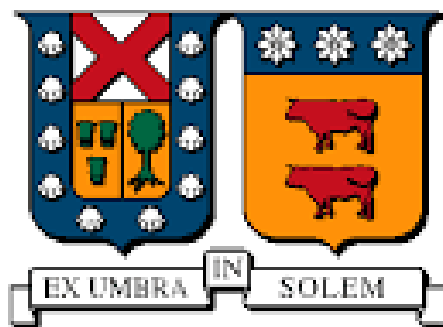


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
VALPARAÍSO-CHILE



**“APORTE A LA RECUPERACION DE
ASCENSORES PATRIMONIALES DE
VALPARAISO, MODELACION
TRIDIMENSIONAL ASCENSORES
FLORIDA Y MARIPOSA”**

BRUNO FRANCO NICOLA DI DOMENICO D.

MEMORIA DE TITULO PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

PROFESOR GUÍA: Dr. Ing. PEDRO SARIEGO PASTEN

PROFESOR COREFERENTE: Ing. UDO RHEINSCHMIDT

ABRIL 2018





AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de título significa para mí el fin de una etapa de mi vida, de la cual siento compromiso y responsabilidad. Les doy gracias a Dios, a mi familia por darme su apoyo y mantener la constancia durante este largo tiempo

Agradezco a mi hermosa Francisca, con la mujer que he vivido cosas hermosas en mi vida. Siempre estaré agradecido de tu paciencia y confianza en mí y lo que voy logrando en la vida. Eres parte de toda esta tarea de muchas maneras, siendo la más especial para mí, el valor que tu compañía le da a este paso y la fuerza que me entregas para llevar cada vez más lejos nuestro amor. El que hayas llegado a mi vida hizo que todo este proceso tomara forma, con tu apoyo. Te amo y quiero seguir avanzando contigo y nuestro hijo.

RESUMEN

Este trabajo de título se sintetiza el estado del arte del desarrollo de maquetas tridimensionales desde los tiempos que se pueden datar, como también una breve reseña sobre las tendencias futuras de las maquetas electrónicas,

Se establecen los beneficios que trae ocupar una maqueta electrónica para representar un prototipo tridimensional. El modelo de maquetas electrónicas se aplica al caso de los proyectos de recuperación de los funiculares de Valparaíso, denominados Ascensores Patrimoniales de Valparaíso.

La importancia de la realización de un análisis de estas características, se justifica en el hecho que el Consejo Regional (CORE) aprobó la entrega de recursos económicos, por lo cual el Ministerio de Obras Públicas licitó el rediseño que el Gobierno Regional compró de empresarios privados, se trata de una inversión pública, que tendrá un importante impacto económico en la ciudad de Valparaíso



ABSTRACT

This title work synthesizes the state of the art of the development of three-dimensional models from the times that can be dated, as well as a brief review on the future trends of electronic models.

The benefits of an electronic model to represent a three-dimensional prototype are established. The model of electronic models is applied to the case of recovery projects of Valparaíso cable cars, called Heritage Elevators of Valparaíso.

The importance of carrying out an analysis of these characteristics is justified by the fact that the Regional Council (CORE) approved the delivery of economic resources, for which the Ministry of Public Works tendered the redesign that the Regional Government purchased from private entrepreneurs, it is a public investment, which will have an important economic impact in the city of Valparaíso

GLOSARIO

- **CAD:** Diseño Asistido por Computador (computer aided design).
- **CAM:** Fabricación Asistida por Computador (manufacturing aided design)
- **Renderizado:** término usado en computación para referirse al proceso de generar una imagen foto realista desde un modelo 3D.
- **Layout:** diseño, disposición de equipos, o vista en planta.
- **Mallas no regulares:** corresponde a la triangulación (discretizar mediante triángulos) de un dominio, con el fin poder aproximar la geometría o el comportamiento global de un sistema (sea este en dos o tres dimensiones).
- **BIM:** building information modeling o modelo de información de la construcción.
- **SIG:** sistema de información geográfica.
- **JPG:** joint photographic expert group, pertenece al formato usado para las imágenes de windows.
- **DWG:** extensión de formato de AUTOCAD cuya sigla es la abreviatura de drawing.
- **Fontanería (MEP):** software de AUTOCAD hecho para el diseño y cálculo de fontanería tanto domiciliaria e industrial.
- **Impresión 3D:** es un grupo de tecnologías el cual usa el método de adición por capas, a través del uso de una amplia gama de materiales, como cerámica, plástico, acero, etc.
- **Manufactura integrada:** o manufactura integrada por computadora (computer integred manufacturing) es una filosofía de producción que se caracteriza por integrar todas las áreas de producción de la empresa y la utilización de equipos electrónicos de control.
- **MEF:** es la sigla de “método de elementos finitos”, es un método numérico general para la aproximación de soluciones de ecuaciones diferenciales parciales muy complejas, utilizado en diversos problemas de ingeniería y física.
- **Formato STL:** siglas provenientes del inglés “Standard Triangle Language” es un formato de archivo informático de diseño asistido por computadora (CAD) que define geometría de objetos 3D, excluyendo información como color, texturas o propiedades físicas que sí incluyen otros formatos CAD.
- **Internet-Aided Design (IAD):** diseño asistido por computador que ocupa como plataforma internet, lo que permite que un diseño sea elaborado por un grupo de profesionales en línea.



-
- **Spline:** a partir de un conjunto de puntos definidos, el comando construye una curva polinomial.
 - **Curvas nurbs:** son parametrizaciones (parámetros u y v) de curvas de Bézier.



ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
INDICE DE TABLAS	13
lista de anexos	13
1. Introducción.....	14
2. objetivos.....	15
2.1 objetivo general	15
2.2 objetivos ESPECÍFICOS	15
3. estado del arte de maquetas ELECTRÓNICAS	16
4. Los Funiculares desde el punto de vista comercial	16
5. herramientas para el diseño de maquetas electrónicas	18
5.1 Herramientas de edición bidimensional.....	18
5.1.1 comando sketch	18
5.1.2 Comando créate	18
5.1.3 Comando modify	18
5.1.4 Comando pattern	19
5.1.5 Comando format.....	19
5.1.6 Comando dimensión	20
5.1.7 Comando constrain	20
5.1.8 Comando insert.....	21
5.1.9 Comando finish sketch.....	21
5.2 Herramientas de edición tridimensionales.....	21
5.2.1 Comando 3D sketch.....	21
5.2.2 Comando create	22
5.2.3 Comando modify	22
5.2.4 Comando direct	22
5.2.5 Comando work features	23
5.2.6 Comando pattern	23
5.2.7 Comando surface.....	23
5.2.8 Comando freeform.....	24
5.2.9 Comandos de ensamblaje	24
6. funcionamiento y principales componentes de un funicular	25
6.1 funcionamiento básico de un funicular	25
6.2 Principales componentes del Ascensor Florida y Mariposa.....	25
6.3 Sistemas MECÁNICOS Ascensor Florida:.....	26
6.3.1 Planos de rodadura del ascensor Florida:	26
6.3.2 Máquinas de tracción ascensor Florida	27



6.4 Sistemas MECÁNICOS Ascensor Mariposa.....	27
6.4.1 Planos de rodadura del ascensor Mariposa:.....	28
6.4.2 Máquinas de tracción ascensor Mariposa	28
7. Consideraciones de diseño y normativas	29
7.1 Principales criterios de diseño del ascensor Florida	29
7.2 principales criterios de diseño del ascensor Mariposa.....	30
7.3 Normativas bases para el diseño de componentes del ascensor Florida.....	31
7.3.1 Normas chilenas oficiales aplicables:	31
7.3.2 Normas internacionales:.....	31
7.3.3 Documentos base para criterios de intervención:	31
7.4 Normativas bases para el diseño de componentes del ascensor Mariposa.....	32
7.4.1 Normas chilenas oficiales aplicables:	32
7.4.2 Normas internacionales:.....	32
7.4.3 Documentos base para criterios de intervención:	33
8. Desarrollo y despliegue de maquetas electrónicas del ascensor florida y mariposa	34
8.1 procedimiento de elaboracion de piezas y componetes.....	34
8.2 Procedimiento de ensamble del ascensor Florida y Mariposa	36
8.3 Procedimiento de ensamble de chasis y sistema de suspensión.	36
8.4 Procedimiento de ensamble de los planos de rodadura para ascensor Florida y Mariposa.....	38
8.5 Procedimiento de ensamble del sistema de seguridad del ascensor florida y mariposa	40
8.6 Elaboración del ensamble de las poleas de reenvió del ascensor florida y mariposa	40
8.7 Elaboración de ensamble de las poleas de tracción, para el ascensor florida y mariposa	41
8.8 Comando para el ensamble de los motores eléctricos	42
8.9 procedimiento de ensamble del freno electro-actuado	42
8.10 Procedimiento de ensamble de freno de banda	43
9. mejoras propuestas	45
10. Conclusiones	46
11. referencias	47
12. Anexos	49
1.0) El dibujo en la prehistoria	49
2.0) El diseño en la era Mesopotámica	49
3.0) El dibujo técnico en el periodo del Renacimiento Sumerio (siglo XXII a.C.)	50
4.0) Dibujo técnico durante el periodo egipcio	50
4.1) El dibujo técnico durante la época Romana.....	51
5.0) El dibujo técnico durante la edad media	51
6.0) El dibujo técnico durante el renacimiento.....	52
7.0) El dibujo técnico en la época moderna	52



8.0) El dibujo técnico durante el siglo XX.....	54
9.0) Dibujo actual en la ingeniería, arquitectura y manufactura	54
12.1 Planos Ascensor Mariposa.....	81
12.2 Planos Ascensor Florida	91
cÁlculo de eje de rodadura mediante resistencia de materiales	101
Diagrama de cuerpo libre	101
Determinación de diagrama de fuerza cortante y momento flector:	102
Análisis en el chavetero	103
Cálculo de la concentración de esfuerzo	104
cÁlculo de eje de rodadura mediante elementos finitos	105
Propiedades del material	105
Propiedades del mallado y presentación del modelo	106
Esfuerzos de Von Mises en el eje de rodadura.....	107
Deformación máxima mediante elementos finitos	109
Cálculo del factor de seguridad mediante elementos finitos	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 69.comando "sketch"	18
Figura 70.comando "create"	18
Figura 71.comando "modify"	19
Figura 72.comando "pattern"	19
Figura 73.comando "format"	19
Figura 74.comando "dimension"	20
Figura 75.comando "constrain"	20
Figura 76.comando "insert"	21
Figura 77.comando "finish sketch"	21
Figura 78. comando "3D sketch"	22
Figura 79.comando "create"	22
Figura 80.comando "modify"	22
Figura 81.comando "direct"	23
Figura 82.comando "work features"	23
Figura 83.comando "pattern"	23
Figura 84.comando "surface"	24
Figura 85.comando "freeform"	24
Figura 86. diagrama de componentes ascensor Florida	25
Figura 87. procedimiento de elaboración	34
Figura 88. elaboracion de ejes concentricos.....	36
Figura 89.Elaboracion de restricción de caras.....	37
Figura 90.ensamble de chasis y suspensión	37
Figura 91. ensamble de las ruedas en el carril	38
Figura 92. encaje de ruedas en el carril.....	38
Figura 93. elaboracion final de rieles	39
Figura 94.sistema de seguridad de los ascensores	40
Figura 95. esquema de plano medio para simetria	41
Figura 96.ensamble de transmisión del polea de reenvío.	41
Figura 97. conjunto de freno electro-actuado	42
Figura 98. sitema de freno de banda.....	43
Figura 99. resultado final del ensamble	43
Figura 1. Dibujo en las cuevas de Altamira	49
Figura 2. Tabla en escritura cuneiforme	49
Figura 3. Representación en planta del rey Caldeo	50
Figura 4. Papiro de Ahmed	50
Figura 5. Obra maestra de Lucio Vitrubio	51
Figura 6 .Mausoleo de Gala	51
Figura 7. Imagen del sistema diédrico	53
Figura 8. Mapa de curvas de nivel.....	53
Figura 9. Tipos de sistemas axonométricos	54
Figura 10. Ivan Sutherland presentando sketchpad.....	55
Figura 11.dibujo tridimensional mediante técnicas CAD	55
Figura 12. cartografía sin AUTOCAD	56
Figura 13. Cartografía con AUTOCAD.....	56
Figura 14. Renderizado en 3DS Max	57
Figura 15. Modelado con Steel advanced de un galpón.....	57
Figura 16. Diseño avanzado de superficies	58
Figura 17.Diseño en Autocad de 2D A 3D.	58
Figura 18. Aproximación de espacio topológico.....	58
Figura 19. Modelación de puente a partir de la	59
Figura 20. Diagrama PLC en Autocad electrical.	59
Figura 21. Modelación topologica.....	60



