo en ocasiones inservible.

Es importante mencionar el tiempo de descarga de cada remolque, un tiempo aproximado es de cinco minutos por remolque teniendo un total de 25 minutos aproximadamente por los cinco remolques utilizados.



Figura 3.13 Fotografía tomada del desperdicio de caña de azúcar durante el trayecto (Elaboración propia).



Figura 3.14 Fotografía tomada de la descarga de caña a mesa alimentadora (Elaboración propia).

3.2.2.4 Problemas físicos en los usuarios de los remolques

En la utilización de los remolques se requiere uno o dos usuarios para manipularlos, regularmente es el operador y un compañero que se encargan de enganchar los cinco remolques entre ellos y el tractor.

Se detectó en los usuarios problemas en la espalda por el excesivo peso que tiene el enganche, ya que tienen que cargarlo de manera manual para enganchar, sometiendo la espalda a un esfuerzo mayor de lo indicado.

3.2.3 Brief

3.2.3.1 Descripción del proyecto (implemento de transporte)

Con base en el estudio previo se propuso un prototipo de un implemento de transporte para caña de azúcar con sistema hidráulico descargable.

Este implemento contará con un sistema de descarga hidráulico para evitar el uso ineficiente de grúas dentro de la industria, al igual que el aumento de capacidad de toneladas, un cajón mallado en chapa metálica, un sistema de soporte conectado del chasis al enganche.

3.2.3.2 Parámetros planteados a base del estudio previo del implemento

Fue de suma importancia plantear los parámetros, ya que simultáneamente se colocan los parámetros del diseño de este prototipo. Los parámetros que se generaron fueron en base del estudio previo que se realizó anteriormente, teniendo así referencia de las problemáticas a resolver.

- Diseñar una estructura del chasis del remolque con mayor resistencia al tonelaje aplicado para evitar colapso estructural, deformaciones y flujo plástico.
- Un sistema de descarga hidráulico y un cajón mallado para evitar pérdidas de caña durante el trayecto y descarga de este mismo.
- Dar un lenguaje de diseño al prototipo para generar una familia de implementos de transporte en un futuro.
- Un sistema capaz de cargar el enganche del remolque sujeto al chasis de este mismo, con el fin de no continuar generando problemas a los usuarios por cargarlo de manera manual y facilitando el enganche.

3.2.3.3 Estudio de los factores condicionantes

El implemento de transporte es remolcado por un tractor y tiene como función principal trasladar la cosecha recolectada en el predio al ingenio azucarero para el inicio de la industrialización de la caña de azúcar.

Contará con un sistema hidráulico y eléctrico para la descarga de caña en la mesa alimentadora del molino, luces preventivas y señalamientos de precaución. Así como un lenguaje de diseño que lo distinguirá en el mercado y de igual manera con la finalidad que en un futuro se pueda diseñar una familia de implementos de transporte.

Función (SHSD)

- Trasladar caña azucarera del punto de cosecha al ingenio azucarero.
- Sistema hidráulico para la descarga de caña en la mesa alimentadora (Batey).
- Carcasa accesible para mantenimiento.
- Periodo de uso por seis meses (periodo de cosecha).
- Uso diario de ocho a diez horas diarias.
- Acoplamiento al tractor con un enganche del remolque.
- Un mecanismo de levantamiento hidráulico.
- Plato giratorio en su propio eje para lograr giros abruptos en el campo agrícola.

Factores / Producción (SHST)

- Materiales: Acero A36.
- Chasis: perfiles estructurales 120x12.
- Muelles acero 5160.
- Neumáticos (caucho).
- Sistema de pivote para neumáticos delanteros.
- Carcasa de plástico termo fundida.
- Cilindros hidráulicos, mangueras de ½ pulgada, bomba hidráulica.
- Soldadura, ensamble.
- Producción de 50 a 100 unidades.
- Señalamientos de precaución y faros.

Entorno (SHSE)

- Usuarios: Operador del tractor agrícola.
- Interacción: indirecta, ya que el beneficio es con la finalidad de trasladar cosecha al ingenio para procesarla industrialmente.
- Accesible al uso con una interfaz sencilla por medio de palancas y botones.
- Fácil al acceso a un mantenimiento preventivo.
- Accesible al servicio mecánico.
- Protección al uso del implemento.
- Dimensiones correctas para el uso correcto en diferentes circunstancias.
- Descarga segura y rápida en las mesas alimentadoras del ingenio.
- Señalamientos de seguridad durante la carga de la cosecha, durante el traslado y en el momento de descarga.

Estética (SHSC)

- Lenguaje de diseño en el producto para generar una familia de implementos de transporte.
- Identidad de marca.
- Logotipo sobresaliente para distinción de otras marcas y productos.
- Evoca efectos emocionales: uso rudo, dinamismo, adaptabilidad, fiable, innovador, imponente y seguro.
- Color negro y rojo predominantes.
- Personalidad única en el mercado.
- Redondeos en las uniones para una perspectiva inofensiva y atractiva.
- Estructura simétrica con proporciones adecuadas para el funcionamiento y estilizado.
- Aplicación de chaflán en algunas partes de la estructura del implemento.

3.2.3.4 Estudio del perfil del usuario

Se realizó el estudio de toda aquella persona que interactúa con el implemento de transporte sea directa o indirectamente se vea relacionado por el mismo.

Sujeto 1 / Usuario principal

- Operador del tractor agrícola.
- Manipula el sistema de manera directa e indirecta durante el mayor tiempo.
- Recibe el beneficio económico, no funcional.

Sujeto secundario (en este caso es un cultivo)

- La caña de azúcar.
- No manipula el objeto.
- Recibe el beneficio de trasladar.
- Interacción alta, ya que es constante el uso del implemento cargado.

Sujeto 3º orden – servicio

- Mecánico.
- Mantenimiento preventivo.
- Servicio.
- Interactúa – no recibe el beneficio.

Sujeto 1 / Usuario principal

- Planta de fabricación (soldadura, ensamble y pruebas y evaluación).
- Interactúa – no recibe el beneficio.

3.2.4 Ideas y conceptos de diseño

3.2.4.1 Brainstorm con Pablo Pereyra

En este apartado nos reunimos con el diseñador argentino Pablo Pereyra por medio de Skype para realizar un *brainstorm* de ideas y conceptos a base de los objetivos y descripción ya previamente realizados. Teniendo estas referencias iniciamos con una serie de propuestas de diseño por medio de representación de bocetaje para generar el concepto de diseño y posteriormente un concepto útil como se muestra en la Figura 3.15.

Teniendo en cuenta las problemáticas y objetivos ya presentados se generaron bocetos que podrían darnos una representación visible de la idea de una manera coherente.

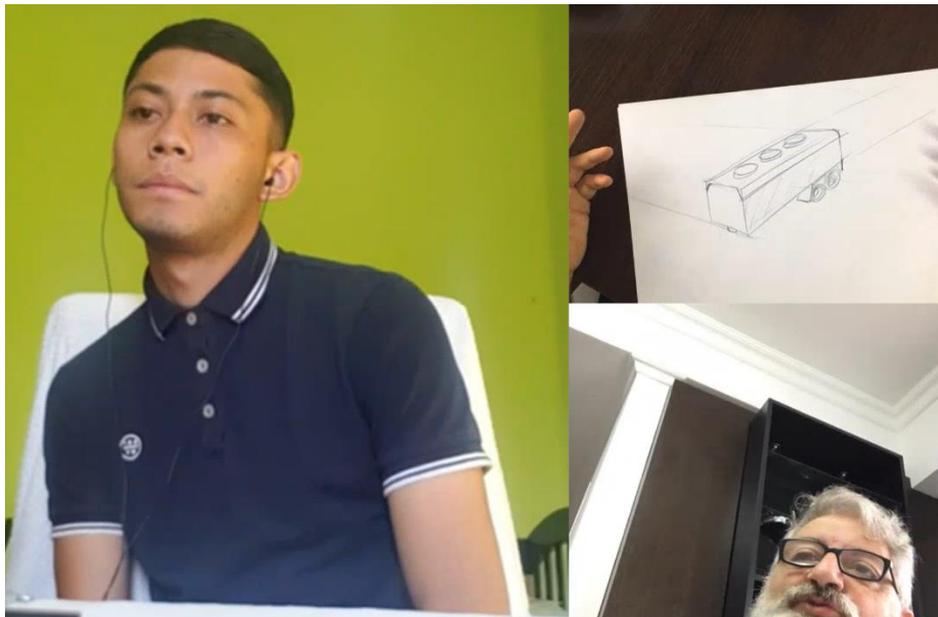


Figura 3.15 Primeros bocetos con Pablo Pereyra (Elaboración propia).

En la Figura 3.16 se observan bocetos propuestos con un remolque con caja cerrada con doble eje, desde una línea del horizonte que se encuentra por encima del objeto, en este punto Pablo Pereyra no recomienda esta línea ubicada por encima del diseño ya que no nos proporciona la información necesaria y además usualmente vemos estos objetos desde una línea del horizonte a la altura de los ojos.



Figura 3.16 Boceto con dos puntos de fuga (Elaboración propia).

En la siguiente Figura 3.17 se muestra un concepto más cercano a lo que se pretendía buscar, en este punto Pablo Pereyra propone distinguir mi diseño del mercado dándole un lenguaje de diseño por medio de la colocación de una carcasa quizá de fibra de vidrio en la parte del frente y trasera, en la cual no solo le da personalidad, sino que funciona como protector de impactos y contra polvo al sistema electrónico e hidráulico.



Figura 3.17 Concepto de diseño más limpio a lo que se pretendía obtener(Elaboración propia).

Además, se le da la identidad visual de la marca y simultáneamente el producto sea el mejor desde el punto de vista ingenieril. En este punto ya se tiene un concepto de diseño en el cual ya pasamos a la aplicación de color y forma para observar con mayor claridad lo que se pretende realizar, esto se muestra en la Figura 3.18.



Figura 3.18 Aplicación de color por medio de plumones Chatpak (Elaboración propia).

Al darle un lenguaje de diseño nos permite generar en un futuro una familia de productos caracterizados por la esencia de la marca ya diseñada. Esto con el fin de diseñar implementos o productos que puedan resolver problemáticas presentadas en el agro. En la Figura 3.19 y 3.20 se muestra un ejemplo de lo ya mencionado.



Figura 3.19 Ejemplo de lenguaje de diseño de una excavadora (Elaboración propia).

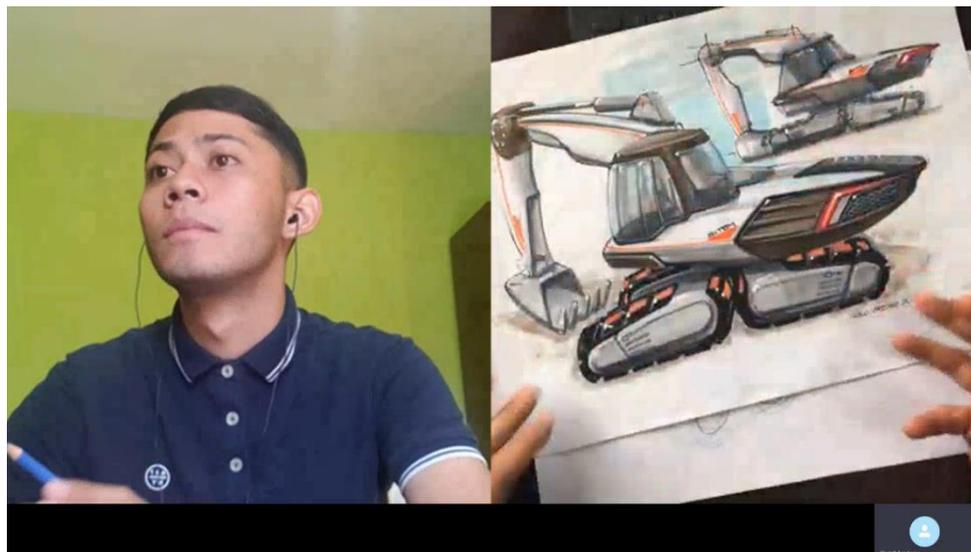


Figura 3.20 Carcasas plásticas para lenguaje de diseño de excavadoras (Elaboración propia).

Este implemento contará con un lenguaje de diseño para generar una familia de implementos de transporte para la adaptación a diferentes entornos y circunstancias, teniendo en cuenta dimensiones, accionamientos mecánicos, hidráulico, compartimientos de sub herramientas que se pudieran utilizar como se muestran en la Figura 3.21 y 3.22.

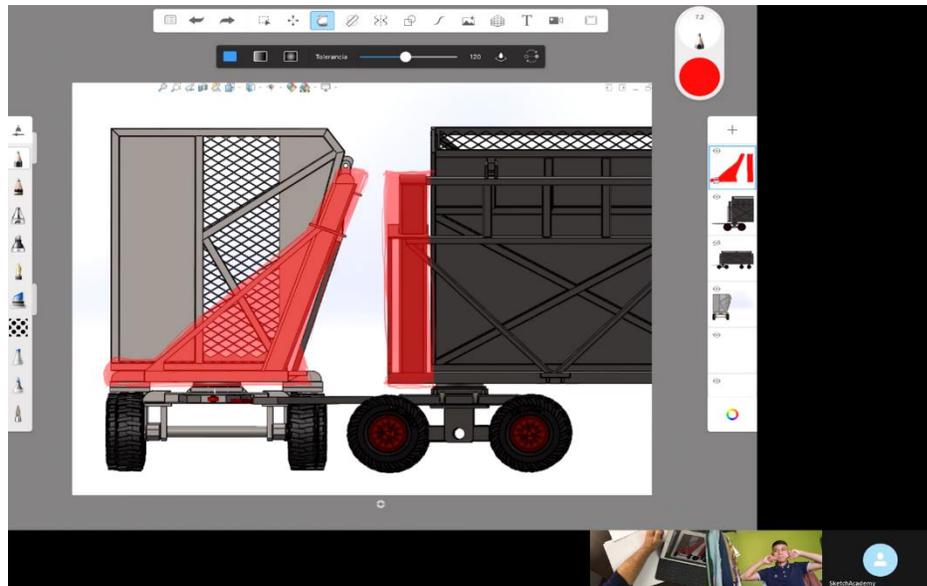


Figura 3.21 Propuesta de carcasa en digital (Elaboración propia).

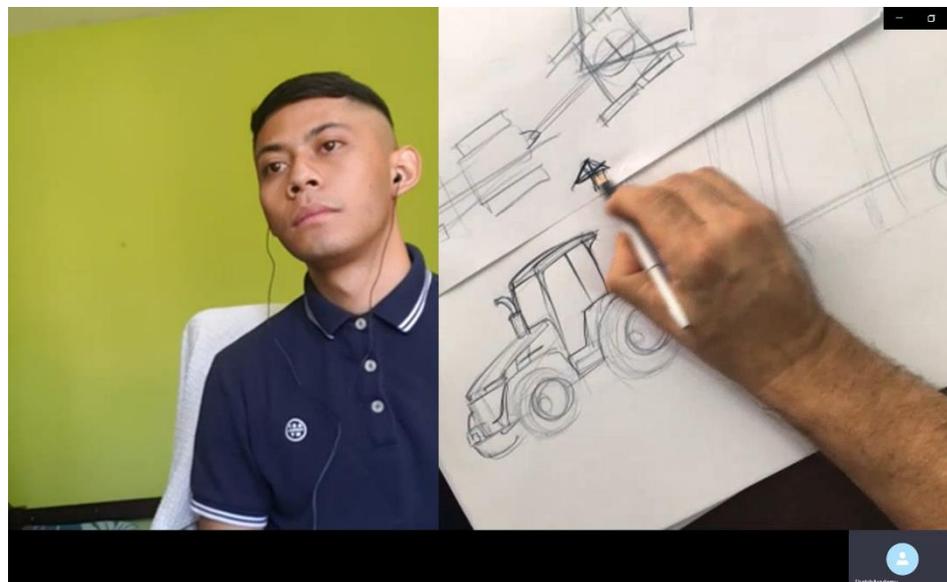


Figura 3.22 Representación de la carcasa por medio de bocetaje (Elaboración propia).

3.2.4.2 Concepto útil para el diseño

De acuerdo al *brainstorm* previo y un número considerable de bocetos para la conceptualización de diseño ya mucho más claro se tomó la decisión de generar los conceptos útiles para el boceto final con el que posteriormente iniciara el desarrollo ingenieril en el diseño mecánico.

Los siguientes conceptos serán utilizados para la conceptualización final que será utilizado en el desarrollo del prototipo de la ingeniería en diseño mecánico.

- Se diseñará un implemento de transporte con ocho ruedas para más estabilidad al descargar y disminución del porcentaje de compactación en el suelo agrícola.
- Contará con un sistema hidráulico para elevar y descargar la caña de azúcar.
- Tendrá un lenguaje de diseño que lo distinga del mercado.
- Un resorte que sujetara el enganche para evitar lesiones en la espalda del operador.
- Tendrá una aplicación de color oscuro en la mayor parte y un color llamativo para la distinción de la marca y al mismo tiempo sea observable a una larga distancia para precaución civil.
- Acceso rápido al sistema electrónico e hidráulico para mantenimiento y servicio.

3.2.4.3 Bocetos basados en el concepto útil

Es importante aclarar que en este punto de desarrollo se realiza constantemente una introspección y retrospección para generar cambios en este proceso de diseño industrial, en términos generales es un proceso iterativo en el cual los bocetos presentados como se observan en la Figura 3.23, 3.24, 3.25 y 3.26 no son los finales sino que son diseños realizados a base del concepto útil, pueden estar sujetos a cambios, pero en este punto en lo particular como se manejó solo será en la cuestión de estética.



Figura 3.23 Concepto de diseño por boceto (Elaboración propia).



Figura 3.24 Lenguaje de diseño como propuesta (Elaboración propia).



Figura 3.25 Diseño basado en el concepto útil (Elaboración propia).



Figura 3.26 Boceto representando una familia de implementos de transporte (Elaboración propia).

3.2.6 Layout de la ingeniería en diseño mecánico

Este es el *layout* como se muestra en la Figura 3.27 de ingeniería en diseño mecánico para el desarrollo del implemento de transporte en SolidWorks.

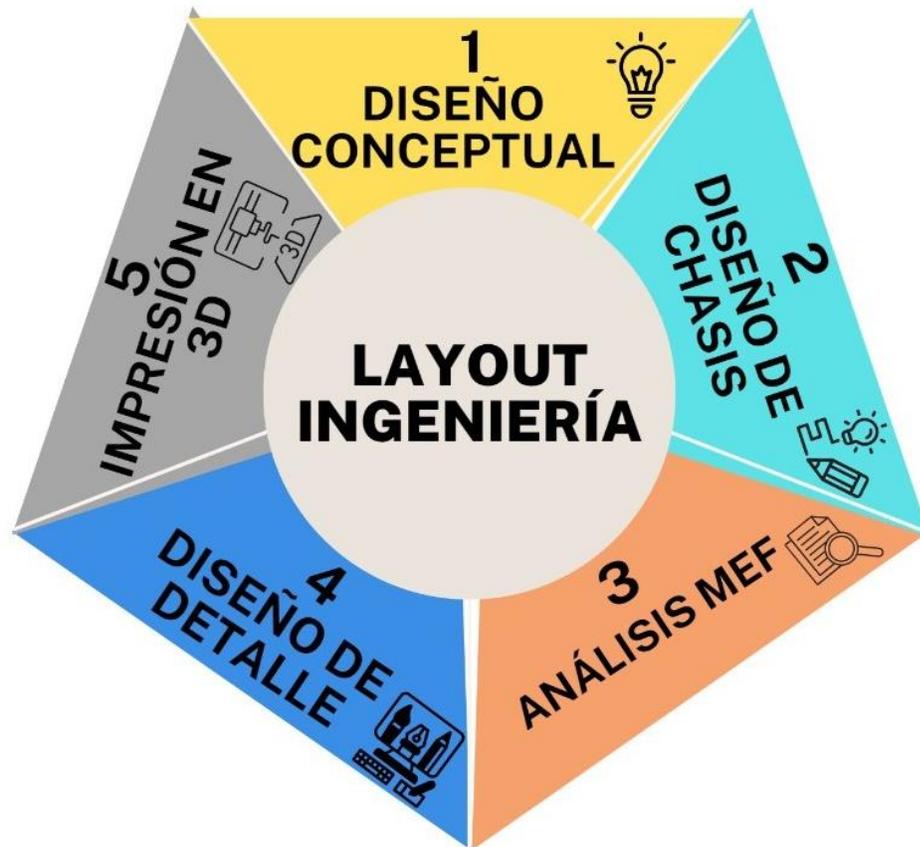


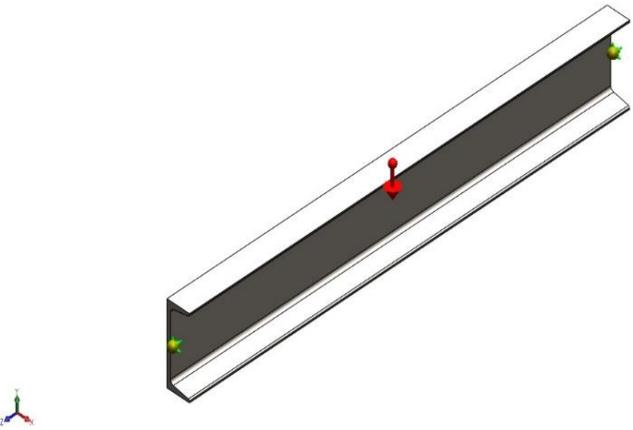
Figura 3.27 *Layout* ingenieril para el desarrollo del proyecto (Elaboración propia).

3.2.7 Análisis de perfil estructural tipo C y rectangular PTR

Antes de iniciar con el diseño de los prototipos se realizó un análisis de elemento finito previo para determinar qué tipo de perfil sería más útil en el diseño del chasis, si perfiles tipo c o en dado caso perfiles rectangulares (PTR).

Se observan en el Cuadro 3.1 y Cuadro 3.2 las propiedades del perfil tipo c el cual se aplicó una masa distribuida de 10000 kg.

Cuadro 3.1 Información del modelo viga tipo c.

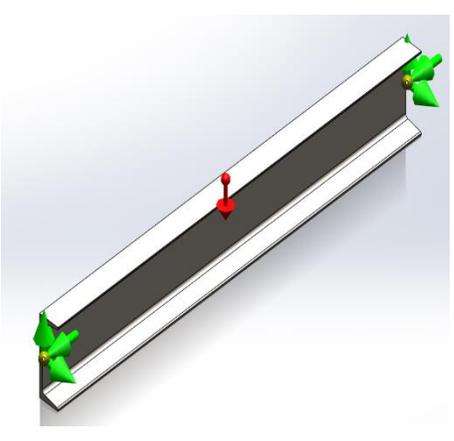
Modelo		
		
Nombre del modelo: Canal c		
Sólidos de viga		
Formulación	Propiedades	
Viga - Sección transversal uniforme	Estándar de sección - DIN / C / Channel	
	Área de sección:	0.00197827 m ²
	Longitud:	1,000 m m
	Volumen:	0.00197827 m ³
	Densidad:	7,850 kg/m ³
	Masa:	15.5294 kg
	Peso:	152.188 N

Cuadro 3.2 Propiedades del perfil tipo c.

Propiedades Canal c		Componentes
Nombre:	ASTM A36 Acero	Sólido 1 (Canal c C150X51X15.6)(ANALISIS 1)
Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal	
Límite elástico:	2.5e+08 N/m ²	
Límite de tracción:	4e+08 N/m ²	
Módulo elástico:	2e+11 N/m ²	
Coefficiente de Poisson:	0.26	
Densidad:	7,850 kg/m ³	
Módulo cortante:	7.93e+10 N/m ²	

Se observa en el Cuadro 3.3 y Cuadro 3.4 las sujeciones y cargas que se aplicaron en el elemento.

Cuadro 3.3 Colocación de sujeciones en el perfil c.

Sujeciones		
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Inamovible 1		Entidades: 2 juntas
		Tipo: inamovible (sin traslación)

Cuadro 3.4 Carga aplicada en el perfil c.

Cargas	
Nombre de la carga	Detalles de carga
Gravedad	Referencia: Planta
	Valores: 9.81
	Unidades: m/s ²
Masa distribuida	Entidades: 1 viga
	Tipo: desplazamiento (Transferencia directa)
	Sistema de coordenadas: Coordenadas cartesianas globales
	Masa remota: 10000 kg

En la imagen Figura 3.28 se observa el resultado del análisis de elemento finito en el perfil c, donde nos muestran la tensión Max. y Min. en ambas vigas.

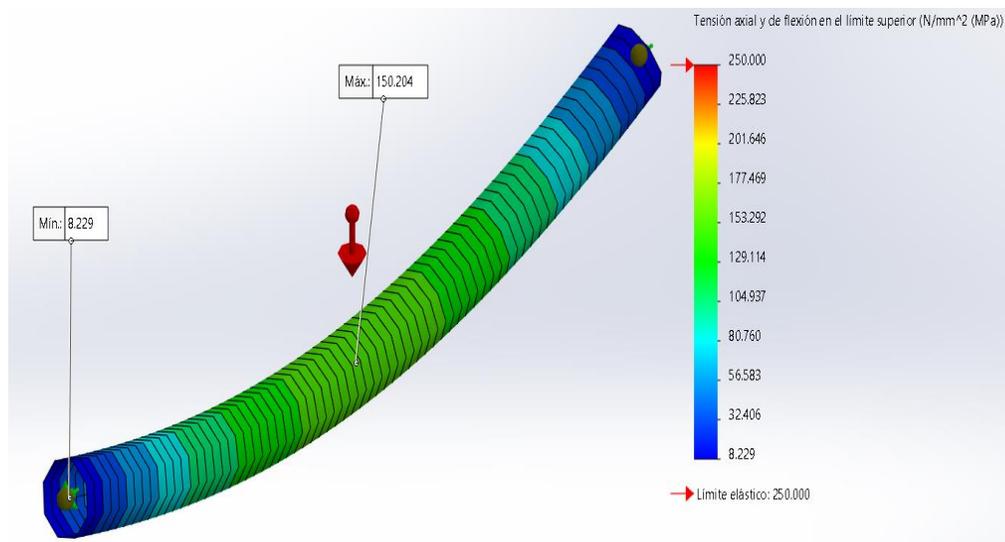
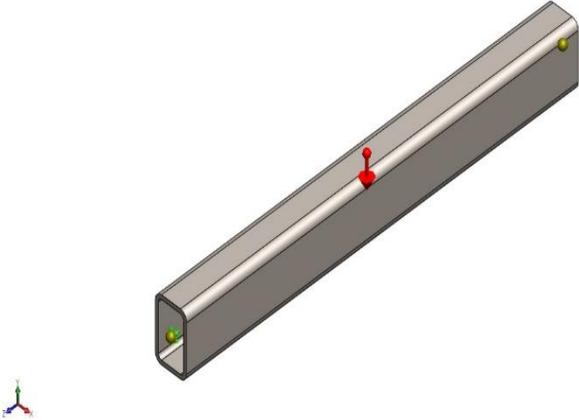


Figura 3.28 Tensión (Max 150.204 MPa) y Tensión (Min 8.229 MPa) del perfil tipo (C) (Elaboración propia).