Figura 22. Elaboración de un plano de.....	60
Figura 23. Diseño de una planta de.....	60
Figura 24. Edición de imagen JPG a	61
Figura 25. Maqueta virtual abierta en	61
Figura 26. Vista de layout desde celular y.....	62
Figura 27. Fases de diseño de tecnologías BIM	63
Figura 28. Simulación fluidodinámica.	63
Figura 29. Generación de personaje virtual.....	63
Figura 30. Diseño conceptual (a la izquierda) diseño.....	64
Figura 31. Diseño de una placa Arduino en	64
Figura 32. Animación de personaje virtual en	65
Figura 33. Diseño de sistema de aire	65
Figura 34. Diseño de una planta.....	66
Figura 35. Estudio de imagen en autodesk flame.	66
Figura 36. Tunnel de viento en flow design.	66
Figura 37. Modelación de infraestructura.....	67
Figura 38. Simulación CAM en fusion 360	67
Figura 39. Simulación de irradiación	68
Figura 40. Simulación de material compuesto en	68
Figura 41. Simulación CAM en HSMWorks	68
Figura 42. Diseño de carreteras en InfraWorks.	69
Figura 43. Simulación CAN post diseño en.....	69
Figura 44. Diseño de motor de combustión	70
Figura 45. Análisis de distribución de luz	70
Figura 46. Discretización en Autodesk Maya.....	70
Figura 47. Simulación del fluido del molde	71
Figura 48. Animación de personaje virtual	71
Figura 49. Pintura virtual con Autodesk.....	72
Figura 50. Simulación de Corona motriz con	72
Figura 51. Simulación de un resorte de.....	72
Figura 52. Simulación de interferencias en	73
Figura 53. Simulación de etapas de	73
Figura 54. Mallado de formato STL	74
Figura 55. Diseño de planta de procesos en.....	74
Figura 56. Diseño de piping a partir de	74
Figura 57. Diseño de planta de procesos en.....	75
Figura 58. Desde nube de punto a superficie virtual.	75
Figura 59. Remodelación de figura de latex a	76
Figura 60. Remasterización en Autodesk Remake.	76
Figura 61. Modelación arquitectónica en Autodesk Revit.	76
Figura 62. Simulación estructural en Autodesk.....	77
Figura 63. Análisis mecánico- estructural en	77
Figura 64. Modelo conceptual de motocicleta	78
Figura 65. Estudio de imágenes en Autodesk Smoke	78
Figura 66. animación de movimiento en.....	78
Figura 67. Simulación de puente en Autodesk	79
Figura 68. simulación de carretera en.....	79



INDICE DE TABLAS

Tabla 1.criterios de seleccion de componentes ascensor florida	29
Tabla 2.criterios de seleccion de componentes ascensor Mariposa	30
Tabla 3.tiempo de elaboración de componentes.....	35
Tabla 4. numero de restricción por componentes.....	44

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. desarrollo de las maquetas electronicas a lo largo de la historia.....	49
Anexo B. planos suministrados por la empresa.....	81

1. Introducción

El nombramiento de Valparaíso como patrimonio cultural de la humanidad el 2 de junio del año 2003 conlleva una enorme responsabilidad para dicha ciudad, ya que el casco histórico vivo de este (ascensores de Valparaíso) requieren mantención, para su correcto funcionamiento, como también un acabado estudio técnico (generación de prototipos tridimensionales, planos de fabricación, trabajo de mano de obra calificada), es por esta razón que el objetivo de este trabajo de título es el uso de maquetas electrónicas, para la modelación del casco histórico vivo de Valparaíso (específicamente ascensores Mariposa y Florida).

En este trabajo de título se abordará de forma específica el uso de programas de diseño asistido por computador, para la generación de prototipos virtuales en el área de la ingeniería mecánica (modelación de ascensores Florida y Mariposa), con el fin de poder analizar las ventajas que conlleva el uso de prototipos tridimensionales para la representación gráfica en el área de la ingeniería mecánica.

Como fruto del trabajo técnico (restauración de ascensores emblemáticos) permitirá fomentar de forma indirecta el flujo económico, como también trabajos indirectos (como aumento de la oferta gastronómica, hotelera y turística de la zona de Valparaíso), potenciando a Valparaíso como un referente turístico a nivel nacional e internacional.

Otro objetivo que persigue este trabajo de título, es poder obtener referencias gráficas de las maquetas electrónicas, con el fin de poder entender las bases de su funcionamiento, poder generar modelos, encontrar interferencias tempranas en su funcionamiento, también se puede generar simulaciones en elementos finitos, con el fin de predecir potenciales fallas antes de su funcionamiento.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este trabajo de título será la de aportar a la recuperación de ascensores patrimoniales de Valparaíso mediante el desarrollo de maquetas electrónicas de los ascensores patrimoniales Mariposa y Florida, con el propósito de generar registros gráficos de ambos ascensores utilizando software especializados de prototipo 3D, permitiendo la simulación de su funcionamiento, identificando interferencias, obtener información relevante como planos 2D de fabricación, entre otros.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Desplegar herramientas especializadas para prototipo 3D (Autodesk Inventor) y componentes normalizados obtenidos en bibliotecas del programa de prototipo tridimensional.
- ✓ Corroborar las ventajas que implica el uso de maquetas 3D para proyectos de diseño en ingeniería mecánica.
- ✓ Definir los subsistemas, componentes, piezas y partes relevantes del sistema ascensor a representar.
- ✓ Establecer alternativas de instalación de layout disponibles de máquinas y equipos del sistema de potencia.
- ✓ Desarrollar los modelos, generar simulaciones, identificar posibles interferencias, prevenir fallas tempranas de equipos.
- ✓ Obtener información relevante del desarrollo como simulaciones 3D, planos de fabricación 2D de artefactos de interés.

3. ESTADO DEL ARTE DE MAQUETAS ELECTRÓNICAS

El desarrollo de la maqueta electrónica no comenzó como tal, sino que fue un proceso dinámicamente evolutivo, como lo explica el siguiente autor “El dibujo en ingeniería es un medio de comunicación. Comunicación usualmente se asocia con escribir y hablar porque son los medios más usados en el diario vivir. Escribir y hablar, sin embargo, son insuficientes para comunicar las ideas de diseño. En primer lugar, las muchas lenguas existentes tienden a inhibir la comunicación escrita y verbal. Es más eficaz transmitir y recibir la intención de diseño a través de dibujos, bosquejos, cuadros y gráficos, etc. La comunicación gráfica es clara, exacta, e inequívoca, transmitiendo el mismo significado en todas las partes del mundo. Esto es cada vez más importante a medida que el mundo se desarrolla en una economía global” (Javier Abarca, 2000, pág. 131)”. Es esta una de las razones por las cuales desde tiempo inmemoriales el hombre ha intentado comunicar sus ideas ya sea con fines artísticos o con fines técnicos o con el afán de construir maquinarias e infraestructuras, llevando sus ideas preliminares o acabadas a representaciones gráficas. En los anexos se podrá encontrar una detallada descripción que muestra, un análisis básico de los avances que ha tenido el prototipo de maquetas electrónicas a lo largo de la historia, como también sus principales aplicaciones en muchos campos de la ciencia.

4. LOS FUNICULARES DESDE EL PUNTO DE VISTA COMERCIAL

La importancia que tiene para la región el nombramiento de Valparaíso como patrimonio cultural de la humanidad, es el hecho que aumente la actividad económica, incrementando de forma directa e indirecta la fuente laboral de la gente que allí reside, como lo podemos entender en el siguiente extracto, “La ciudad de Valparaíso quedó marcada por el hito de 2003 cuando la UNESCO acuerda que una parte de la ciudad se sume a la lista de sitios llamados Patrimonio Mundial de acuerdo a la Convención de París de 1972. No hay duda que esta declaratoria, realizada a instancias del Gobierno del Presidente Lagos, es el resultado evidente del poder nominalista que poseen las certificaciones de UNESCO y de la sorprendente respuesta e interés que el patrimonio despierta en el mercado globalizado del turismo de intereses especiales. Este nuevo status mundial ha traído como resultado tangible un aumento en la demanda turística y la diversificación de la oferta de servicios asociados a ella, así como un auge de la economía del reciclaje en determinados barrios” (Andueza, 2010).

Con el fin de potenciar la actividad económica de Valparaíso, la moneda creo un plan de activación económica durante el año 2002, con el fin de incentivar y potenciar la inversión de los principales focos económicos de la región de Valparaíso, como lo dice el autor en el siguiente fragmento “La política de activación patrimonial en Valparaíso, se enmarca en una estrategia más general sobre la ciudad, la más ambiciosa que ha tenido a lo menos en sus últimos cincuenta años. Entre sus enunciados explícitos, esta política se ha propuesto contrarrestar la declinación económica de la ciudad puerto, potenciando áreas económicas tradicionales, como la actividad



portuaria o universitaria, así como áreas emergentes como la que gira en torno al turismo y el patrimonio cultural” (Andueza, 2010).

Uno de los principales atractivos turísticos que caracterizan al patrimonio industrial vivo de Valparaíso son sus ascensores, es por esta razón que con el fin de potenciar la actividad turística en los principales cerros de Valparaíso el MOP (ministerio de obras públicas) de la región de Valparaíso ha llevado a cabo la restauración del ascensor concepción de Valparaíso con una inversión cercana a los 1500 millones de pesos (CLP) como se explica en el siguiente artículo “Ya se iniciaron las obras del ascensor Concepción, el segundo que comienza su proceso de restauración mayor en Valparaíso, a cargo del Ministerio de Obras Públicas a través de la Dirección de Arquitectura. La información fue entregada por el secretario regional ministerial de Obras Públicas, Miguel Saavedra, quien explicó que se trata de una intervención que dejará a este ascensor en óptimas condiciones de funcionamiento. “Hoy se está entregando el terreno a la empresa que se va a hacer cargo de esta gran obra y hemos generado un proceso de información y difusión a la comunidad, no solo a los vecinos sino también a los turistas, respecto de las vías alternativas que existen para llegar a esta zona del cerro. Hay que destacar que está el ascensor El Peral, el ascensor Reina Victoria, la escalera que está al costado de El Mercurio como vías alternativas a la misma zona donde llega el ascensor Concepción”, explicó el seremi. El jefe regional precisó que las obras tienen una duración de 360 días y “nosotros esperamos en el transcurso de ese tiempo habilitar de manera definitiva y con un estándar bastante mayor este ascensor para que pueda ser utilizado por la comunidad”, dijo. De esta forma, ya son 2 ascensores que están en obra: Espíritu Santo y Concepción; 1 en proceso de adjudicación: Cordillera y 4 en proceso de licitación de obras: Larraín, Artillería, Villaseca y Monjas” ((MOP), 2017).

Producto de lo anteriormente mencionado es de suma importancia en la restauración del casco histórico vivo de Valparaíso, ya que con estas obras fomentara de forma indirecta, el intercambio económico de la Valparaíso para que aumente sus ingresos, tanto directamente como indirectamente (la restauración de estos ascensores aumenta la oferta de hostales, residencias, oferta de artesanía de la zona y la oferta gastronómica)

Como se ve, en el siguiente texto, “La CORFO ha llevado a cabo por cerca de una década acciones de fomento a actividades productivas y proyectos empresariales que se orientan, según palabras de esta repartición pública, al manejo y gestión productiva de los recursos del patrimonio cultural y permiten la "puesta en valor económico" del capital cultural de esta ciudad. Para ello la condición económica del patrimonio, asumida explícitamente, representaría una alternativa cierta para lograr una mayor y mejor conservación de los bienes culturales al aumentar y dinamizar los flujos económicos y el gasto privados en torno al él. Interesa a esta corporación la recuperación de inmuebles para fines productivos y la localización de empresas como una forma de atraer inversión hacia el patrimonio de la ciudad ((MOP), 2017).”

5. HERRAMIENTAS PARA EL DISEÑO DE MAQUETAS ELECTRÓNICAS

5.1 HERRAMIENTAS DE EDICIÓN BIDIMENSIONAL

5.1.1 comando sketch

Permite escoger un plano de trabajo (un plano en “X”, o un plano en “Y”, o un plano en “Z”), para la elaboración de dibujos bidimensionales.

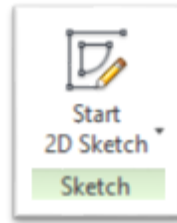


Figura 1.comando "sketch"

Fuente: www.autodeskinventor.com

5.1.2 Comando créate

Permite generar líneas, polilíneas, círculos, arcos de circunferencias, polígonos, radios de curvaturas, textos y puntos en un plano bidimensional.

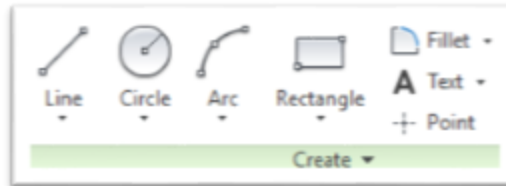


Figura 2.comando "create"

Fuente: www.autodeskinventor.com

5.1.3 Comando modify

Permite proyectar planos geometrías desde otros planos de trabajo o piezas tridimensionales, mover dibujos, copiar dibujos, rotar dibujos, cortar partes de dibujos, extender líneas, combinar líneas, escalar dibujos, estirar dibujos, agrandar dibujos.