Se observa en el Cuadro 3.5 y Cuadro 3.6 las propiedades del perfil rectangular el cual se aplicó una masa distribuida de 10000 kg.

Cuadro 3.5 Información del tubo rectangular.

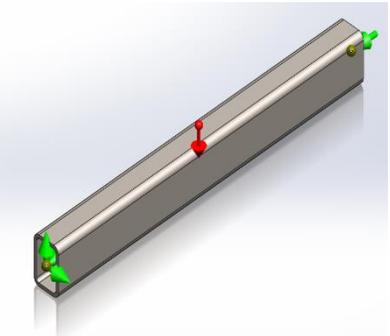
Modelo		
		
Nombre del modelo: Tubo rectangular		
Sólidos de viga		
Formulación	Propiedades	
Viga - Sección trnasversal uniforme	Estándar de sección - weldment profiles/iso/rectangular tube	
	Área de sección:	0.00277919m ²
	Longitud:	1,000 mm
	Volumen:	0.00277919m ³
	Densidad:	7,850kg/m ³
	Masa:	21.8166kg
	Peso:	213.803N

Cuadro 3.6 Propiedades del perfil rectangular.

Propiedades		Componentes
Nombre:	ASTM A36 Acero	Sólido 1(Tubo rectangular 120 X 80 X 8)(ANALISIS 1)
Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal	
Límite elástico:	2.5e+08 N/m ²	
Límite de tracción:	4e+08 N/m ²	
Módulo elástico:	2e+11 N/m ²	
Coefficiente de Poisson:	0.26	
Densidad:	7,850 kg/m ³	
Módulo cortante:	7.93e+10 N/m ²	

Se observa en el Cuadro 3.7 y Cuadro 3.8 las sujeciones y cargas que se aplicaron en el elemento.

Cuadro 3.7 Colocación de sujeciones en el perfil rectangular.

Sujeciones		
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Inamovible 1		Entidades: 2 juntas
		Tipo: inamovible (sin traslación)

Cuadro 3.8 Carga aplicada en el perfil rectangular.

Cargas	
Nombre de la carga	Detalles de carga
Gravedad	Referencia: Planta
	Valores: 9.81
	Unidades: m/s ²
Masa distribuida	Entidades: 1 viga
	Tipo: desplazamiento (Transferencia directa)
	Sistema de coordenadas: Coordenadas cartesianas globales
	Masa remota: 10000 kg

En la imagen Figura 3.29 se observa el resultado del análisis de elemento finito en el perfil c, donde nos muestran la tensión Max. y Min. en ambas vigas.

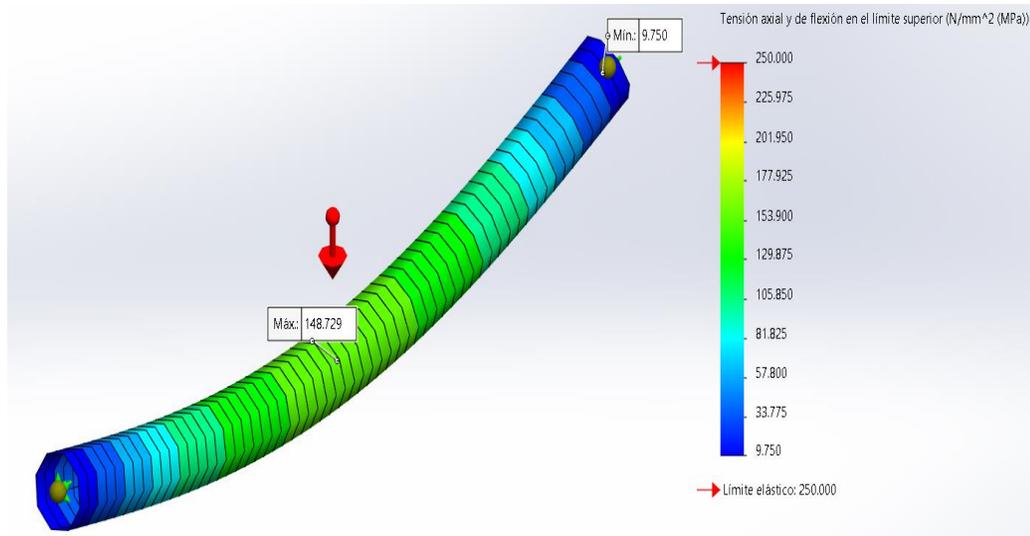


Figura 3.29 Tensión (Max 148.729 MPa) y Tensión (Min 9.750 MPa) del perfil rectangular (PTR) (Elaboración propia).

Analizando los resultados obtenidos de tensión de ambos perfiles, no existe una diferencia considerable en el comportamiento del miembro estructural con la aplicación de 10000 kg de carga distribuida.

Es por ello que se procedió a realizar dos prototipos con ambos perfiles estructurales con la finalidad de determinar cuál sería el recomendado en el diseño final realizando un análisis de elemento finito en todo el chasis.

3.2.8 Diseño de chasis y análisis (Prototipo uno)

El diseño del chasis se realizó con la herramienta de trabajo (Piezas soldadas) en SolidWorks, ya que tienen (Miembro Estructural) con las cuales se utilizaron para el desarrollo de este proyecto. Se diseñaron dos prototipos de chasis para realizar análisis de elemento finito.

Se inició el diseño del primer prototipo de chasis como se observa en la Figura 3.30 con el uso de perfiles rectangulares (120 x 80 x 8), con un ángulo de altura en la parte superior con la finalidad de colocar un plato giratorio para la dirección delantera. Tiene una dimensión de 3 metros de ancho y 6.5 metros de largo.

Al iniciar el análisis Solidworks genera un grupo de juntas, esto lo hace para la ubicación de los puntos de encuentro de los miembros estructurales. Se comienza a colocar las sujeciones (inamovibles) en este caso, ya que deseamos que permanezcan estáticas, se colocaron seis con la finalidad de una simulación del posicionamiento de los neumáticos. Teniendo las juntas y las sujeciones se procede a una aplicación de una carga distribuida de 20000 kg.

Teniendo ya los datos previos al análisis se procede a realizar un mallado para la discretización de la pieza, posterior a esto se ejecuta el estudio de análisis de elemento finito.

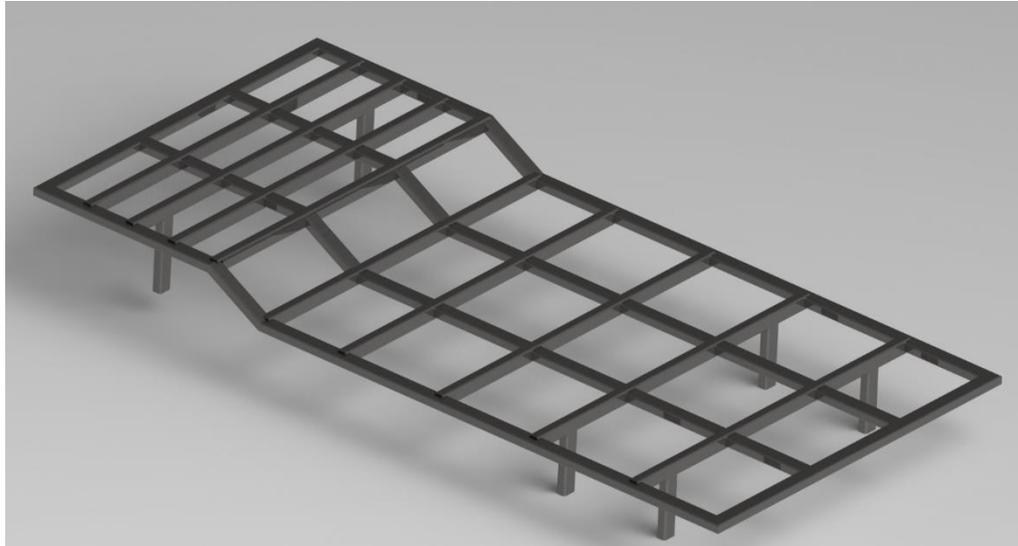


Figura 3.30 Primer prototipo de diseño de chasis (Elaboración propia).

3.2.8.1 Resultados de análisis de elemento finito del prototipo uno

Se obtuvo los siguientes resultados de tensión Max de 139.331 MPa y una tensión Min de 1.218 MPa como se muestra en la Figura 3.31 y una deformación en el eje (Y) de -10.088 mm y 3.469 mm como se muestra en la Figura 3.32 y 3.33 y un factor de seguridad 1.8.

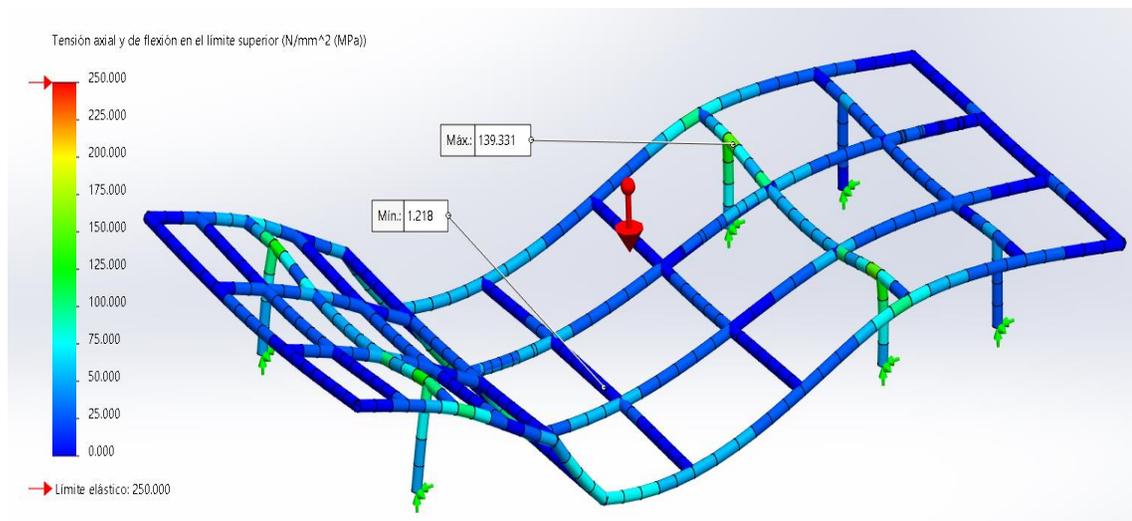


Figura 3.31 Resultados del análisis de elemento finito (Tensión) (Elaboración propia).

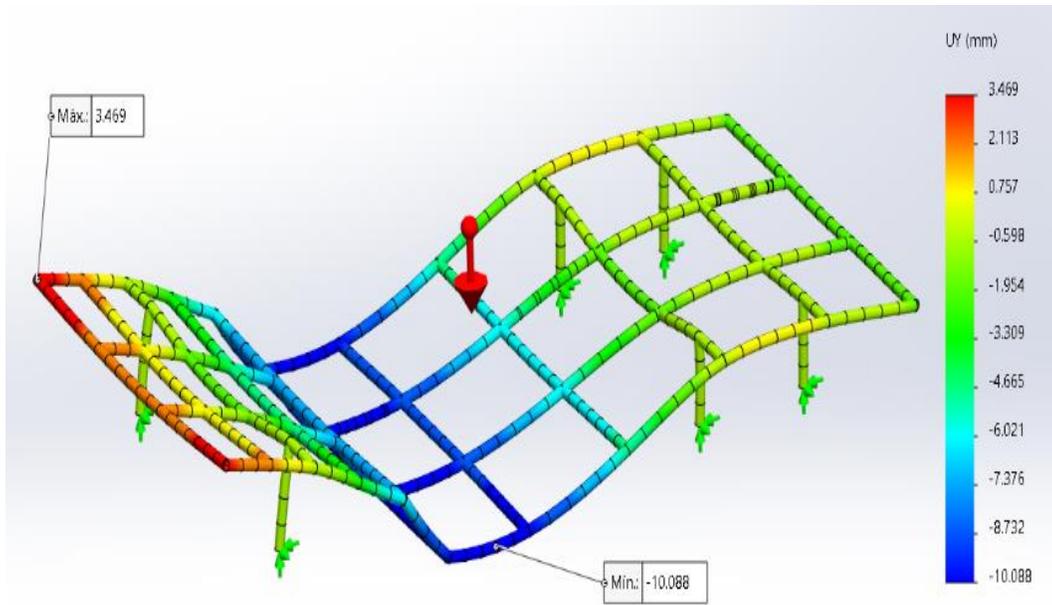


Figura 3.32 Resultados del análisis de elemento finito (Deformación) (Elaboración propia).

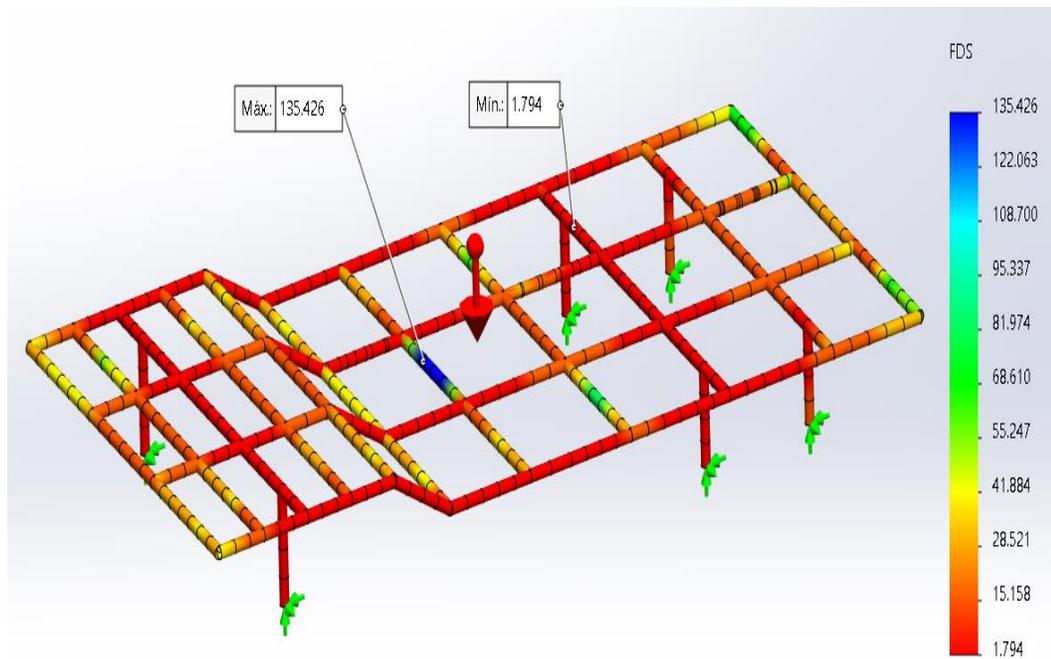


Figura 3.33 Resultado de factor de seguridad 1.8 (Elaboración propia).

3.2.9 Diseño de chasis y análisis (Prototipo dos)

Se realizó un segundo diseño del chasis como se muestra en la Figura 3.34 para disminuir la tensión y deformación del prototipo uno, de igual manera con el fin de aumentar el factor de seguridad. En este diseño no se optó por un ángulo de altura del chasis para el uso de un plato giratorio de la dirección delantera, se realizó un chasis totalmente horizontal con perfiles (C, de 120 x 12), con un ancho de 1.5 metros y 7 metros de largo, con ocho sujeciones inamovibles simulando la colocación de un plato giratorio para la dirección y los cuatro neumáticos traseros como se muestra en la Figura 3.35.

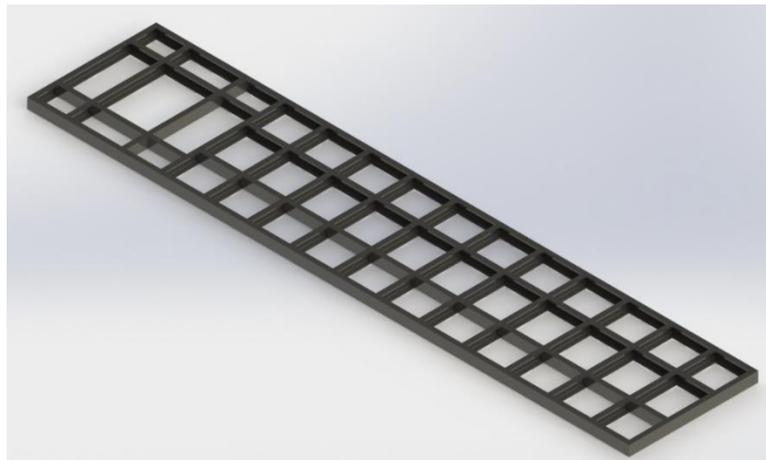


Figura 3.34 Segundo prototipo de diseño chasis (Elaboración propia).

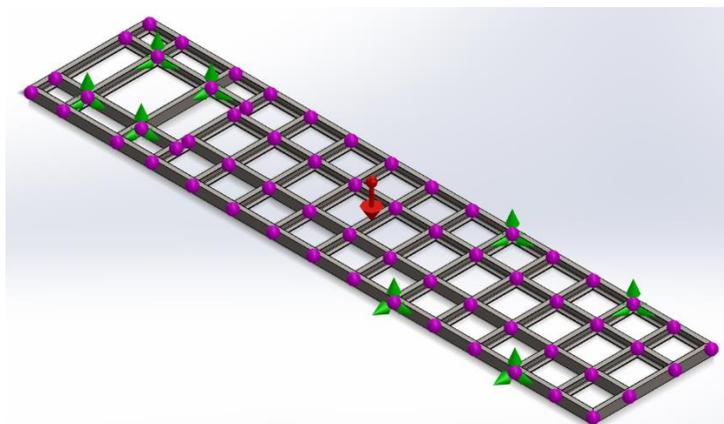


Figura 3.35 Colocación de sujeciones para proceder con la ejecución del análisis (Elaboración propia).

3.2.9.1 Resultados de análisis de elemento finito del prototipo dos

Los siguientes resultados del prototipo se muestran en la Figura 3.36 teniendo una tensión (Max de 122.523 MPa) y una tensión (Min de 0.887 MPa) como se muestra en la Figura 3.37 y una deformación en él (Eje Y de -6.698 mm y 0.870 mm) y un factor de seguridad de 2.

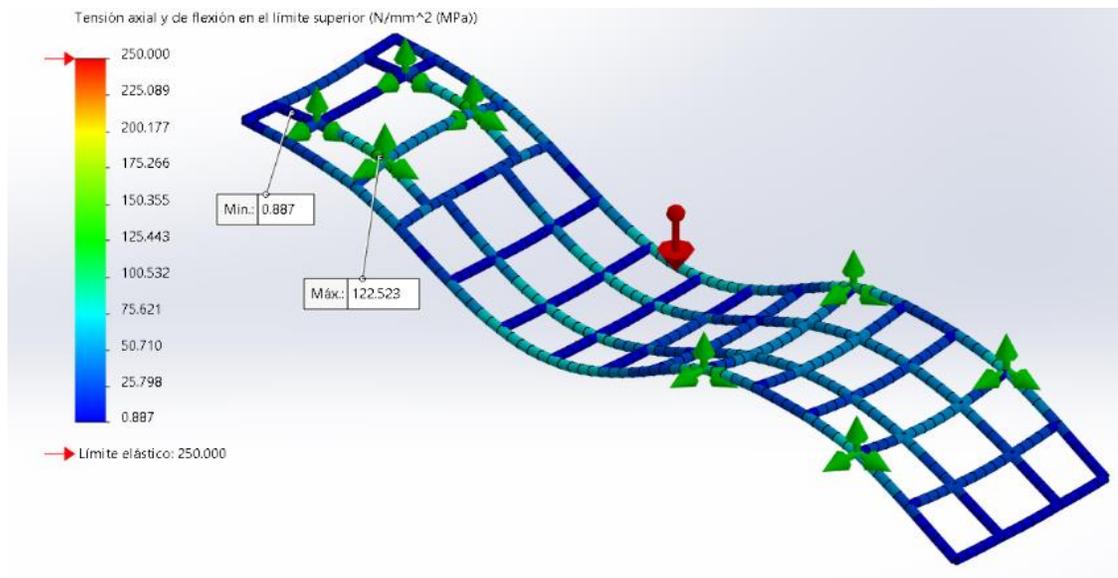


Figura 3.36 Resultados del análisis de elemento finito (Tensión) (Elaboración propia).

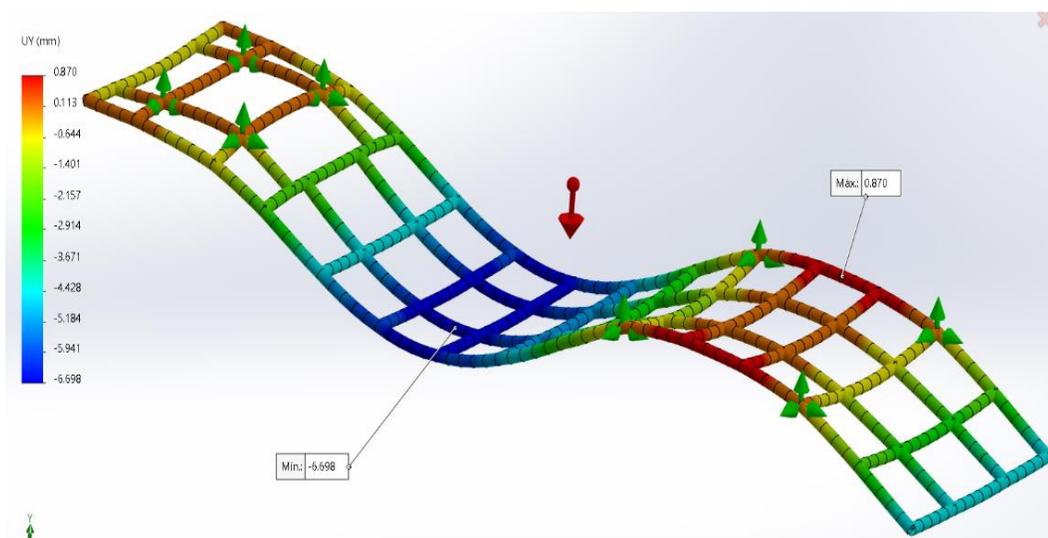


Figura 3.37 Resultados del análisis de elemento finito (Deformación) (Elaboración propia)..

3.2.10 Diseño de plato giratorio para la dirección delantera y pivote para suspensión

Se tomó la decisión de diseñar un plato giratorio para la dirección delantera con cuatro ruedas como se muestra en la Figura 3.40, ya que en el estudio previo al desarrollo de este proyecto se identificó que durante la recolecta de la cosecha en el campo agrícola los operadores realizan giros en el propio eje de la dirección delantera del remolque y vueltas muy cerradas. Así que de acuerdo a esto una dirección de este tipo es muy recomendable para mayor estabilidad del implemento durante la carga y descarga de caña azucarera.

Para el diseño de un plato giratorio era necesario idear un diseño que sustituyera una suspensión de los neumáticos delanteros que se acoplara al plato giratorio, es por ello que se diseñó un sistema de pivote para compensar el sistema de suspensión como se observa en la Figura 3.40.

3.2.11 Diseño de amortiguador y chapa metálica para mangueras de conexión hidráulica.

De acuerdo al estudio de perfil de usuario para evitar complicaciones en el bienestar del usuario principalmente en lesiones de espalda por la carga manual del enganche se diseñó y colocó un resorte como se observa en la Figura 3.39 sujeto al plato giratorio y al enganche como se muestra en la Figura 3.40, teniendo como resultado que el elemento de enganche se encuentre suspendido en el aire para mayor facilidad y menor esfuerzo para el usuario.

También se diseñó una chapa metálica que se colocó en la parte superior del enganche como se observa en la Figura 3.38 para la colocación de las conexiones al sistema hidráulico y tractor.

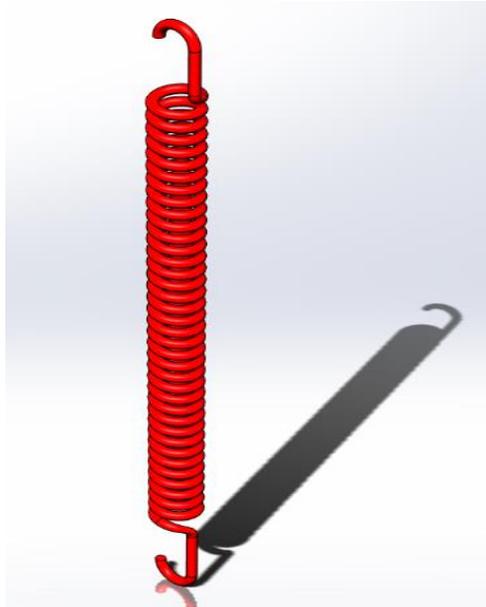


Figura 3.39 Amortiguador (Elaboración propia).