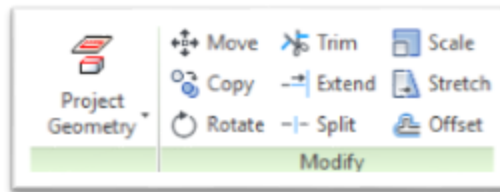


Figura 3.comando "modify"
Fuente: www.autodeskinventor.com

5.1.4 Comando pattern

Permite generar patrones rectangulares, patrones circulares y patrones de simetría a partir de un eje.

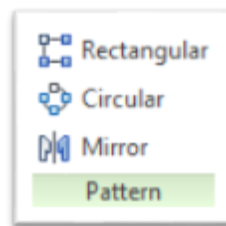


Figura 4.comando "pattern"
Fuente: www.autodeskinventor.com

5.1.5 Comando format

Permite trabajar con líneas en modo de construcción (líneas auxiliares), líneas de simetría, líneas de ejes de rotación, líneas de ejes y devolver el formato original de línea.

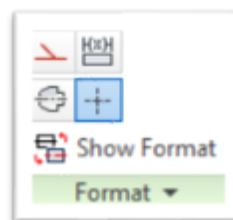


Figura 5.comando "format"
Fuente: www.autodeskinventor.com

5.1.6 Comando **dimensión**

Permite generar las cotas del dibujo bidimensional. Se puede generar cotas de distancias entre dos puntos, radio, diámetros de circunferencias, grado entre dos líneas, etc.

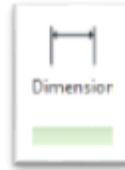


Figura 6.comando "dimension"
Fuente: www.autodeskinventor.com

5.1.7 Comando **constrain**

- ✓ Permite generar:
- ✓ cotas del dibujo de forma automática.
- ✓ generar perpendicularidad entre dos líneas.
- ✓ generar paralelismo entre dos líneas.
- ✓ dejar arcos o circunferencias concéntricos.
- ✓ prolongación de líneas.
- ✓ suavizar una curva de un splin.
- ✓ Alineación de piezas con los ejes del plano del dibujo.
- ✓ restringir líneas.

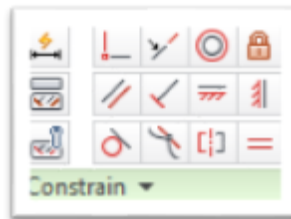


Figura 7.comando "constrain"
Fuente: www.autodeskinventor.com

5.1.8 Comando insert

Permite, importar imágenes, conjunto de puntos desde Excel, importar archivos desde CAD.

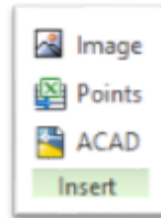


Figura 8.comando "insert"
Fuente: www.autodeskinventor.com

5.1.9 Comando finish sketch

Permite terminar el plano bidimensional con el fin de comenzar las acciones para generar las herramientas tridimensionales.

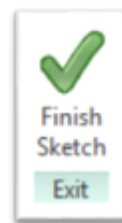


Figura 9.comando"finish sketch"
Fuente: www.autodeskinventor.com

5.2 HERRAMIENTAS DE EDICIÓN TRIDIMENSIONALES

5.2.1 Comando 3D sketch

Permite generar un sketch tridimensional, con sus respectivas restricciones.

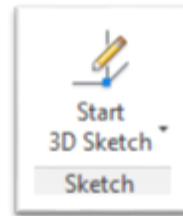


Figura 10. comando "3D sketch"
Fuente: www.autodeskinventor.com

5.2.2 Comando create

Permite extrudir un sólido a partir de un plano bidimensional, rotar un plano para generar un sólido a partir de un eje, barrenar a partir de un plano bidimensional y un camino a seguir.

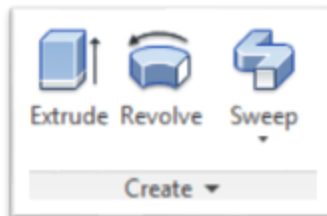


Figura 11.comando "create"
Fuente: www.autodeskinventor.com

5.2.3 Comando modify

Permite generar agujeros, radios de entalladuras, vaciados de cuerpos sólidos, extraer partes de sólidos.

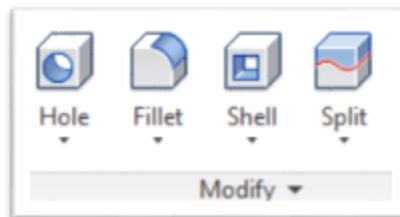


Figura 12.comando "modify"
Fuente: www.autodeskinventor.com

5.2.4 Comando direct

Permite tirar de una cara en función del eje seleccionado

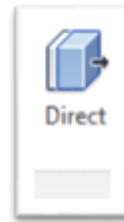


Figura 13.comando "direct"
Fuente: www.autodeskinventor.com

5.2.5 Comando work features

Permite generar planos de trabajo, ejes de simetría, puntos, ejes relativos.

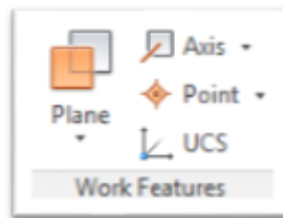


Figura 14.comando "work features"
Fuente: www.autodeskinventor.com

5.2.6 Comando pattern

Permite generar patrones rectangulares, patrones circulares, patrones de simetría

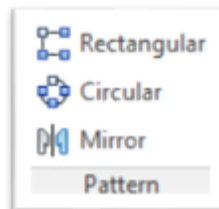


Figura 15.comando "pattern"
Fuente: www.autodeskinventor.com

5.2.7 Comando surface

Permite juntar superficies, parchar superficies para generar sólidos, cortar superficies.

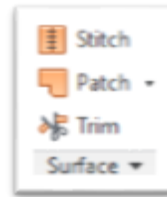


Figura 16.comando "surface"
Fuente: www.autodesk.com

5.2.8 Comando freeform

Permite generar formas geométricas, editar formas de superficies.

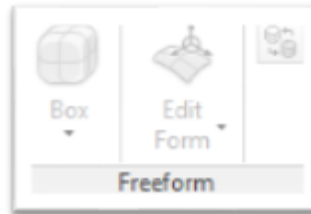


Figura 17.comando "freeform"
Fuente: www.autodesk.com

5.2.9 Comandos de ensamblaje

Permite ensamblar componentes en función de las restricciones que se explican a continuación; restricción de caras, restricción de ángulos, restricción tangencial, restricción de inserción restricción de simetría (de izquierda a derecha).

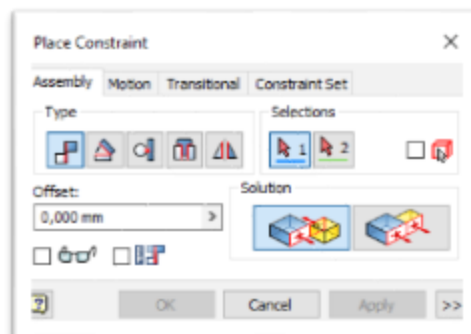


Figura 92. comando "constrain"
Fuente: www.autodesk.com

6. FUNCIONAMIENTO Y PRINCIPALES COMPONENTES DE UN FUNICULAR

6.1 FUNCIONAMIENTO BÁSICO DE UN FUNICULAR

Este sistema mecánico aprovecha el principio de conservación de la energía mecánica, ya que el carro que se encuentra a mayor altura sobre el plano inclinado posee una energía potencial, igual a producto de su masa, por la aceleración de gravedad, por la altura a la que se encuentra ($E_p = mgh$), mientras que el carro inferior posee energía cinética (al momento de la puesta en marcha) igual al producto de un medio de su masa por el cuadrado de su velocidad ($E_c = \frac{1}{2}mv^2$). Este movimiento es sincronizado por un sistema de transmisión mecánica, el cual es alimentado de forma eléctrica a través de un motor eléctrico.



Fuente: (MALATRASI, 2000)
Figura 70. Vista referencial Ascensor Florida

6.2 PRINCIPALES COMPONENTES DEL ASCENSOR FLORIDA Y MARIPOSA

En el diagrama inferior se resume los sistemas y subsistemas, seguidos de sus principales componentes, es importante recalcar que en este diagrama solo se detallan los componentes que son críticos para el funcionamiento seguro del sistema:

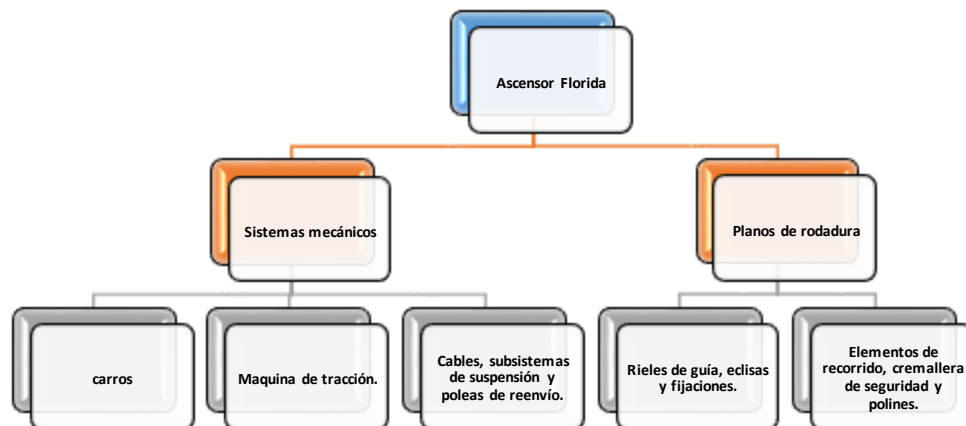


Figura 18. diagrama de componentes ascensor Florida
Fuente: elaboración propia

6.3 SISTEMAS MECÁNICOS ASCENSOR FLORIDA:

Se describen de forma general los principales componentes del ascensor Florida y su función básica dentro del conjunto.

- ✓ Carros: son los responsables de soportar a los pasajeros durante el funcionamiento de forma segura.
- ✓ Máquinas de tracción: son las responsables de transmitir potencia a las poleas de reenvío y poleas motrices. Y soportar todo el torque en caso de una detención imprevista.
- ✓ Cables: responsables de permitir el movimiento sincrónico entre los ascensores (mediante poleas), permitiendo soportar la tensión producida tanto por la fricción de las poleas, el peso de los pasajeros, los ascensores y el propio cable.
- ✓ Sistemas de suspensión: es el mecanismo encargado de permitir el movimiento relativo entre el chasis y las ruedas, guiando las ruedas de forma segura en su recorrido.
- ✓ Poleas de reenvío y tracción: son las encargadas de soportar las fuerzas de fricción (en las respectivas gargantas de las poleas), como también las fuerzas de tensión producidas por el movimiento de los ascensores.

6.3.1 Planos de rodadura del ascensor Florida:

- ✓ Rieles de guía: es un perfil rígido de acero, con una sección determinada, cuya misión es guiar los ascensores eléctricos durante todo el recorrido. Soportando las fuerzas normales y de fricción producidas por la rodadura sobre los rieles.
- ✓ Eclisas: elementos de acero mediante los cuales se puede apernar dos vigas rieleras. Son las encargadas de mantener unidas los rieles y actuar como juntas de dilatación, ya que mantienen la separación necesaria entre los rieles.
- ✓ Fijaciones: tuercas y pernos (de alta resistencia) responsables de brindar sujeción a los chasis, rieles, y otros elementos mecánicos.

- ✓ Polines: son los encargados de soportar la fuerza normal y fricción que ejercen los cables sobre los mismos, se diseñan bajo el supuesto que el peso de los cables se distribuye de forma uniforme sobre los polines.

6.3.2 Máquinas de tracción ascensor Florida

- ✓ Motor: transforma la energía eléctrica en energía mecánica rotacional, por lo cual es el responsable de transmitir el movimiento al eje principal del mecanismo de arrastre, mediante un sistema sin fin corona. El motor se diseña teniendo en cuenta:
 - Las revoluciones (RPM) de la polea de tracción
 - Rendimiento mecánico global del sistema
 - El rendimiento global del se obtiene multiplicando:
 - Rendimiento de las poleas de reenvío.
 - Rendimiento polea de tracción.
 - Rendimiento reductor sinfín-corona.
 - Rendimiento acoplamiento mecánico motor-máquina.
- ✓ Freno electro-actuado y freno mecánico: tanto el freno electro actuado y el freno mecánico (o de cinta) son los responsables de sostener al ascensor en subida o en bajada (considerando el peso propio de los pasajeros, el cable y los carros), en caso de una parada de emergencia imprevista, por lo tanto, deben tener la capacidad de detener al ascensor y llevarlo progresivamente al reposo.

6.4 SISTEMAS MECÁNICOS ASCENSOR MARIPOSA

Se describen de forma general los principales componentes del ascensor Mariposa y su función básica dentro del conjunto.