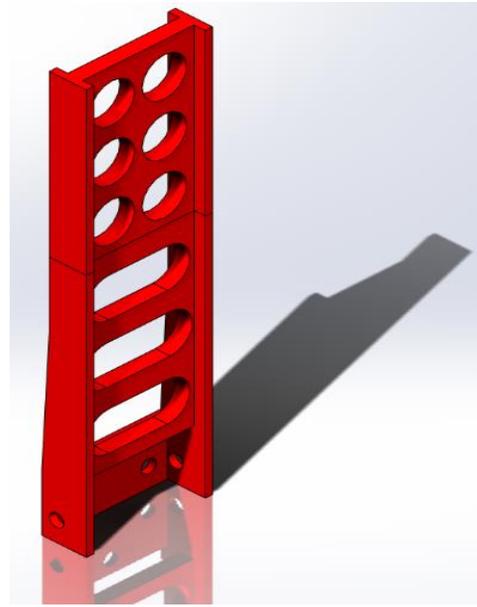


Figura 3.38 Chapa metálica (Elaboración propia).

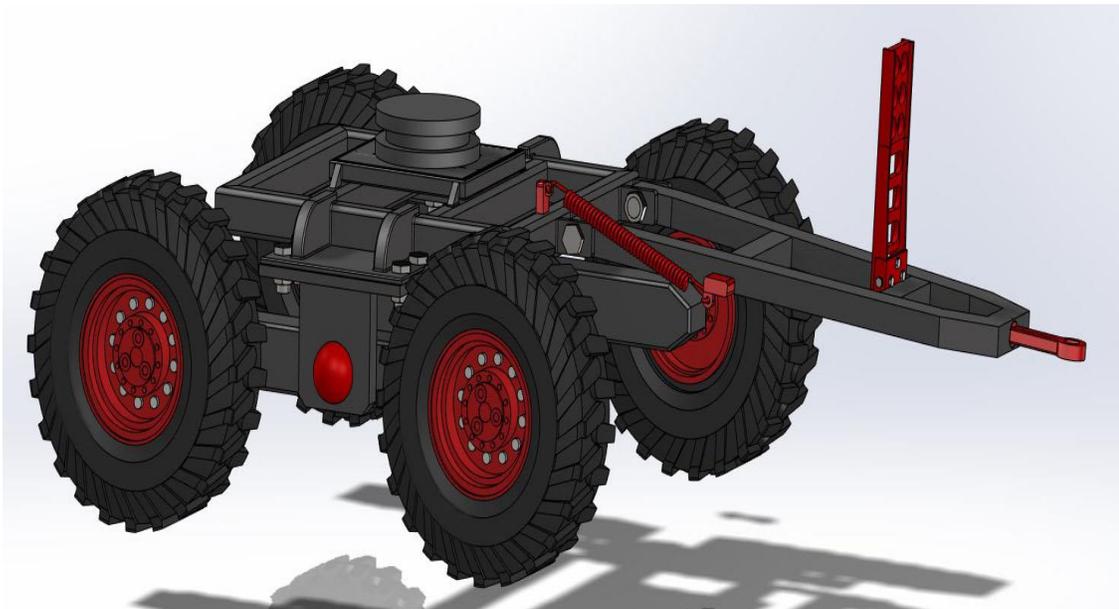


Figura 3.40 Enganche suspendido en el aire por medio del amortiguador (Elaboración propia).

3.2.12 Diseño de estructura para la carga y descarga

Se diseñó una estructura a base de perfiles estructurales rectangulares (PTR) en la parte superior del chasis, diseñándolo de lado derecho como se observa en la Figura 3.41. Esto resuelve una parte de las deformaciones y colapsos estructurales presentados en los remolques utilizados actualmente, ya que el aumento y colocación correcta de perfiles genera mayor resistencia.

Esta parte del diseño está dividido en dos, la primera es la que se observa en la Figura 3.41 donde no solo se realiza el diseño para evitar deformaciones y problemas estructurales, sino que se toma en cuenta la capacidad de levantar y descargar caña azucarera con las medidas aproximadas para una descarga correcta en las mesas alimentadoras del ingenio azucarero de Atencingo.

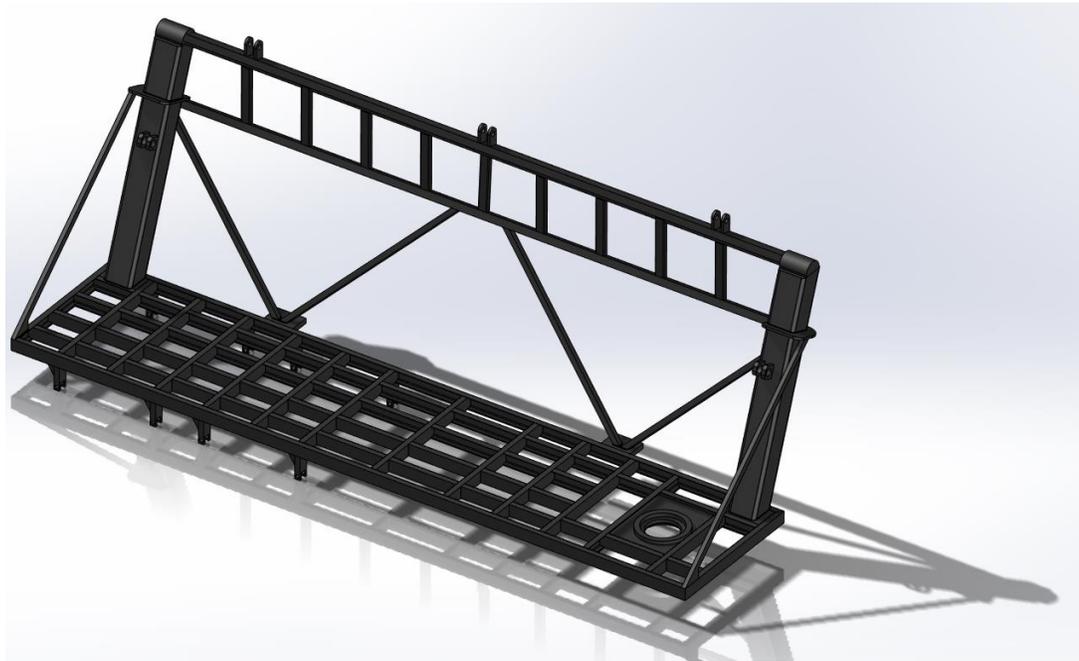


Figura 3.41 Estructura diseñada en SolidWorks con perfiles rectangulares (Elaboración propia).

La segunda parte consiste en un cajón diseñado en chapa metálica con un mallado como se muestra en la Figura 3.42 y 3.43 el cual tiene el suficiente espacio para no tener pérdidas de caña durante el trayecto y simultáneamente no llevar piedras en la carga, ya que esto provoca averías en el molino.

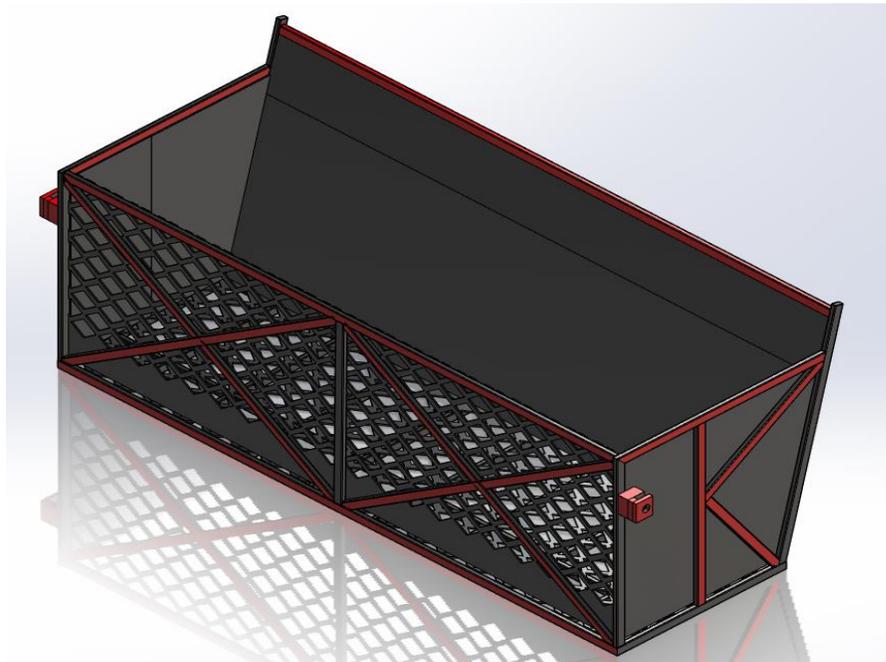


Figura 3.42 Cajón para la carga de caña azucarera (Elaboración propia).

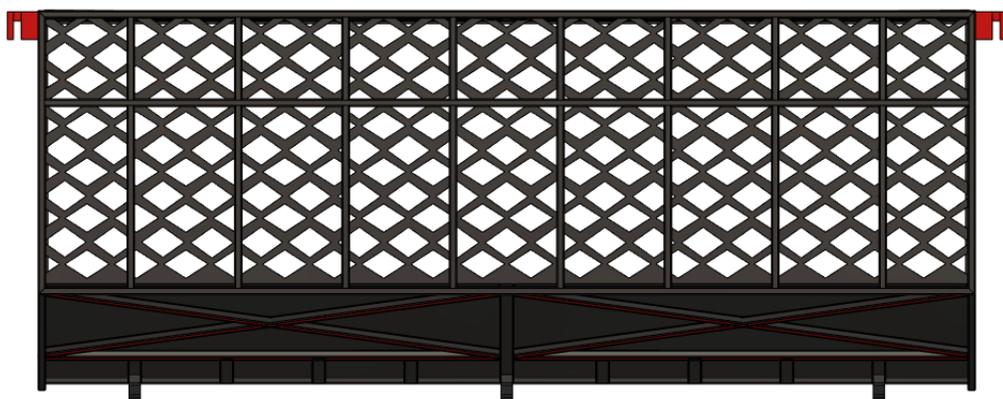


Figura 3.43 Vista inferior del mallado para la caída de piedras en la carga (Elaboración propia).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se presenta el resultado del proyecto, partiendo del concepto útil de diseño industrial representado por medio de bocetaje, diseño CAD en SolidWorks (diseño de cada pieza, asignación de material, subensambles, ensamble general y renderizado) y la impresión en -3D del implemento de transporte para caña azucarera.

4.1 Concepto final en la aplicación del diseño industrial

Se conceptualizó un diseño final en el desarrollo del diseño industrial con la finalidad de tomarlo como punto de partida para la aplicación de la ingeniería en diseño mecánico. En la Figura 4.1 se observa el diseño final, mientras que en la Figura 4.2 se observa un lenguaje de diseño junto a una propuesta de una familia de implementos de transporte demostrando así la importancia de la aplicación del diseño industrial en el desarrollo de productos.



Figura 4.1 Concepto final del implemento de transporte (Elaboración propia).



Figura 4.2 Familia de implementos de transporte (Elaboración propia).

4.2 Resultados del diseño y análisis de chasis

Se diseñó un tercer prototipo de chasis como se muestra en la Figura 4.3 en el cual fue el que mejor resultados presento, se colocaron perfiles de (120 x 12), con 1.5 metros de ancho y 7 metros de largo la cual se le aplicó una masa distribuida de 20000 kg.

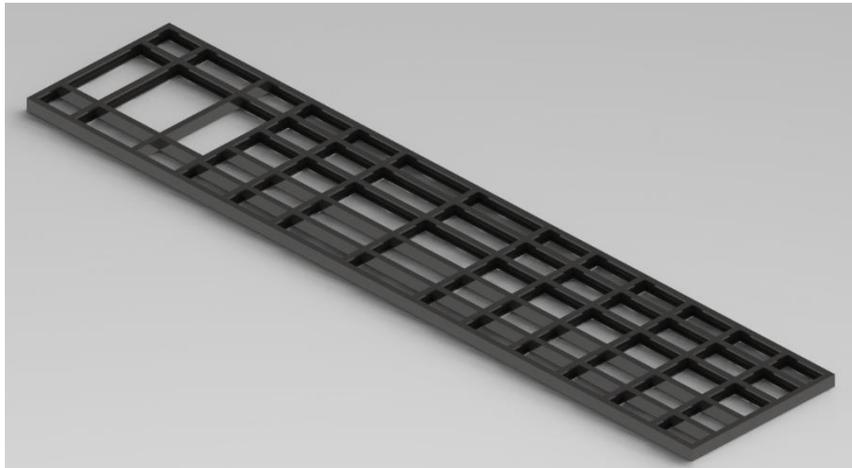


Figura 4.3 Diseño final del chasis (ASTM) (Elaboración propia).

En este diseño de chasis se colocaron 12 sujeciones como se muestra en la Figura 4.4, cuatro en la parte del disco de dirección y ocho en la parte trasera donde estarán colocados los muelles.

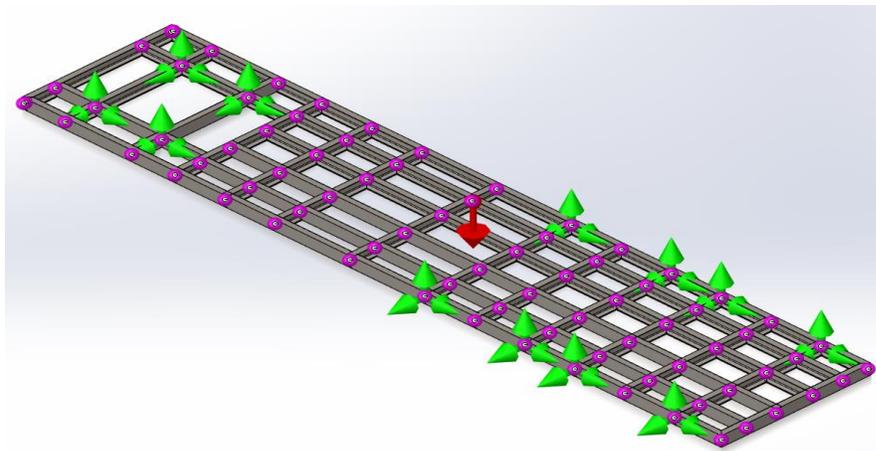


Figura 4.4 El color verde muestra las 12 sujeciones (Elaboración propia).

En la Figura 4.5 se muestran los resultados de tensión teniendo un Max. de (81.896 MPa) y un Min. de (0.005) muy por debajo del límite elástico de 250 MPa.

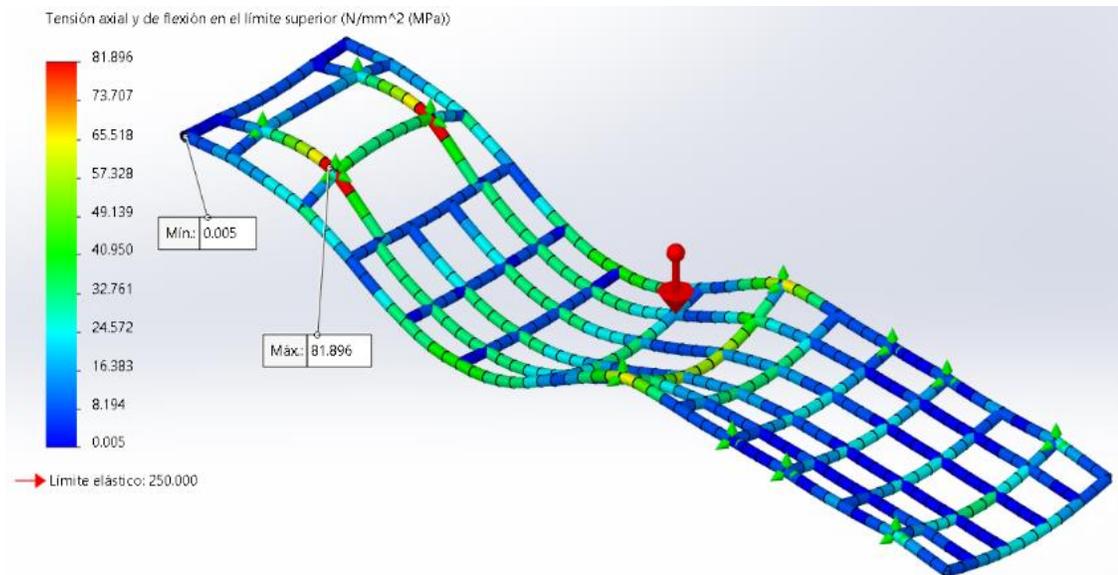


Figura 4.5 Resultados del análisis de elemento finito (Tensión) (Elaboración propia).

En la Figura 4.6 se muestran los resultados de desplazamiento (Y) teniendo un Max. de (2.704 mm) y un Min. de (0.000) obteniendo muy poco desplazamiento.

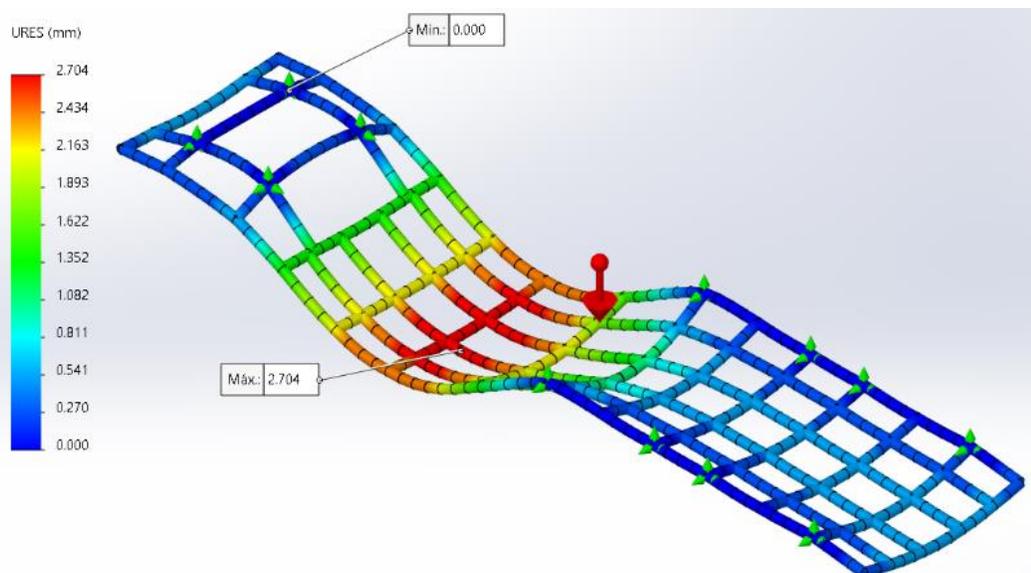


Figura 4.6 Resultados del análisis de elemento finito (Deformación) (Elaboración propia)..

En la Figura 4.7 se observa los resultados para obtener el factor de seguridad.

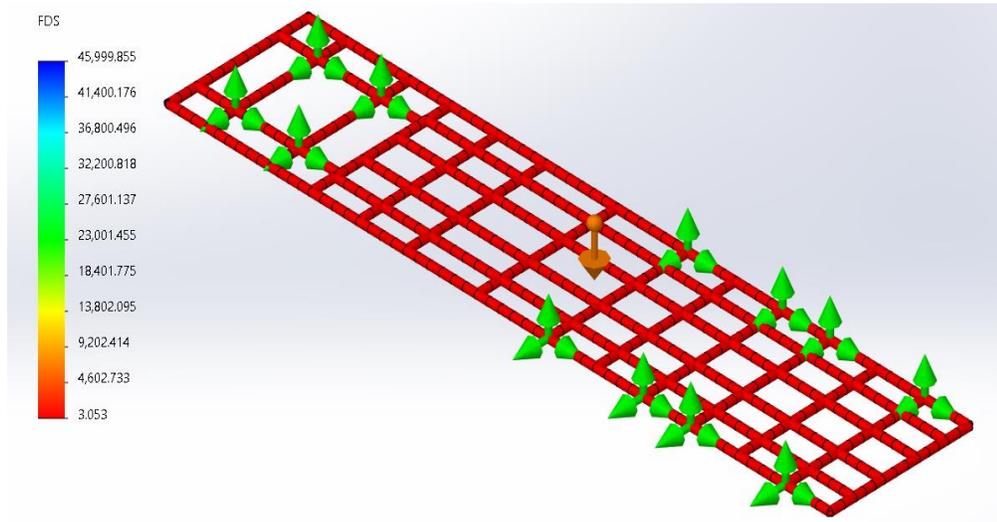


Figura 4.7 Resultados del factor de seguridad 3 (Elaboración propia).

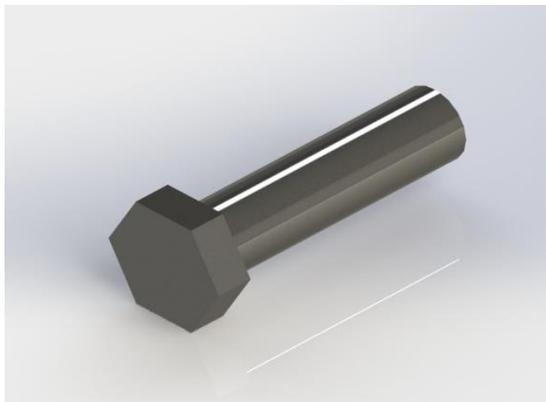
Ya obtenidos estos datos se determinó que aproximadamente con 50 a 60 toneladas llegaría el punto crítico para fractura. Así que este sería el chasis utilizado para el desarrollo del prototipo, ya que por medio del análisis determinamos la fiabilidad de esta pieza diseñada.

Resolviendo la problemática de deformaciones plásticas y colapso del chasis de los implementos de transportes utilizados actualmente.

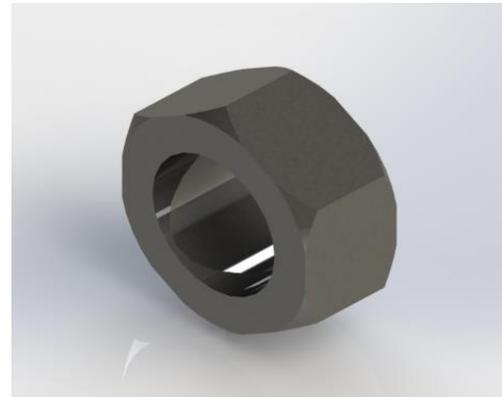
4.3 Diseño de piezas en SolidWorks

Es importante realizar la aclaración que la aplicación del análisis de elemento finito solo se realizó en el chasis, esto debido a la complejidad y parámetros de diseño que se establecieron, ya que la finalidad es realizar una propuesta de un prototipo.

En la Figura 4.8 se muestran los diseños de todas las piezas que conforman el diseño del prototipo.



(a) Perno.



(b) Tuerca.



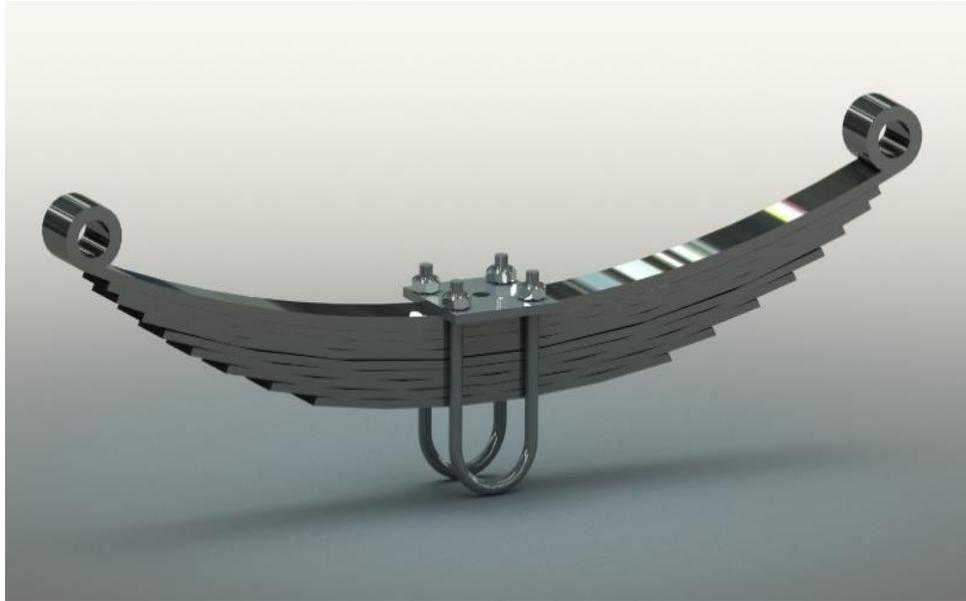
(c) Amortiguador.



(d) Cilindro hidráulico.



(e) Neumático.



(f) Muelle.



(g) Pivote para suspensión.

Figura 4.8 Diseño de piezas en SolidWorks (Elaboración propia).

4.3.1 Diseño de estructura principal del implemento de transporte

En la Figura 4.9 y 4.10 se muestra la estructura para la carga y descarga de caña azucarera, resolviendo el problema de colapso estructural y deformaciones de las estructuras utilizadas en la actualidad con una altura de 280 cm desde del chasis esto con la finalidad de tener la altura de la masa alimentadora.