- ✓ Carros: son los responsables de soportar a los pasajeros durante el funcionamiento de forma segura.
- ✓ Máquinas de tracción: son las responsables de transmitir potencia a las poleas de reenvío y poleas motrices. Y soportar todo el torque en caso de una detención imprevista.
- ✓ Cables: responsables de permitir el movimiento sincrónico entre los ascensores (mediante poleas), permitiendo soportar la tensión producida tanto por la fricción de las poleas, el peso de los pasajeros, los ascensores y el propio cable.
- ✓ Sistemas de suspensión: es el mecanismo encargado de permitir el movimiento relativo entre el chasis y las ruedas, guiando las ruedas de forma segura en su recorrido.

- ✓ Poleas de reenvío y tracción: son las encargadas de soportar las fuerzas de fricción (en las respectivas gargantas de las poleas), como también las fuerzas de tensión producidas por el movimiento de los ascensores.

6.4.1 Planos de rodadura del ascensor Mariposa:

- ✓ Rieles de guía: es un perfil rígido de acero, con una sección determinada, cuya misión es guiar los ascensores eléctricos durante todo el recorrido. Soportando las fuerzas normales y de fricción producidas por la rodadura sobre los rieles.
- ✓ Eclisas: elementos de acero mediante los cuales se puede apernar dos vigas rieleras. Son las encargadas de mantener unidas los rieles y actuar como juntas de dilatación, ya que mantienen la separación necesaria entre los rieles.
- ✓ Fijaciones: tuercas y pernos (de alta resistencia) responsables de brindar sujeción a los chasis, rieles, y otros elementos mecánicos.
- ✓ Polines: son los encargados de soportar la fuerza normal y friccionante que ejercen los cables sobre los mismos, se diseña bajo el supuesto que el peso de los cables se distribuye de forma uniforme sobre los polines.

6.4.2 Máquinas de tracción ascensor Mariposa

- ✓ Motor: transforma la energía eléctrica en energía mecánica rotacional, por lo cual es el responsable de transmitir el movimiento al eje principal del mecanismo de arrastre, mediante un sistema sin fin corona. El motor se diseña teniendo en cuenta:
 - Las revoluciones (RPM) de la polea de tracción
 - Rendimiento mecánico global del sistema
 - El rendimiento global del se obtiene multiplicando:
 - Rendimiento de las poleas de reenvío.
 - Rendimiento polea de tracción.
 - Rendimiento reductor sinfín-corona.
 - Rendimiento acoplamiento mecánico motor-máquina.
- ✓ Freno electro-actuado y freno mecánico: tanto el freno electro actuado y el freno mecánico (o de cinta) son los responsables de sostener al ascensor en subida o en bajada (considerando el peso propio de los pasajeros, el cable y los carros), en caso de una parada de emergencia imprevista, por lo tanto, deben tener la capacidad de detener al ascensor y llevarlo progresivamente al reposo.

7. CONSIDERACIONES DE DISEÑO Y NORMATIVAS

7.1 PRINCIPALES CRITERIOS DE DISEÑO DEL ASCENSOR FLORIDA

En la tabla inferior se resume las principales consideraciones de diseño de algunas partes mecánicas del ascensor Florida, algo importante de recalcar es el hecho de que las consideraciones de diseño fueron razonadas para las condiciones más críticas de operación, con el fin de poder proteger primeramente la seguridad de las personas como primer fin.

Componente	Criterio o parametro de selección	Modelo seleccionado o parametro obtenido
Motor	$-Pot_{mec}$ $-n_{motor}$ $-M_{eje\ motor}$	-Marca <i>WEG</i> -Potencia -Rot. Nominal -Frecuencia -N° de Polos -Vol. Nominal -Corr. Nominal
Cables de acero	-NCH440/1 -carga de flexion equivalente	-dos cables de acero de diámetro $\frac{3}{4}$ ". - tipo Seale 6x19.
Polea de tracción	-Criterio de garganta profunda	-Se obtienen las principales dimensiones de la garganta
Reductor sin fin corona	-Se usa el libro shigley de diseño en ingeniería mecánica.	-Se obtiene la geometría y Eficiencia de la polea
freno de tambor tipo zapata	-Se diseña a su máxima capacidad de torque de frenado - $Tf = 516,8[Nm]$	-Tipo de freno: St 315 -eje electrohidráulico: Th 3 -Max torque: 950 [Nm]
Chasis de ascensor	-Largo: 3.200 [m] -Ancho: 1.555 [m] - $Sc = 4,976 [m^2]$	-a través de la norma NCh 3365/1:2015, se obtiene la carga nominal. -Carga nominal
Polines y chumaceras	-Catalogo de selección de SKF	-Chumacera SY 20 TF -Rodamiento YAR 204-2F -Tapa chumacera RIS 204
Rodamiento de empuje axial	-debe soportar cargas axiales en ambos sentidos. -El criterio de selección es el siguiente: la capacidad de carga dinámica del rodamiento (C) debe ser mayor a carga dinámica equivalente (P): $-C \geq P = Fa$	-SKF 52217

Tabla 1.criterios de selección de componentes ascensor florida

Fuente: elaboración propia

7.2 PRINCIPALES CRITERIOS DE DISEÑO DEL ASCENSOR MARIPOSA

En la tabla inferior se resume las principales consideraciones de diseño de algunas partes mecánicas del ascensor Mariposa, algo importante de recalcar es el hecho de que las consideraciones de diseño fueron razonadas para las condiciones más críticas de operación, con el fin de poder proteger primeramente la seguridad de las personas.

Componente	Criterio o parametro de seleccion	Modelo seleccionado o parametro obtenido
Motor	- Pot_{mec} - n_{motor} - $Meje_{motor}$	-Marca WEG -Potencia -Rot. Nominal -Frecuencia -N° de Polos -Vol. Nominal Corr. Nominal
Cables de acero	-NCH440/1 -carga de flexion equivalente	-dos cables de acero de diámetro $\frac{3}{4}$ ". - tipo Seale 6x19.
Polea de tracción	-Criterio de garganta profunda	-diseño de garganta trapezoidal o de cuña
Reductor de velocidad	-Factor de servicio	Modelo: ✓ Potencia ✓ Reducción: ✓ Revoluciones de ent. máx. ✓ Revoluciones de salida máx. ✓ Momento torsional de salida máx.:
freno de tambor tipo zapata	-Se diseña a su máxima capacidad de torque de frenado - $Tf = 516,8[Nm]$	-Fuerza en el embolo de accionamiento
Chasis del ascensor	-Largo: 3.200 [m] -Ancho: 1.555 [m] - $Sc = 4,976 [m^2]$	-a traves de la norma NCh 3365/1:2015, se obtiene la carga nominal. -Carga = 2711,27 [kg]
Polines y chumaceras	-Catalogo de selección de SKF	-se selecciono del catalogo de SKF: -Chumacera SY 20 TF -Rodamiento YAR 204-2F -Tapa chumacera RIS 204
Rodamiento de empuje axial	-debe soportar cargas axiales en ambos sentidos. -El criterio de selección es el siguiente: la capacidad de carga dinámica del rodamiento (C) debe ser mayor a carga dinámica equivalente (P): - $C \geq P = Fa$	-Se selecciona a partir del manual skf

Tabla 2. criterios de selección de componentes ascensor Mariposa
Fuente: elaboración propia

7.3 NORMATIVAS BASES PARA EL DISEÑO DE COMPONENTES DEL ASCENSOR FLORIDA

Las consideraciones seguras de diseño primaran por sobre la norma usada, esto es válido tanto en el ascensor Mariposa como el ascensor Florida, todo esto para darle prioridad a la seguridad de los pasajeros, por sobre otro fin.

7.3.1 Normas chilenas oficiales aplicables:

- ✓ NCh 440/1:2014. Construcción - Elevadores - Requisitos de seguridad e instalación - Parte 1: Ascensores eléctricos (INN).
- ✓ NCh 3395/1:2016. Equipos de transporte vertical – Parte 1: Requisitos para ascensores y montacargas eléctricos existentes (INN).
- ✓ NCh 3365/1:2015. Requisitos para equipos de transporte vertical – Ascensores y montacargas inclinados o funiculares.
- ✓ NCh 2840/1:2004. Construcción - Elevadores - Procedimientos de inspección - Parte 1: Ascensores y montacargas eléctricos (INN).
- ✓ Norma Técnica Ferroviaria EFE-NTF-11-002. “Elementos Constituyentes de la Vía” (Empresa de Ferrocarriles del Estado).

7.3.2 Normas internacionales:

- ✓ Orden del 14 de enero de 1998 del Ministro de Transportes y Comunicaciones de España. Pliego de Condiciones Técnicas para la Construcción y Explotación de las Instalaciones de Teleféricos y Funiculares para el Transporte de Viajeros.
- ✓ ASME A17.1-2007/CSA B44-07. Safety Code for Elevators and Escalators, Included Requirements for Elevators, Escalators, Dumbwaiters, Moving Walks, Material Lifts, and Dumbwaiters With Automatic Transfer Devices.

7.3.3 Documentos base para criterios de intervención:

- ✓ Carta Internacional Sobre la Conservación y la Restauración de Monumentos y Sitios; “Carta de Venecia” (1964). II Congreso Internacional de Arquitectos y Técnicos de Monumentos Históricos. ICOMOS.
- ✓ Principles for the Conservation of Industrial Heritage Sites, Structures, Areas and Landscapes; “The Dublin Principles” (2003, ratificada en 2011). ICOMOS-TICCIH / 17a Asamblea General de ICOMOS.

- ✓ Principios para el Análisis, Conservación y de las Estructuras del Patrimonio Arquitectónico. (2003). ICOMOS / 14a Asamblea General de ICOMOS, en Victoria Falls, Zimbawe.
- ✓ Carta de Nizhny Tagil sobre el Patrimonio Industrial. (2003) TICCIH.

7.4 NORMATIVAS BASES PARA EL DISEÑO DE COMPONENTES DEL ASCENSOR MARIPOSA

7.4.1 Normas chilenas oficiales aplicables:

- ✓ NCh 440/1:2014. Construcción - Elevadores - Requisitos de seguridad e instalación - Parte 1: Ascensores eléctricos (INN).
- ✓ NCh 3395/1:2016. Equipos de transporte vertical – Parte 1: Requisitos para ascensores y montacargas eléctricos existentes (INN).
- ✓ NCh 3365/1:2015. Requisitos para equipos de transporte vertical – Ascensores y montacargas inclinados o funiculares.
- ✓ NCh 2840/1:2004. Construcción - Elevadores - Procedimientos de inspección - Parte 1: Ascensores y montacargas eléctricos (INN).
- ✓ Norma Técnica Ferroviaria EFE-NTF-11-002. “Elementos Constituyentes de la Vía” (Empresa de Ferrocarriles del Estado).

7.4.2 Normas internacionales:

- ✓ Orden del 14 de enero de 1998 del Ministro de Transportes y Comunicaciones de España. Pliego de Condiciones Técnicas para la Construcción y Explotación de las Instalaciones de Teleféricos y Funiculares para el Transporte de Viajeros.
- ✓ ASME A17.1-2007/CSA B44-07. Safety Code for Elevators and Escalators, Included Requirements for Elevators, Escalators, Dumbwaiters, Moving Walks, Material Lifts, and Dumbwaiters With Automatic Transfer Devices.

7.4.3 Documentos base para criterios de intervención:

- ✓ Carta Internacional Sobre la Conservación y la Restauración de Monumentos y Sitios; “Carta de Venecia” (1964). II Congreso Internacional de Arquitectos y Técnicos de Monumentos Históricos. ICOMOS.
- ✓ Principles for the Conservation of Industrial Heritage Sites, Structures, Areas and Landscapes; “The Dublin Principles” (2003, ratificada en 2011). ICOMOSTICCIH / 17a Asamblea General de ICOMOS.
- ✓ Principios para el Análisis, Conservación y de las Estructuras del Patrimonio Arquitectónico. (2003). ICOMOS / 14a Asamblea General de ICOMOS, en Victoria Falls, Zimbawe,
- ✓ Carta de Nizhny Tagil sobre el Patrimonio Industrial. (2003) TICCIH.

8. DESARROLLO Y DESPLIEGUE DE MAQUETAS ELECTRÓNICAS DEL ASCENSOR FLORIDA Y MARIPOSA

8.1 PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DE PIEZAS Y COMPONENTES

Desde el formato DWG se importó a un formato DXF (formato de interoperabilidad) y desde el formato DXF se abrió en un formato IPT, que es un formato compatible con Autodesk Inventor profesional, para la edición del plano bidimensional y generar un prototipo 3D.

Posteriormente las piezas fueron ensambladas en un formato. iam que es un formato de conjunto de piezas en autodesk inventor. Es importante mencionar que los planos fueron suministrados por la empresa Kingerop Ghisolfo (dichos planos se encuentran disponibles en los anexos).

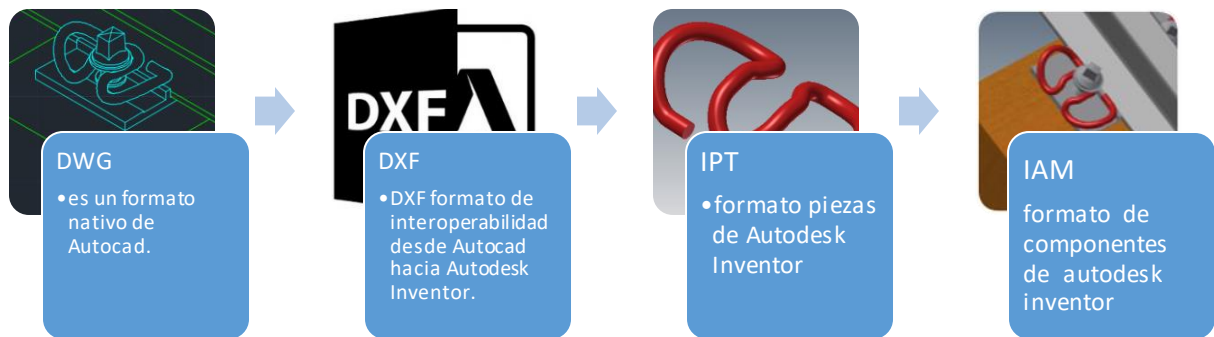


Figura 19. procedimiento de elaboración
fuente: elaboracion propia

Este procedimiento sistemático implica gran cantidad de tiempo de elaboración a lo largo de todo el proceso. La siguiente tabla resume el tiempo estimado invertido para la elaboración de las maquetas electrónicas.

Componente	Tiempo estimado
Chasis y sistema de suspensión ascensor florida	3 días
Chasis y sistema de suspensión ascensor mariposa	3 días
Cabina ascensor florida	1 día
Cabina ascensor mariposa	1 día
Conjunto de riel del ascensor mariposa	3 días
Conjunto de riel del ascensor florida	3 días
Sistema de transmisión de potencia ascensor mariposa	2 días
Sistema de transmisión de potencia ascensor florida	3 días
Conjunto de freno electro actuado de ascensor mariposa	2 días
Conjunto de freno de ascensor mariposa	2 días
Sistema de polea de reenvío ascensor Florida	2 días
Conjunto de sistema de poleas ascensor Florida	2 días
Conjunto de bancadas y frenos y sistemas de poleas de reenvío ascensor florida	2 días
Conjunto de elementos de seguridad mecánica	4 días
Motor de tracción de ascensor florida	3 días
Motor de tracción de ascensor Mariposa	3 días
Poleas de reenvío de ascensor Mariposa	2 días
Freno ascensor florida	3 días
Freno electro actuado ascensor florida	3 días
Total	47 [días]

Tabla 2. tiempo de elaboración de componentes
Fuente: elaboración propia

Lo que se resume en un total de 1,5 meses para la elaboración del proyecto de las maquetas electrónicas de los ascensores Florida y Mariposa.

8.2 PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE DEL ASCENSOR FLORIDA Y MARIPOSA

Como primer punto cabe destacar, que tanto el ascensor Florida y Mariposa son muy similares en relación a su funcionamiento y partes constituyentes, es por esta razón que se explicará teniendo en consideración a ambos ascensores como un procedimiento común, para la elaboración de sus componentes. Para entender que es un ensamble en Autodesk Inventor se debe tener en cuenta que, un ensamble, el programa lo traduce como la restricción de uno o varios grados de libertad de las piezas.

8.3 PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE DE CHASIS Y SISTEMA DE SUSPENSIÓN.

Para el procedimiento de ensamble del chasis, se restringió los grados de libertad de un conjunto significativo de partes, como son:

- ✓ Sistema de suspensión
- ✓ Perfiles angulares laminados
- ✓ Conjunto de pernos, tuercas, golillas
- ✓ Planchas de uniones

El procedimiento específico de restricción se explica a continuación, teniendo en cuenta que estos pasos se repitieron un número significativo de veces. Para hacer coincidir los ejes se presionó el botón derecho sobre ambos ejes, luego se escogió la herramienta llamada “MATE” para que ambos ejes queden concéntricos.

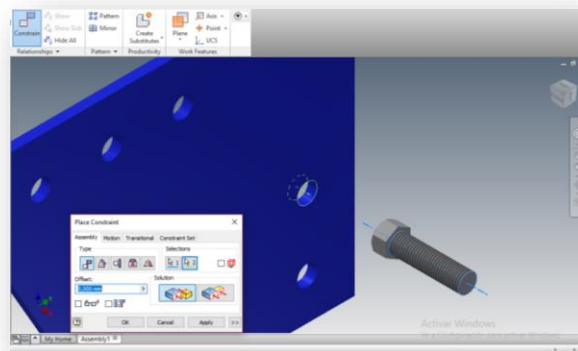


Figura 20. elaboración de ejes concéntricos
elaboración propia

Con el fin de restringir los planos y hacerlos coincidentes se presiona las caras que se desean dejar en el mismo plano (la cara interior hexagonal del perno y la cara azul del soporte) y se usa la herramienta “MATE”. Este procedimiento fue repetitivo para todo el conjunto del chasis tanto como para tuercas perfiles, golillas, sistema de suspensión, planchas de sujeción, entre otros.

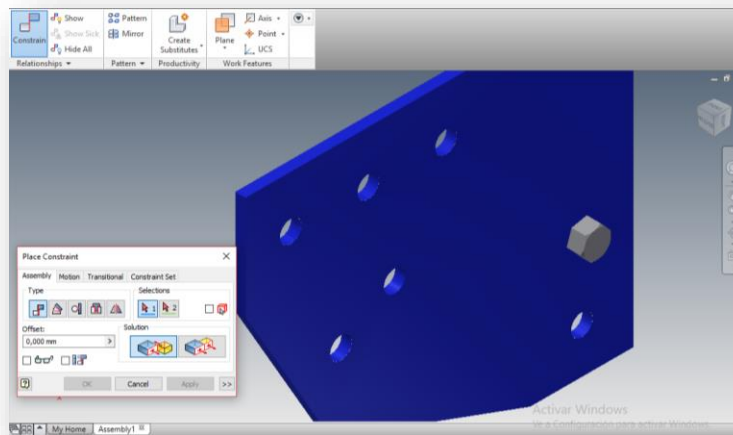


Figura 21.Elaboracion de restricción de caras.
Fuente: elaboracion propia

El resultado final de todas las herramientas de restricción se aprecia en la imagen inferior.

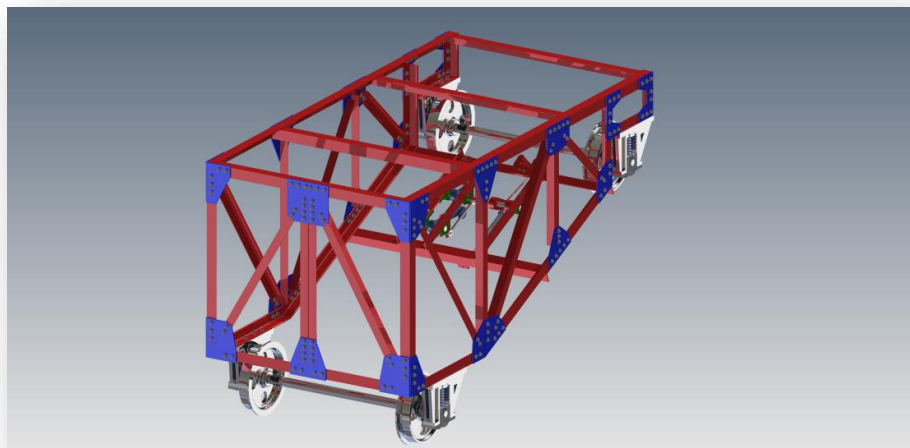


Figura 22.ensamblaje de chasis y suspensión
Fuente: elaboracion propia

8.4 PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE DE LOS PLANOS DE RODADURA PARA ASCENSOR FLORIDA Y MARIPOSA

Para elaborar el plano de rodadura se utilizó la herramienta de restricción tangencial llamada “TANGENTE”, dicha herramienta solicita como parámetro de entrada las dos caras las cuales se necesita restringir (la rueda en azul y el carril en verde).

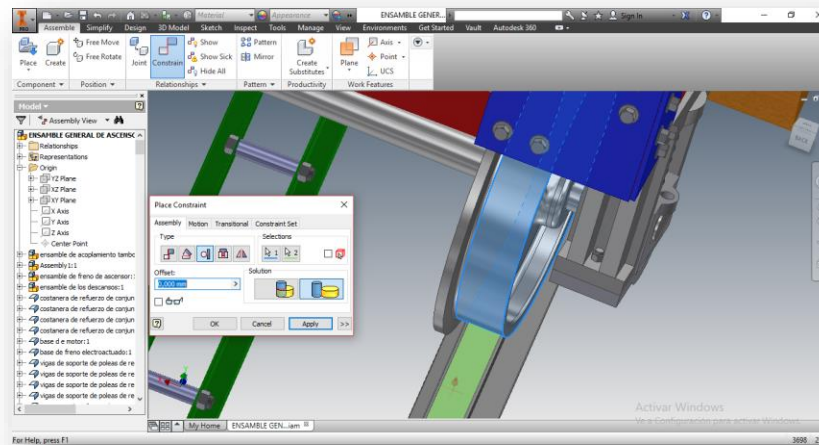


Figura 23. ensamble de las ruedas en el carril
Fuente: elaboración propia

con el fin de dejar encajadas las ruedas en el riel, se optó con restringir la cara lateral del riel (en líneas segmentadas azul en la imagen inferior) con la cara lateral de la rueda (enmarcada en color verde)

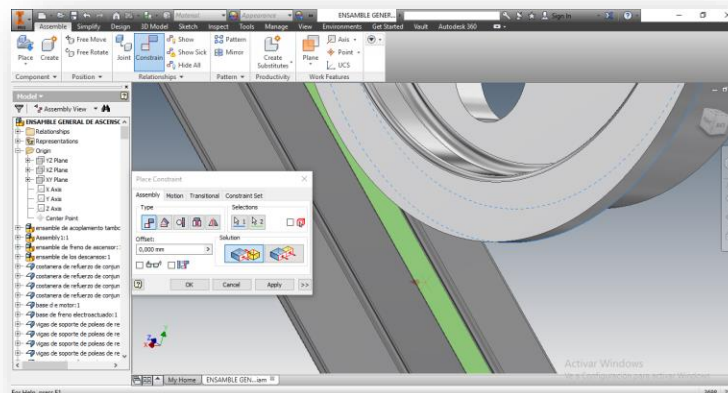


Figura 24. encaje de ruedas en el carril
Fuente: elaboración propia.

Para el ensamble de los carriles el procedimiento de ensamble fue repetitivo para las siguientes piezas:

- ✓ Clip de fijación
- ✓ Silla de asiento
- ✓ Tirafondo rielero
- ✓ Conjunto SKF (chumacera, rodamiento, tapa chumacera)
- ✓ Pernos de enganche
- ✓ Camisa de pernos de enganche
- ✓ Perfiles de cremalleras
- ✓ Riel ferroviario
- ✓ Pernos, golillas de presión

Para el ensamble de todas las partes antes mencionadas se utilizaron solo dos comandos

Comando “TANGENT”

Comando “MATE”

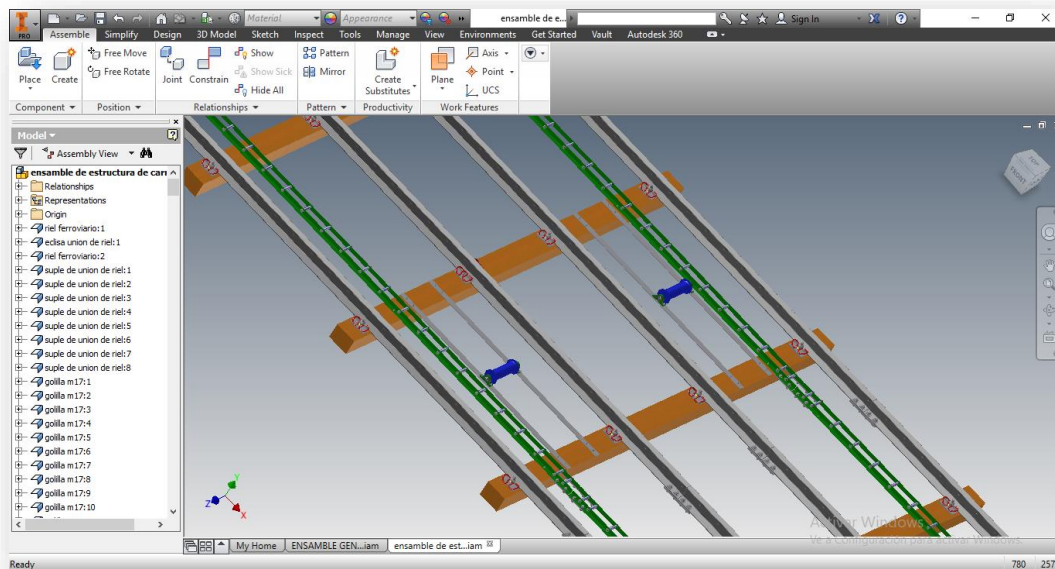


Figura 25. elaboracion final de rieles
Fuente: elaboracion propia

8.5 PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE DEL SISTEMA DE SEGURIDAD DEL ASCENSOR FLORIDA Y MARIPOSA

Para el procedimiento de elaboración del sistema de seguridad se utilizaron principalmente tres comandos de ensamble:

- ✓ “MATE”.
- ✓ “TANGENT”.
- ✓ “ANGLE”.