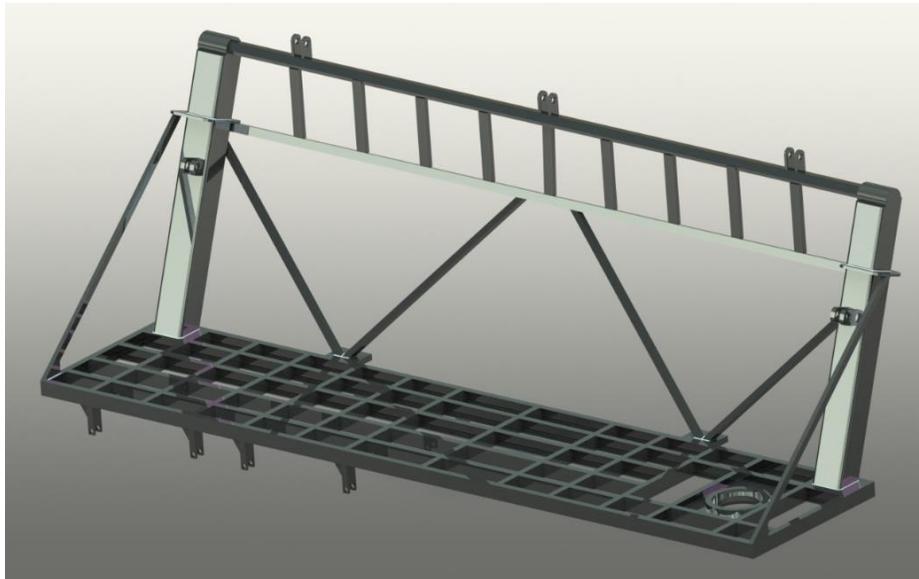


Figura 4.9 Estructura final del prototipo (Elaboración propia).



Figura 4.10 Vista lateral de la estructura (Elaboración propia).

4.3.2 Diseño de cajón

En la Figura 4.11 y 4.12 se muestra el diseño final del cajón para transportar caña azucarera, se colocó en la parte lateral el número de serie (R9), el número de unidad (U1), las siglas (F y O) de la marca en la intercepción de los perfiles en (x) y dos señalamientos de precaución (Delantera y trasera). Este diseño resuelve el problema de pérdidas de caña durante el trayecto del campo de cosecha al ingenio.

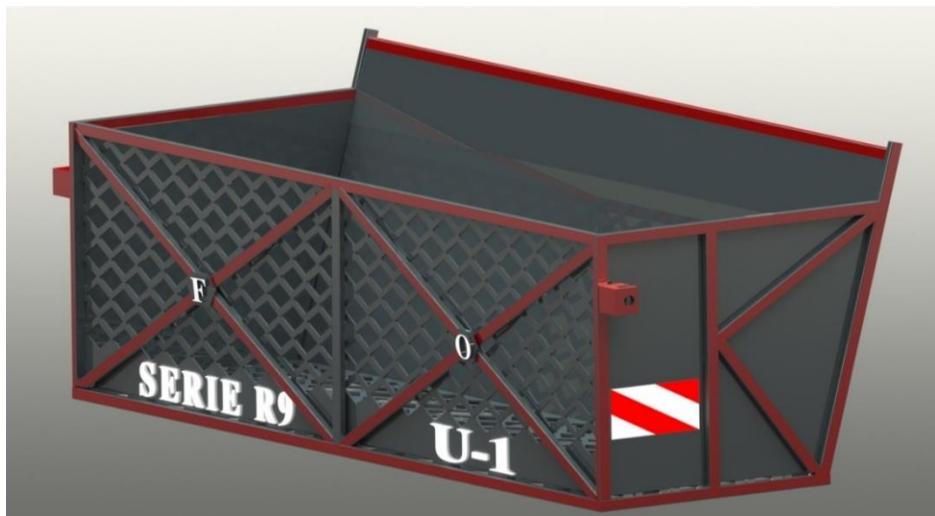


Figura 4.11 Cajón para caña azucarera (Elaboración propia).

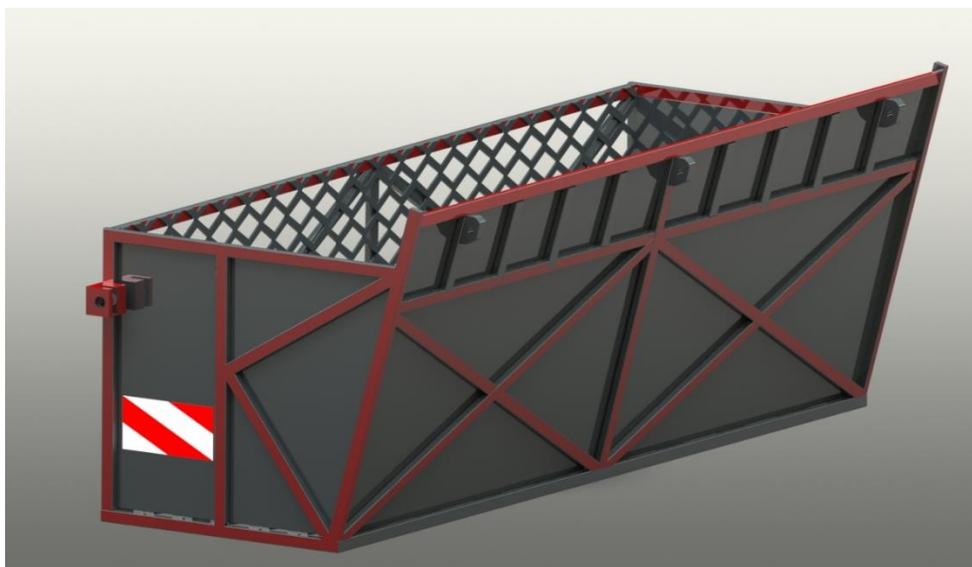


Figura 4.12 Cajón vista lateral derecha (Elaboración propia).

4.3.3 Diseño de carcasa para lenguaje de diseño

En la Figura 4.13 se muestra el diseño de carcasa para distinción de marca por medio de un lenguaje de diseño, el cual cuenta con el nombre de la marca (FLONOR), cuál significado es mi nombre completo (Flores Onofre Ramón). Independientemente de generar una personalidad e identidad de marca esta carcasa es funcional e importante para el implemento de transporte es de un (plástico termo fundido), ya que su aportación es darle protección de polvo e impactos al sistema eléctrico e hidráulico al igual que colocación de señalamientos de prevención como se muestra en la Figura 4.14.

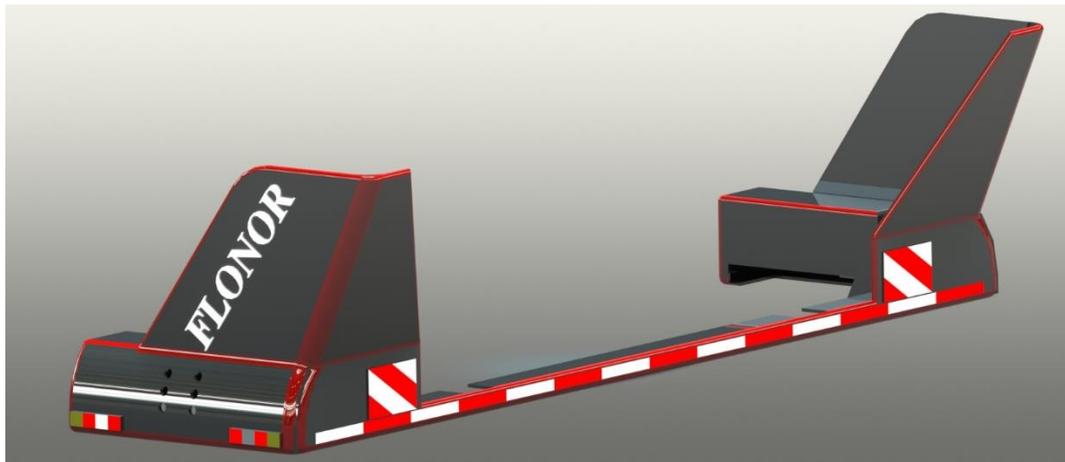


Figura 4.13 Diseño en SolidWorks de la carcasa de plástico termo fundido (Elaboración propia).

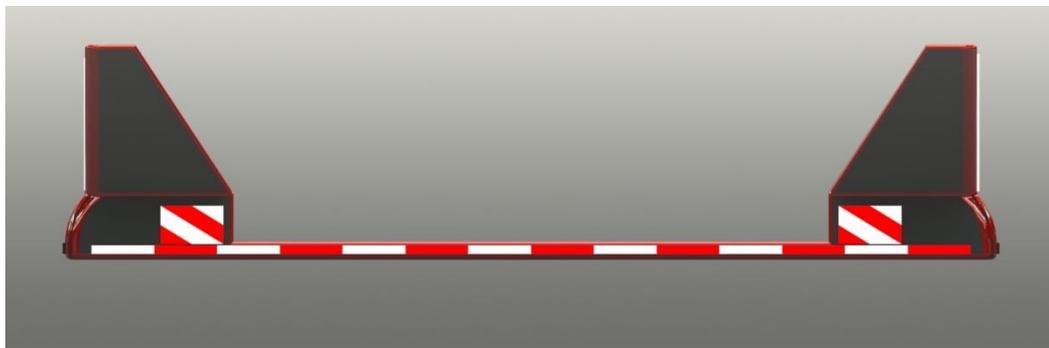


Figura 4.14 Vista lateral de la carcasa (Elaboración propia).

4.4 Ensamble de piezas

4.4.1 Ensamble de disco de dirección

En la Figura 4.15 se realizó el ensamble del disco de dirección con un sistema de suspensión de pivote, colocando cuatro neumáticos y un enganche recargado a la derecha para compensar los giros como se muestra en la Figura 4.16. Se colocó el amortiguador sujeto al enganche para mayor facilidad de uso y manipulación evitando problemas físicos presentados regularmente desorden traumático acumulativo (DTA).



Figura 4.15 Ensamble del disco de dirección (Elaboración propia).

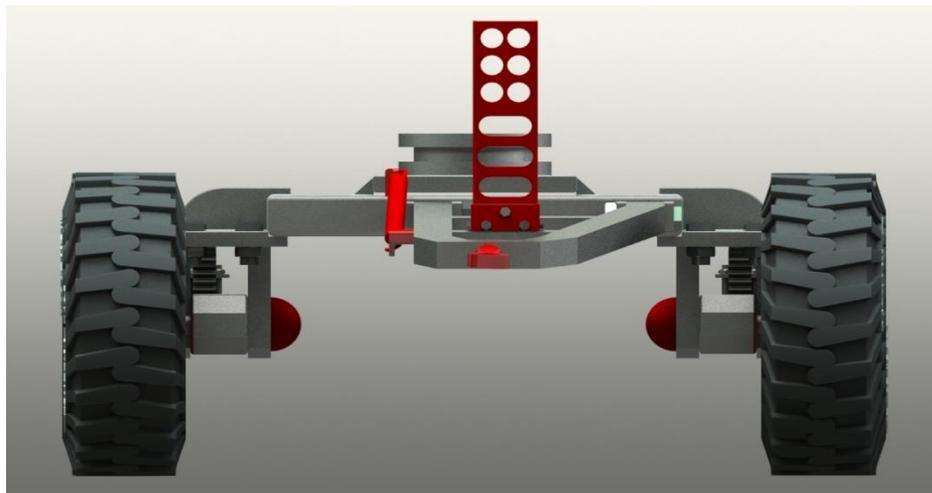


Figura 4.16 Vista frontal del enganche (Elaboración propia).

4.4.2 Ensamble de disco de dirección, neumáticos y muelles en chasis

En la Figura 4.17 y 4.18 se realizó el ensamble de los componentes para la primera parte del ensamble general.



Figura 4.17 Ensamble de piezas primera parte (Elaboración propia).



Figura 4.18 Vista lateral del ensamble (Elaboración propia).

4.4.3 Ensamble de cilindros hidráulicos y Cajón

En la Figura 4.19 y 4.20 se muestra el ensamble de la caja para transportar caña azucarera.



Figura 4.19 Ensamble de caja con el chasis y estructura para descarga (Elaboración propia).



Figura 4.20 Vista lateral del ensamble (Elaboración propia).

4.5 Ensamble general del implemento de transporte

En la Figura 4.21 se muestra una ampliación de imagen para observar el disco de dirección ya ensamblado con los componentes mencionados. En la Figura 4.22 se observa el ensamble de muelles con los neumáticos en la parte trasera del implemento de transporte. Se muestran estas imágenes con la finalidad de observar los detalles y piezas realizadas.



Figura 4.21 Ensamble de componentes del disco de dirección y enganche (Elaboración propia).



Figura 4.22 Ensamble de componentes de neumáticos traseros (Elaboración propia).

En la Figura 4.23 y 4.24 se ensambló la carcasa que le da un uso de protección, señalamientos y personalidad al prototipo en el ensamble completo donde se muestran todos los componentes que lo conforman.



Figura 4.23 Ensamble completo con señalamientos y datos del prototipo (Elaboración propia).

En la Figura 4.25 y 4.26 se muestra el accionamiento de descarga por medio de dos cilindros hidráulicos. Mejorando y resolviendo las problemáticas de descargar en las mesas alimentadoras del ingenio, evitando pérdidas de caña.



Figura 4.24 Vista lateral del diseño completo (Elaboración propia).



Figura 4.25 Acción de descarga del implemento de transporte (Elaboración propia).



Figura 4.26 Vista lateral de descarga (Elaboración propia).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusión

Con respecto a los objetivos e hipótesis planteados, se determinó que mejora exponencialmente el desarrollo de este proyecto mediante la aplicación del diseño industrial y la ingeniería en diseño mecánico, al aplicar el diseño industrial se logra contemplar aspectos como, perfil de usuario, ergonomía, lenguaje de diseño, estética etc. que mejora el producto para interacción con el usuario, mientras tanto la ingeniería toma aspectos como el tipo de material, perfiles etc., con los cual al realizar un análisis de elemento finito se logra identificar los alcances que tiene el prototipo ahorrándonos tiempos de prueba y error en campo si fuera el caso. Al tener conocimientos de diseño industrial se logra contemplar aspectos que la ingeniería no hace, pero es importante aclarar que la ingeniería es un factor muy importante, ya que es quien se encarga de concretizar el proyecto.