El comando “ANGLE” se utiliza para restringir el ángulo que se forma entre dos caras o dos planos, el procedimiento es escoger las dos caras a restringir, luego presionar el comando “ANGLE”.

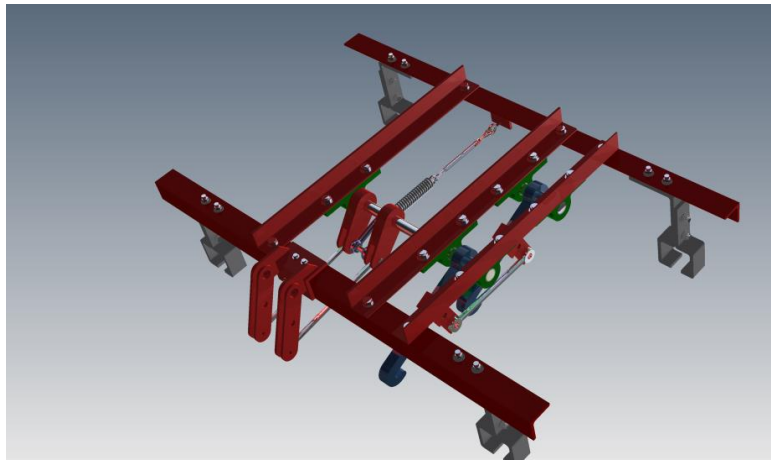


Figura 26. sistema de seguridad de los ascensores
Fuente: elaboración propia

8.6 ELABORACIÓN DEL ENSAMBLE DE LAS POLEAS DE REENVÍO DEL ASCENSOR FLORIDA Y MARIPOSA

Para la elaboración de las poleas de reenvío se utilizó principalmente tres comandos (antes mencionados):

- ✓ Comando “MATE”.
- ✓ comando “ANGLE”.
- ✓ comando “SIMETRY”.

el comando simetría nos permite copiar una pieza (con sus respectivas restricciones de ensamble) a partir de un plano de simetría en la imagen inferior se aprecia el plano de simetría y como es posible ocupar el comando para poder copiar un apoyo de la polea (apoyo en color rojo).

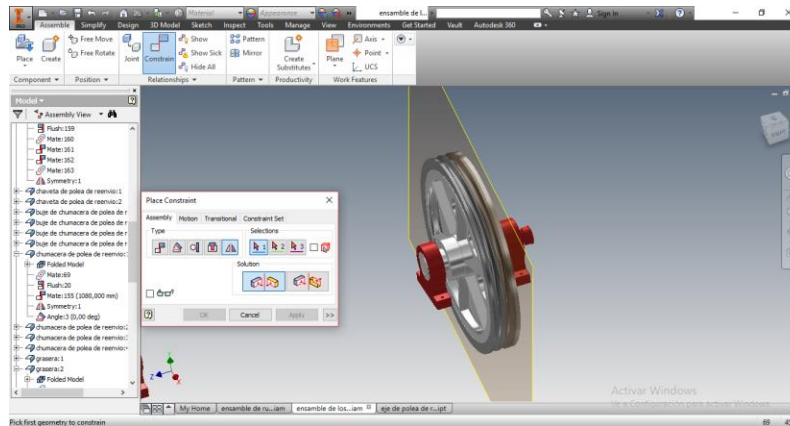


Figura 27. esquema de plano medio para simetria
Fuente: elaboración propia

8.7 ELABORACIÓN DE ENSAMBLE DE LAS POLEAS DE TRACCIÓN, PARA EL ASCENSOR FLORIDA Y MARIPOSA

Los comandos utilizados para la elaboración de la polea de tracción son los mismo utilizados para la polea de reenvío:

- ✓ Comando “MATE”
- ✓ comando “ANGLE”
- ✓ comando “SIMETRY”

es importante de recalcar que el sistema sin fin corona (perteneciente al ensamble de la polea de traccion), al ser un componente obtenido desde la biblioteca de Autodesk Inventor, el software genera de forma automática las restricciones necesarias para el ensamble, lo que implica un significativo ahorro de tiempo.

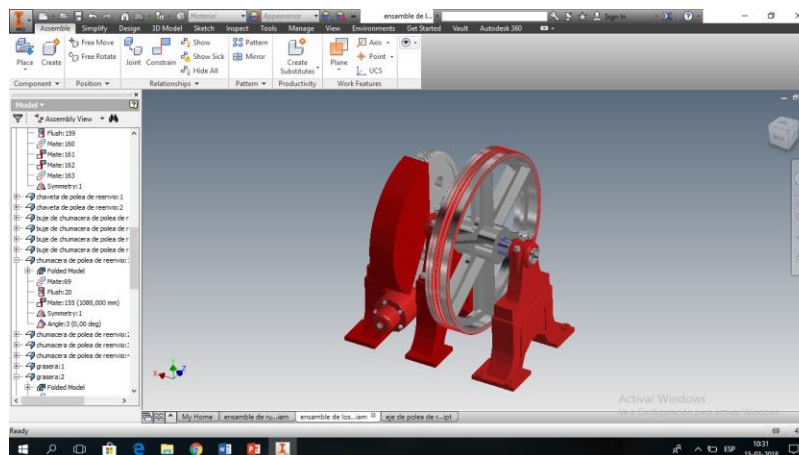


Figura 28.ensamble de transmisión del polea de reenvío.
Fuente: elaboracion propia

8.8 COMANDO PARA EL ENSAMBLE DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS

Los comandos de edición utilizados tanto como para el ascensor florida o mariposa fueron los mismos, es decir:

- ✓ Comando “MATE”
- ✓ comando “ANGLE”
- ✓ comando “SIMETRY”

8.9 PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE DEL FRENO ELECTRO-ACTUADO

Para la elaboración del ensamble del freno electroactuado se utilizaron cuatro comandos:

- ✓ Comando “MATE”
- ✓ comando “ANGLE”
- ✓ comando “SIMETRY”
- ✓ comando “FLUSH”

el comando “FLUSH” permite que dos planos queden coincidentes a partir de la selección de los mismos. La combinación de estos cuatro comandos produjo el freno apreciado en la imagen inferior.

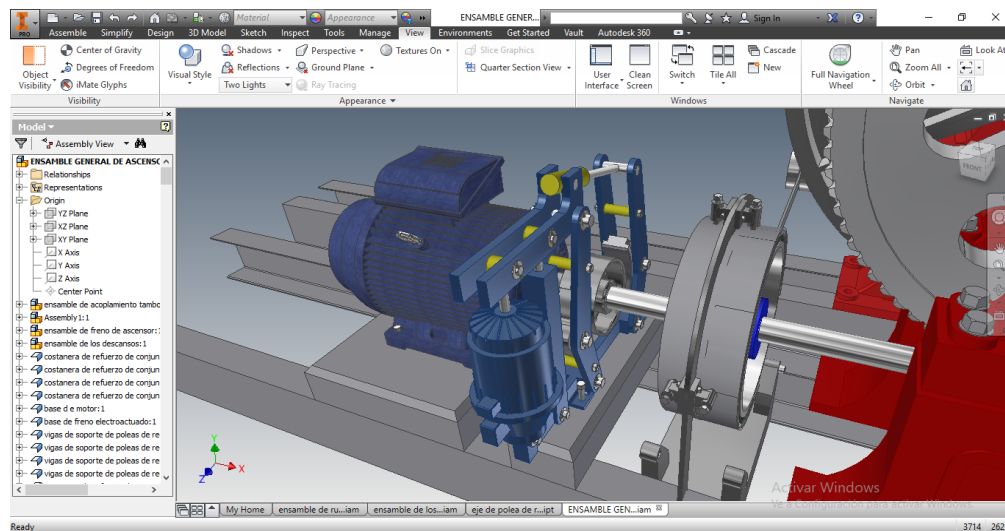


Figura 29. conjunto de freno electro-actuado
Fuente: elaboración propia

8.10 PROCEDIMIENTO DE ENSAMBLE DE FRENO DE BANDA

Para la elaboración del ensamble del freno de cinta se utilizaron cuatro comandos:

- ✓ Comando “MATE”
- ✓ comando “ANGLE”
- ✓ comando “SIMETRY”
- ✓ comando “FLUSH”

La utilización combinada de estos comandos produjo el trabajo explicado en la imagen inferior:

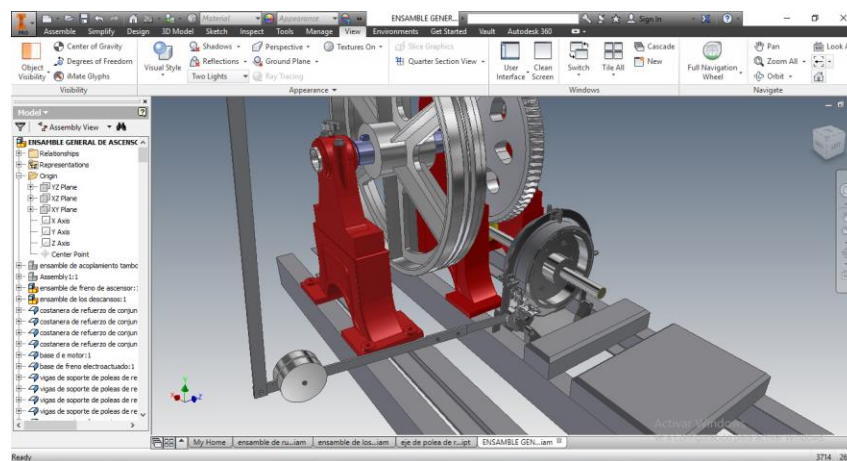


Figura 30. sistema de freno de banda
Fuente: elaboración propia.

La elaboración de todos estos componentes produjo el trabajo apreciado en la imagen inferior:

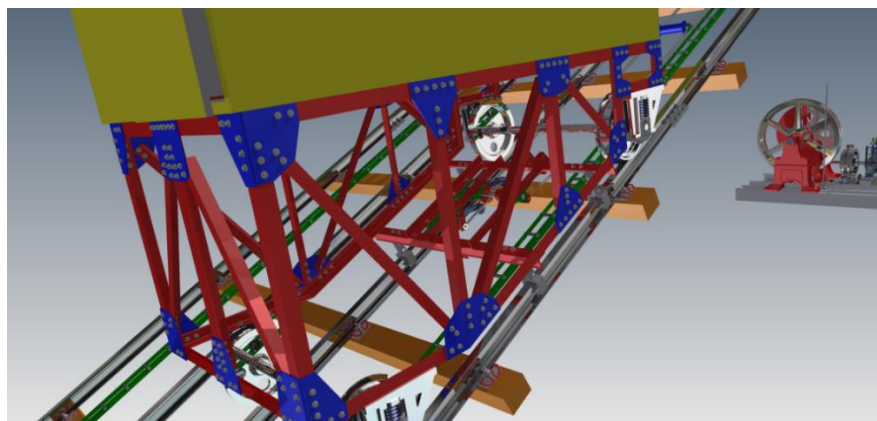


Figura 31. resultado final del ensamble
Fuente: elaboración propia

Cabe destacar que la inversión de tiempo utilizada en relación al proyecto fue considerable, pero para poder entender la envergadura del mismo, se resume en una tabla, el trabajo en función del número de restricciones (restricción de grados de libertad en los ensambles)

Descripcion	Numero de restricciones
Chasis y suspension	1149
Sistema de riel	262
Poleas de reenvio y traccion	69
Freno de cinta	136
Freno electroactuado	84
Sistema de seguridad	138
Restricciones del ensamble general	1876
Total de restricciones	3714

Tabla 3. numero de restricción por componentes
Fuente: elaboración propia

La gran cantidad de comandos de restricción que tiene el region “Restricciones del ensamble general” es producto de la copia de partes en el ensamble general, que se repiten a partir de los subcomponentes y componentes.

9. MEJORAS PROPUESTAS

Las mejoras propuestas van en función de los planos suministrados y en función de los prototipos obtenidos, y guarda directa relación con el hardware del computador, tal como se menciona a continuación:

- ✓ aumento de la capacidad de la memoria de 8 [GB] a 16 [GB] aumentaría la cantidad de procesos que se pueden realizar al mismo tiempo.
- ✓ aumento de la capacidad de procesamiento de un intel iCORE i5 de 2.5 GHz a un procesador intel iCORE i7 de 2.5 GHz produciría un considerable ahorro de tiempo, especialmente en el proceso de conversión de formatos desde “DWG” a “DXF” y posteriormente a “ipt”, para la correcta formación del componente “. iam”.
- ✓ Aumento de la tarjeta gráfica del computador de INTEL(R) HD GRAPHICS 4000 a una INTEL(R) HD GRAPHICS 5500 aumentaría significativamente la velocidad de memoria de cálculo gráfico del computador.

lamentablemente estas alternativas no fueron viables desde el punto de vista económico, ya que el costo de inversión es muy alto.

10. CONCLUSIONES

Los resultados finales del trabajo mostraron un notable ahorro de tiempo (debido a la facilidad para importar partes o componentes de bibliotecas de piezas mecánicas normalizadas, que reciben como parámetro las características dimensionales y mecánicas del componente) en comparación a una maqueta elaborada de forma manual, y una notable versatilidad para su posterior modificación (debido a las altas bondades que ofrece el diseño paramétrico asistido por computador (CAD)), ya que también nos permite poder detectar interferencias en el modelo en etapas tempranas del diseño.

Las herramientas de diseño tridimensional significan un enorme beneficio, ya que nos permiten usar las maquetas electrónicas para simular la respuesta a esfuerzos de componentes mecánicos, disminuyendo significativamente los costos de modificaciones posteriores, y posibles fallas no detectadas en etapas tempranas de diseño.

El hecho que el programa nos permita a partir de un plano bidimensional (plano de AutoCAD) generar un sólido tridimensional, implica un significativo ahorro de tiempo.

11. REFERENCIAS

- 1) arch20. (s.f.). el dibujo tecnico antes de autocad, <<https://www.arch2o.com/20-photos-show-life-autocad-looks-like/arch2o-life-before-autocad-20/>> [en línea]
[consulta:6 de julio 2017]
- 2) autodesk. (2017). autodesk. < <https://www.autodesk.com/>> [en línea]
[consulta:8 de julio 2017]
- 3) avoledo, m. l. (s.f). 235 - dibujo técnico. obtenido de 235 - dibujo técnico:
<https://sites.google.com/site/235dibujotecnico/vistas>
- 4) bayarri, a., ciencianet. <<http://www.ciencianet.com/mategipto.html>> [en línea]
[consulta:9 de julio 2017]
- 5) gabbany c. tecnicas avanzadas de manufactura aditiva e impresión 3d. [en liena]
<<http://fabacademy.org/archives/2015/eu/students/gabbani.christian/classes/trimester01/cad.html>> [consulta:10 de julio 2017]
- 6) javier abarca, a. b. (2000). introduccion al diseño en ingenieria: un enfoque basado en proyectos. colorado. usa: regents university of colorado.
- 7) josé ignacio rojas-sola, a. f.-s.-d. (2011). una revisión histórica: desde el dibujo en ingeniería hacia la ingeniería del diseñ. cataluña, españa.
- 8) malatrasi, j. fila naval. [en liena] <<https://filanaval.blogspot.cl/2011/08/funicular-florida.htm>> [consulta:12 de julio 2017]
- 9) milton chanes.[en línea] <<http://www.miltonchanes.com/2017/03/cuando-combinamos-autocad-revit-y-lumion.html>> [consulta:13 de julio 2017]
- 10) neira, m. mapas, planos , cartas topográficas , ecuador. [en línea]
<<http://ecuamapas.blogspot.cl/>> [consulta: 15 de julio 2017]
- 11) pinós, caan design. [en línea]<<https://www.caandesign.com/rio-blanco-pavilion-by-estudio-carre-pinos/>> [consulta:17 de julio 2017]

- 12) ramon aguila,portal de dibujo tecnico y tecnicas cam, cae y cad, [en linea]
<http://dibujo.ramondelaquila.com/?page_id=526> [consulta:20 de julio 2017]

12. ANEXOS

Anexo A. desarrollo de las maquetas electronicas a lo largo de la historia.

En este anexo daremos un análisis básico del desarrollo de maquetas electrónicas como también, sus principales aplicaciones.

1.0) EL DIBUJO EN LA PREHISTORIA

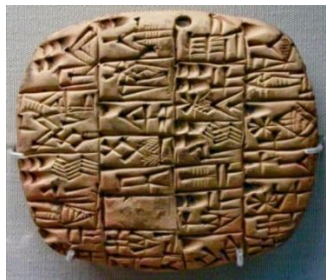
- 2). La primera representación gráfica del que se pueda datar de forma específica hace su aparición en las pinturas rupestres de las Cuevas de Altamira (Santander, España). Según el autor “Estas pinturas son la primera representación histórica que se tiene del dibujo con el fin de comunicar un mensaje en su representación” (JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, 2011, pág. 18), se asume que esta pintura persigue un fin artístico



Fuente: (JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, 2011)
Figura 32. Dibujo en las cuevas de Altamira

2.0) EL DISEÑO EN LA ERA MESOPOTÁMICA

- 3). “Los primeros indicios pasada la prehistoria del uso de representaciones gráficas, las encontramos en Mesopotamia en el año 2200 a. c. en donde se usaban tablillas de arcilla (en escritura cuneiforme) para transmitir mensajes (con fines artísticos técnicos y lingüísticos)” (JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, 2011, pág. 18)



Fuente: (JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, 2011)
Figura 33. Tabla en escritura cuneiforme.

3.0) EL DIBUJO TÉCNICO EN EL PERIODO DEL RENACIMIENTO SUMERIO (SIGLO XXII A.C.)

- 4). “El dibujo técnico más antiguo del que se tiene conocimiento es la representación en planta de una fortaleza, esculpida sobre una tablilla de piedra, que formaba parte de la estatua del rey caldeo Judea (figura 3), conservada en el Museo de Louvre y datada en el 2150 a.C.” (JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, 2011, pág. 18), esta estatua nos muestra la primera versión de una vista en planta de una edificación.



Fuente: (JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, 2011)
Figura 34. Representación en planta del rey Caldeo.

4.0) DIBUJO TÉCNICO DURANTE EL PERIODO EGIPCIO

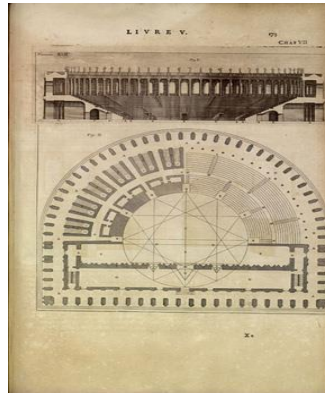
Fueron los egipcios los pioneros en dar un salto significativo en cuanto a la generación y uso de diagramas (hechos en papiros) con combinaciones entre símbolos gráficos y especificaciones técnico-geométricas para medir proporciones (proporcionar terrenos específicamente, lo que se muestra en el papiro de Ahmed) a orillas del río Nilo, para cobrar los impuestos por las tierras.



Fuente: (Bayarri, 2000)
Figura 35. Papiro de Ahmed.

4.1) EL DIBUJO TÉCNICO DURANTE LA ÉPOCA ROMANA

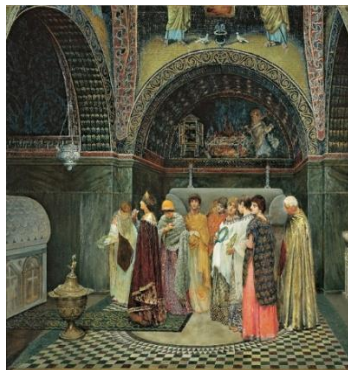
- 5). Los Romanos contribuyeron de gran manera a la elaboración de planos de fabricación de tipo arquitectónico, “(...) La primera referencia escrita que se conserva, en donde se hace constar la necesidad del conocimiento del dibujo por parte del técnico y la utilización de planos previos a la ejecución de la obra, data del año 30 a.C.. Se trata de la obra maestra del arquitecto romano Marco Lucio Vitrubio Pollion” (JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, 2011, pág. 19), cabe destacar que parte de dicha edificación sigue en pie hasta hoy.



Fuente: (JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, 2011)
Figura 36. Obra maestra de Lucio Vitrubio.

5.0) EL DIBUJO TÉCNICO DURANTE LA EDAD MEDIA

- 6). En este período se dan avances significativos respecto a la sensación de perspectiva y profundidad en las pinturas, las cuales utilizaban técnicas de la geometría para lograr este objetivo, el autor lo dice de la siguiente forma, “Durante la edad media se aborda el problema de la perspectiva y las sombras como lo podemos ver en el Mausoleo de Gala Placidia en Ravena (siglo V)” (JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, 2011, pág. 19). Es en este periodo donde vemos los acercamientos más importantes en relación a la perspectiva y serán estas mismas ideas las que se plasmarán en los modelos matemáticos modernos.



Fuente: (JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, 2011)
Figura 37 .Mausoleo de Gala.

6.0) EL DIBUJO TÉCNICO DURANTE EL RENACIMIENTO

- 7). Uno de los grandes iconos en cuanto a geometría es, René Descartes (1596-1650) que introdujo el concepto del plano en coordenada (coordenadas cartesianas llamadas “x” e “y” respectivamente), mediante el cual representa la posición de un punto o un cuerpo mediante coordenadas, ampliamente usada en el diseño asistido por computadora y muchas otras ramas de la ciencia. “Así como a Gérard Desargues (1593-1662) creador de la geometría proyectiva (rama de las matemáticas que estudia las propiedades de incidencia de los cuerpos). “En lo referente a la perspectiva, la perspectiva cónica¹, recibe su primera formulación científica en el tratado *Della Pictura Libri Tre*, de Leone Battista Alberti (1404-1472), publicado en 1436. Albrecht Dürer (1471-1528) y Leonardo da Vinci (1452-1519) en su *Tratado de la Pintura* (1498) hicieron muy notables contribuciones al desarrollo de la perspectiva, aunque en un plano más práctico. Perspectiva viene del latín, de ‘perspicere’, que significa ‘ver a través. Según Leonardo Da Vinci, si se tiene una ventana y con un lápiz se perfila lo que se ve a través de los cristales, el resultado obtenido es una perspectiva cónica.” (JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, 2011, pág. 19)



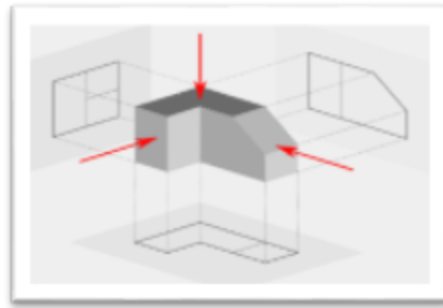
Fuente: (JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, 2011)
Figura 7. Tratado de perspectiva Cónica

7.0) EL DIBUJO TÉCNICO EN LA ÉPOCA MODERNA

- 8). “Esta época está marcada por Gaspard Monge (1746-1818), conocido como el creador de la geometría descriptiva², también conocido como sistema diédrico el cual consiste en proyectar un cuerpo tridimensional en un plano bidimensional mediante vistas” (JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, 2011, pág. 20). En la figura 9 se visualiza mediante flechas rojas las proyecciones de las vistas superior, lateral y frontal respectivamente.

¹perspectiva mediante la cual la profundidad se indica a través de líneas oblicuas, tiene el mismo significado que la perspectiva central

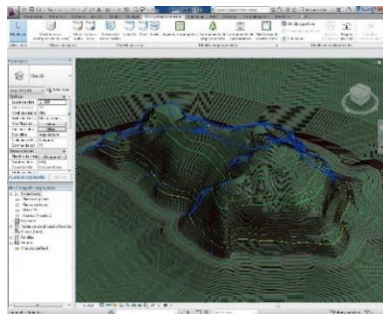
² Geometría descriptiva, es la ciencia que se encarga de representar los cuerpos mediante proyecciones



Fuente: (Avoledo, s.f.)

Figura 38. Imagen del sistema diédrico

“El geógrafo francés Philippe Bouache en 1738 quien expone por primera vez el concepto de línea de nivel para la representación topográfica y el militar francés François Noizet en 1823 fija definitivamente las características del sistema de planos acotados” (JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, 2011, pág. 20). Hoy se ocupa en maquetas electrónicas, con el fin de describir un sólido como una composición de “capas”.



Fuente: (MILTON CHANES, 2017)

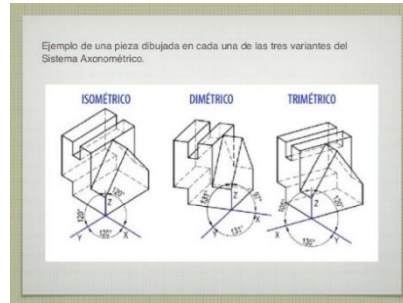
Figura 39. Mapa de curvas de nivel.

“Los sistemas axonométricos recibieron su aportación científica a principio del siglo XIX con los estudios del matemático inglés, profesor de la Universidad de Cambridge, William Farish y por el matemático e ingeniero hidráulico alemán, Julius Weisbach, cuya obra publicada en 1857. Aunque no fue hasta finales del siglo XIX cuando el profesor de geometría y mineralogía de la Escuela de Ingenieros de Turín, Quintín Sella, se dedicó a aplicar el sistema al dibujo técnico.” (JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, 2011, pág. 21). Dentro del sistema axonométrico existen tres grupos comúnmente conocidos:

- Sistema Isométrico: los ángulos comprendidos entre cada eje respectivo son iguales entre si es decir 120°
- Sistema Dimétrico: los ángulos de dos de los ejes coordenados consecutivos son iguales y uno distinto como consecuencia, ejemplo 131° , 131° y 97° respectivamente.