Al aplicar el diseño industrial se obtiene una serie de puntos a contemplar como el perfil de usuario, lenguaje de diseño, ergonomía, interacción y estética por mencionar algunos aspectos, en gran medida esto ayudo a generar un concepto de diseño muy completo, que posteriormente basado en el estudio previo estos aspectos fueron plasmados por medio de un diseño realizado por bocetos para obtener una presentación final del diseño industrial. Al tener ya una versión del diseño a trabajar facilita en gran medida el desarrollo ingenieril, ya que no se partió de cero, sino que ya se tenía un punto de partida, teniendo este concepto de diseño se inició el diseño mecánico con criterio ingenieril y contemplando aspectos como propiedad de los materiales, tensión, deformación y flujo plástico por mencionar algunos.

Se realizaron análisis de elemento finito en el chasis para determinar el tonelaje soportado por este mismo, ya que fue sometido a 20000 kg, obteniendo muy buenos resultados de tensión y deformación al punto de tener un factor de seguridad de 3, esto significa que puede soportar aproximadamente tres veces el peso aplicado.

En continuidad del diseño no se optó por realizar análisis de elemento finito en todo el implemento, ya que sería muy extenso y además el propósito de este proyecto fue la combinación de ambas áreas para la mejora de un producto en este caso fue una propuesta de un prototipo de implemento de diseño de transporte para caña azucarera.

De acuerdo a la investigación del marco teórico se detectó un gran inconveniente en el ámbito laboral de grandes empresas, en este caso de maquinaria agrícola la gran problemática del diseñador vs el ingeniero, que al tener diferentes formaciones e ideales provoca que en ocasiones se complica el trabajo de colaboración de ambas áreas, ya que surge este choque en el desarrollo de algún producto.

Es por ello el motivo de realizar este proyecto aplicando ambas áreas en el desarrollo del implemento de transporte. El proyecto fue realizado con la ideología de mejorar este problema aplicando ambas áreas en este proyecto con el fin de entender la postura del diseñador y la postura del ingeniero, esto con la finalidad de comprender ambos lenguajes y contemplar un número mayor de aspectos que mejoraron significativamente este diseño en comparación si no se hubiera realizado de esta manera.

5.2 Recomendaciones

Para el diseño o mejora de este proyecto en algún futuro es necesario entender que en actualidad no es tan recomendable ser un especialista en determinada área si no es de suma importancia ser multidisciplinario, tener conocimientos en varias áreas para aplicarlas y combinarlas para la mejora de proyectos.

Es de importancia conocer diferentes Software de diseño como SolidWorks, CATIA, Inventor etc. Así como conocer el método de elementos finitos, entender y saber interpretar la teoría de ingeniería en el Software SolidWorks.

A este proyecto por medio del diseño industrial se le dio un lenguaje de diseño y al mismo tiempo se le dio una funcionalidad ingenieril para generar una familia de implementos de transporte en un futuro, se puede utilizar lo ya mencionado como punto de partida, siempre y cuando siga la continuidad de la aplicación de ambas áreas y tener la capacidad de tener ambas posturas tanto la del diseñador como la del ingeniero y utilizarlas en el momento indicado durante el desarrollo de proyectos, ya que si no es de esta manera el resultado será muy deficiente.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alzate, Eucaris** (1997). Estudio descriptivo de los desórdenes traumáticos acumulativos en los trabajadores del Complejo Industrial de Barrancabermeja septiembre 1996 – agosto 1997. Facultad nacional salud pública. 15 (1), 37-68.
- Askeland, D. R., Fulay, P. P., & Wright, W. J.** (2017). Ciencia e ingeniería de materiales. (6a. Ed). CENGAGE learning.
- b) V-Design Academy Mx**, (6 de septiembre 2020) *Modulo 2.3 Perfil del usuario* [video]. YouTube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=dL8rJaT7mcs>
- Ballester, C. G., Mañes, R. J. M., & Llario, M. D. G.** (2014). Desorganización del apego y el trastorno traumático del desarrollo (tttd). Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology., 3(1), 375-384.
- Beer, F. P., Johnston, E. R., DeWolf, J. T., & Mazurek, D. F.** (2010). Mecánica de materiales (No. TA405. B43 1994.). Mc Graw Hill.
- Budynas, R. G.** (2012). *Diseño en ingeniería mecánica de shigley* (9a. Ed., 9a. Reimp.). México: MCGRAW-HILL interamericana
- c) V-Design Academy Mx**, (15 de agosto 2020) Arte vs Diseño [video]. YouTube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=VbSyAfKewjs>

- c) **V-Design Academy Mx**, (31 de agosto 2020) *Modulo 2.2 Factores condicionantes* [video]. YouTube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=4cV31En1AD8k>
- Caimán** (2021), *Empresa*. Obtenido de Caimán: <https://www.caiman.com.ar/empresa/>
- CanStockPhoto**, (2022), *Hombre de negocios haciendo una reunión de negocios*. Obtenido de: <https://www.canstockphoto.es/hombres-de-negocios-haciendo-una-reunion-38633351.html>
- Carrozieri Italiani**, (2022). *The origin*. Obtenido de: <https://www.carrozieri-italiani.com/1968-alfa-romeo-carabo-concept-by-bertone-the-time-machine/>
- d) **V-Design Academy Mx**, (15 de agosto 2020) *Modulo 1.3 Eres diseño industrial* [video]. YouTube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=gLzbOmuPVcc>
- Deere & Company** (2022), *Diseñando la máquina agrícola definitiva*. Obtenido de Deere & Company: <https://www.deere.com/en/stories/featured/deere-collaborates-with-bmws-designworks/>
- Deere & Company** (2022), *Serie X9. La cosechadora de 100 toneladas*. Obtenido de Deere & Company: <https://www.deere.es/es/cosechadoras/serie-x/>
- Design, I. C.** (2005). *International Council of Societies of Industrial Design*. Obtenido del International Council of Societies of Industrial Design : <https://wdo.org/about/history/>
- e) **V-Design Academy Mx**, (31 de agosto 2020) *Modulo 2.1 El Brief* [video]. YouTube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=hOeD2sxfqVk>
- Esperon, José**. (2013, Octubre 19). *Streamline. Historia del diseño industrial*. Obtenido de <http://historia-diseno-industrial.blogspot.com/2013/10/disenio-americano-anos-30s-streamlining.html>

f) **V-Design Academy Mx**, (22 de enero 2021) *Modulo 3.5 Layout del producto* [video]. YouTube. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=Qb3Rh-u_r-c

Felisberto y Paschoarelli, (2001). *Antropometría: necesidad de constantes*. Obtenido de <http://www.efdeportes.com/efd149/antropometria-contribuicao-na-area-da-ergonomia.htm>

Ferrer, E. (2006). El proceso creativo, Retrieved Junio: *http://segmento.itam.mx/Administrador/Uploader/material/EI%20Proceso%20Creativo.PDF*.

FREEJPG, (2022). Dibujo lineal de la postura de estar correctas e incorrectas al usar una computadora. Obtenido de: <https://www.freejpg.com.ar/imagenes/premium/1066495344/ergonomia-dibujo-lineal-de-la-postura-de-estar-correctas-e-incorrectas-al-usar-una-computadora>

García, J. I. (2004). *Fundamentos del diseño mecánico*. Universidad del Valle.

Gay, A., & Samar, L. (2007). *El diseño industrial en la historia (reimpr.)*. Ediciones Tec.

Gustavo Nardon, (22 de mayo 2016) *Máquinas Agrícolas: diseño industrial (Par 1 de 2)*. Obtenido de Gustavo Nardon: <https://www.youtube.com/watch?v=YS5cHpWLNEE&t=336s>

Hibbeler, R.C. (2006). *Mecánica de materiales*. (6a. Ed). Pearson Educación.

Hibbeler, R.C. (2010). *Estática*. (10ª. Ed). Pearson Educación

Hibbeler, R.C. (2017). *Mecánica de materiales*. (9ª. Ed). Pearson Educación.

Ingeniería, 2022, En: Significados.com. Disponible en: <https://www.significados.com/ingenieria/#:~:text=Se%20conoce%20como%20ingeniería%20a,%2C%20sistemas%2C%20herramientas%2C%20materiales%20y> consultado: 30/05/2022

John Deere España, (06 de noviembre 2019) *John Deere-Nuevos 7R y 8R- Creando perfección-diseño*. Obtenido de John Deere España: <https://www.youtube.com/watch?v=k4solhOEL1A>

Ledo, M. J. V., Lauzan, O. C., Díaz, A. R. (2019). Tecnologías e innovaciones disruptivas. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 33(1), 1-13

LISTE Maquinaria (2021), *FABRICA DE MASSEY FERGUSON*. Obtenido de Liste Maquinaria: <https://www.youtube.com/watch?v=5u2mfqQUpKM&t=203s>

Massey Ferguson (2022), *Beauvais (FRANCIA) centro global de ingeniería y excelencia en la fabricación*. Obtenido de Massey Ferguson: https://www.masseyferguson.com/es_es/discover-mf/manufacturing/manufacturing/beauvais.html

Motorpasión México, (2018), *El proceso de diseñar un auto*. Obtenido de: <https://www.motorpasion.com.mx/otros/dudas-resueltas-hablamos-quienes-deciden-que-autos-se-ven-como-se-ven>

Mott, Robert. L. (2009). Resistencia de materiales. (5a. Ed). Pearson Educación.

Nexat, (2022), NEXAT GmbH. Obtenido de: <https://www.nexat.de/#>

Norton, R.L (2013). *Diseño de maquinaria (Síntesis análisis de máquinas y mecanismos)* (5a. Ed). México: MCGRAW-HILL interamericana

Noticias Maquinaria (2021), *La X9 Combine de John Deere gana los premios de diseño iF y Red Dot*. Obtenido de Noticias Maquinaria: <https://www.noticiasmaquinaria.com/x9-combine-de-john-deere-gana-los-premios-de-diseno-if-y-red-dot/>

- Ortiz, Berrocal, L.** (1991). Resistencia de materiales. Barcelona-España, Editorial McGraw Hill.
- Powell, D.** (1985). *Técnicas de presentación* (1ª ed.). Gran Bretaña: Hermann Blume
- Reyes, Pedro,** (2010, Marzo) Análisis Morfológico, Obtenido de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/16/2010/03/Analisis-morfologico.pdf>
- Rivero, Marta** (2021, 19 Octubre) Brainstorming o tormenta de ideas, Obtenido de <https://www.businessadn.com/blog/brainstorming/>
- Rodríguez, Gerardo MGE.** (2003) *Manuel de diseño industrial* Litoarte, S.A de C.V.(3ª. edición) Mexico 96 pag.
- Rubio, Tomas** (2008, octubre 10). Gazeta de antropología. La antropología, una ciencia de conceptos entrelazados, 51
- Salazar, Patricia.** (1993). El perfil del usuario de información. Investigación Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información. 7. 10.22201/iibi.0187358xp.1993.15.3816.
- Sánchez, Eugenia.** (2012). El concepto diseño en el taller de diseño, Digital de diseño gráfico, Insigne Visual 4, 4(8), 3-9, [Sánchez, Sebastian \(2011\) El brief, Recuperado de https://martinmazzei.files.wordpress.com/2011/04/brief1.pdf](#)
- Significados,** (2022, agosto 27). Layout. Obtenido de <https://www.significados.com/layout/>
- SlidePlayer, (2022).** Trastornos Traumáticos Acumulativo. Obtenido de: <https://slideplayer.es/slide/1032295/>
- tech MÉXICO,** (2022, agosto 29). El diseño mecanico. Obtenido de: <https://www.techtitute.com/mx/ingenieria/blog/disenio-mecanico#>

Teston a marca dos gigantes, (2022). Nuestra historia acerca de teston. Obtenido de: <https://teston.com.br/a-teston/>

UNCUYO, (2022). *Enseñaran herramientas de diseño 3D mecánico e industrial*. Obtenido de: <https://www.uncuyo.edu.ar/prensa/ensenaran-herramientas-de-diseno-3d-mecanico-e-industrial>

V-Design Academy Mx, (21 de agosto 2020) *Modulo 1.5 La concepción del diseño* [video]. YouTube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=IZ6NFbeowWU>

Vidal, S. A., Abait, E. S., & Marcos, C. (2009). Un proceso iterativo para la refactorización de aspectos. *Avances en Sistemas e Informática*, 6(1), 93-104.

Woge, O. G., Morán, C. O. G., & Chau, A. L. (2020). Introducción al método del elemento finito: Solidworks y Matlab. *Ideas en Ciencias de la Ingeniería*, 1(1), 27-47 obtenido de: <https://rperiplo.uaemex.mx/index.php/ideasingeneria/article/view/14589>

Zimmermann, Yves (1998), *Del Diseño*, Barcelona: Gustavo Gili