- Sistema Trimétrico: los ángulos entre los ejes coordenados son todos distintos entre sí, ejemplo 105° , 135° y 120° respectivamente.

La siguiente imagen describe gráficamente los tres casos posibles:



Fuente: (PORTAL DE DIBUJO TECNICO, 2017)
Figura 40. Tipos de sistemas axonométricos

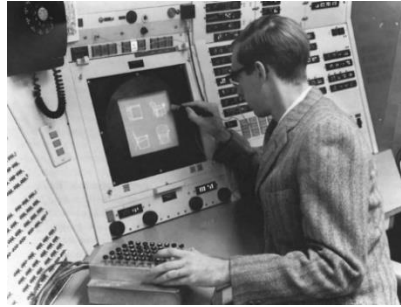
El problema que presentaban los sistemas axonométricos es que carecían de relaciones matemáticas que los definieran, es por esta razón que Schlömilch-Weisbach, liga las proyecciones con los ejes y los coeficientes de reducción. En dicho sentido Oskar Schlömilch completó junto a Weisbach las relaciones métricas del sistema axonométrico.

8.0) EL DIBUJO TÉCNICO DURANTE EL SIGLO XX

- 9). “El siglo XX ha venido marcado por el desarrollo de la normalización. La necesidad de unificar el lenguaje técnico vino marcada por el desarrollo industrial que sucedió. Así, por ejemplo, Joseph Whitworth normalizó en 1841 el tipo de rosca que lleva su nombre (pernos que describe de manera normalizada el paso y el hilo en pulgadas). En el primer tercio del siglo, se crearon las organizaciones nacionales de normalización y en 1947 nace la ISO (acrónimo de International Organization for Standardization)” (JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, 2011, pág. 21). La norma ISO se ocupa ampliamente hoy en día en las bibliotecas de datos de las maquetas electrónicos con el fin de normalizar los componentes.

9.0) DIBUJO ACTUAL EN LA INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y MANUFACTURA

- 10). “El dibujo actual en ingeniería está soportado por las técnicas de Diseño Asistido por Ordenador (en inglés *Computer-Aided Design* (CAD)). El comienzo de los gráficos interactivos por ordenador se sitúa en 1963 cuando Ivan Sutherland presenta su Tesis Doctoral en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) titulada *Sketchpad: A Man-Machine Communication System*, y que posteriormente daría lugar al CAD” (JOSÉ IGNACIO ROJAS-SOLA, 2011, pág. 21).



Fuente: (gabbany, 2015)

Figura 41. Ivan Sutherland presentando sketchpad

La gran mayoría del software utilizado (AutoCAD, Autodesk Inventor, SolidEdge, Solidworks, CATIA, Pro/Engineer o Euclid, entre otros) es de tipo paramétrico que permite realizar modelados sólidos de piezas o conjuntos, apoyada en la Geometría Constructiva de Sólidos, obteniendo posteriormente las vistas diédricas de cada pieza o conjunto, planos de conjunto o de despiece, así como simulaciones de montaje o de comportamiento a diferentes solicitaciones, estando realmente entroncado en el proceso de Diseño-Fabricación-Producción. Dicho de otra forma, las técnicas de CAD actuales están muy lejos de ser solo simples herramientas de dibujo, al contrario, se han convertido en una herramienta indispensable a la hora de predecir mediante simulaciones el comportamiento que tendrá el producto en su etapa de ejecución, logrando de esta forma disminuir significativamente los costos asociados con la elaboración de costosos prototipos, en distintas áreas de la ciencia e ingeniería en general.

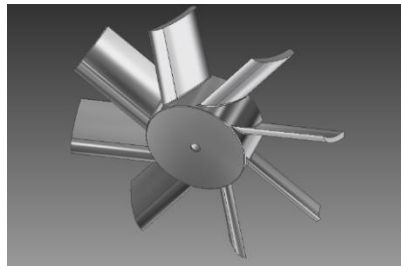


Figura 42.dibujo tridimensional mediante técnicas CAD

Fuente: elaboración propia

La irrupción del CAD supuso un avance significativo en el proceso metodológico de la fase de diseño un proyecto. Así, se dejaba de lado una concepción tradicionalista del diseño con trabajos apoyados en formatos planos de papel normalizados y se incluía al ordenador en el proceso metodológico del mismo, lo que repercutía en una notable reducción de costes y tiempos de diseño, así como en una optimización del proceso, reduciendo de forma sobresaliente el tiempo para la fabricación del producto final ya que el CAD entrega una infinidad de aplicaciones en amplias ramas de la ingeniería y ciencias.

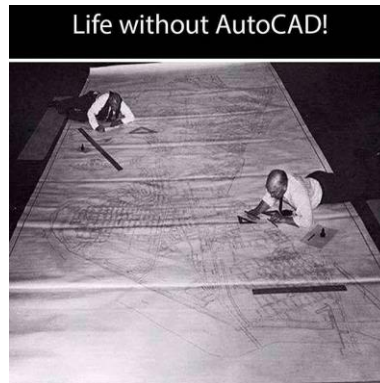


Figura 43. cartografía sin AUTOCAD
Fuente: (arch20, s.f.)

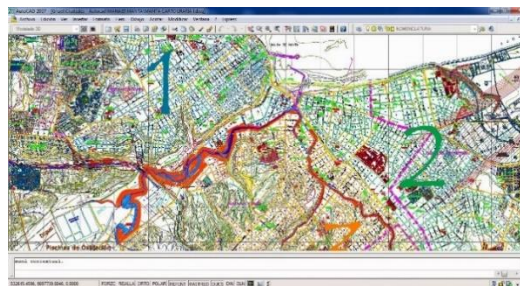


Figura 44. Cartografía con AUTOCAD
Fuente: (neira, 2014)

Naturalmente esta idea del diseñador como isla, desapareció hace ya bastante tiempo, y se piensa en un equipo multidisciplinario, que trabaja desde la perspectiva de la ingeniería concurrente³, teniendo en cuenta una serie de factores tecnológicos, medioambientales, económicos, ergonómicos, estéticos, funcionales, entre otros.

Las técnicas de modelamiento tridimensional en la era moderna ha tenido un avance exponencial, y ya no se piensa en el dibujo de prototipos mecánicos exclusivamente para la fabricación de un producto, al contrario, las técnicas de CAD han sabido adaptarse a los tiempos modernos, es por esta razón que expondremos una importante empresa de diseño en ingeniería que ha tenido un considerable desarrollo acelerado de las técnicas de CAD hablamos de AUTODESK, esta empresa de desarrollo de programas de diseño en ingeniería ha sabido adaptarse de manera acelerada a los tiempos modernos, es por esta razón que a continuación, presentamos la enorme

³ La Ingeniería Concurrente, también conocida como Paralela, es una filosofía orientada a hacer más eficiente la ingeniería, así como integrar sistemáticamente y en forma simultánea el diseño de productos y procesos.

gama de programas de diseño en ingeniería que posee y sus aplicaciones en distintos campos de las ciencias, animación gráfica, industria del cine, etc.:

✓ 3ds Max

Programa de modelado, animación, representación y composición en 3D para artistas de juegos, cine y animación gráfica y la industria del cine ya que permite obtener a partir de, las vistas isométricas, componer un modelado tridimensional normal o renderizado de alta gama.



Figura 45. Renderizado en 3DS Max
Fuente: (PINÓS, 2017)

✓ Advance Steel

Se basa en la plataforma de AutoCAD. Las herramientas de modelado 3D inteligentes ayudan a acelerar el diseño preciso y detallado de estructuras ya que contiene una completa biblioteca que permite importar de manera rápida las estructuras y uniones normalizadas. De esta manera permite generar los planos de fabricación de manera casi automática agilizando de gran manera el diseño.

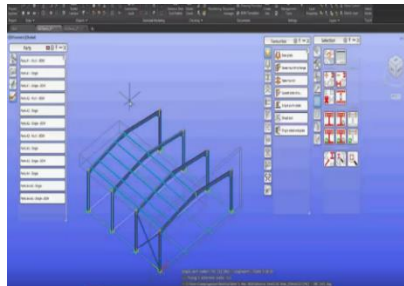


Figura 46. Modelado con Steel advanced de un galpón
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Alias Studio

Es la solución de próxima generación para el diseño automotriz, el diseño y el revestimiento técnico (permite trabajar con superficies de complejas curvaturas), proporciona un amplio conjunto de herramientas de bosquejo, modelado, visualización y análisis para todo el proceso de diseño del vehículo permitiendo diseñar superficies complejas de forma sencilla, desde la etapa de la concepción hasta el diseño definitivo del producto.

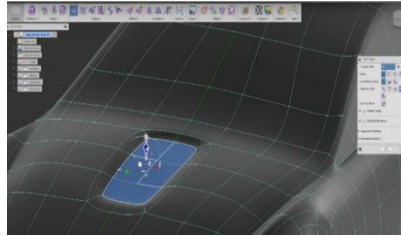


Figura 47. Diseño avanzado de superficies
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ AutoCAD

Es un programa de diseño ampliamente ocupado para la elaboración y planos de todo tipo y elaboración de layout (tanto normales como layout por capas). Crea diseños en 3D a partir de planos en dos dimensiones, agilizando la documentación (ya que permite importar partes desde internet) permitiendo conectarse con la nube para colaborar en diseños y acceder a ellos desde un dispositivo móvil.

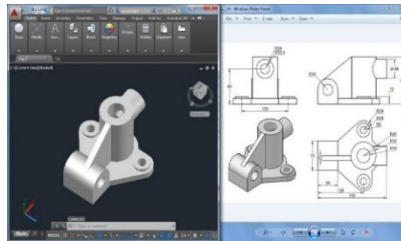


Figura 48. Diseño en Autocad de 2D A 3D.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ AutoCAD Architecture

Es un software AutoCAD para arquitectos. El diseño arquitectónico y la documentación son más eficientes con el entorno intuitivo del software y las herramientas construidas específicamente para los arquitectos, permitiendo de esta forma importar objetos arquitectónicos al modelo, como también modelación topológica y modelación de mallas regulares y no regulares para aproximación de superficies topológicas a partir de las curvas de nivel.

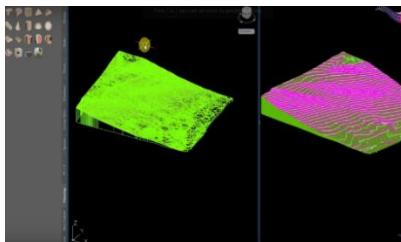


Figura 49. Aproximación de espacio topológico.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ AutoCAD Civil 3D

Es una solución de diseño y documentación de ingeniería civil que soporta los flujos de trabajo de modelado de información de edificios (tecnologías BIM), puentes y carreteras. Gracias a esto, se puede comprender mejor el rendimiento del proyecto, mantener datos y procesos más consistentes y responder más rápidamente al cambio. Además, permite crear estructuras de obras civiles sobre espacios topológicos, y la georreferenciación de imágenes satelitales con google maps.

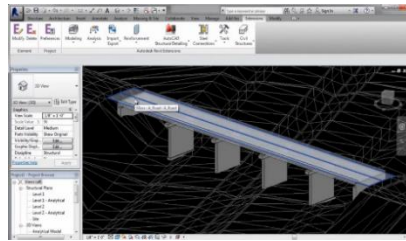


Figura 50. Modelación de puente a partir de la modelación de la malla no regular en Autocad civil 3D.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ AutoCAD Electrical

diseñado específicamente para crear y modificar sistemas de control eléctrico. Incluye toda la funcionalidad de AutoCAD además de bibliotecas de símbolos completas y herramientas para automatizar tareas de ingeniería de control eléctrico como creación de diagramas PLC (control lógico programable).

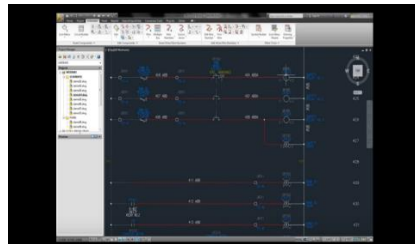


Figura 51. Diagrama PLC en Autocad electrical.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ AutoCAD Map 3D

El software AutoCAD Map 3D proporciona acceso a los SIG (sistema de información geográfica) y a los datos de mapeo para soportar la planificación, el diseño y la gestión de datos (sean estos datos de densidad poblacional, distribución de líneas de red de agua potable, o redes de baja, media y alta tensión eléctrica entre otros). Los modelos inteligentes y las herramientas de CAD le ayudan a aplicar normas regionales (en función de los datos almacenados en el modelo) y específicas de la disciplina. La integración de los datos SIG ayuda a mejorar la calidad, la productividad y la gestión de activos (tanto del sector público como privado).

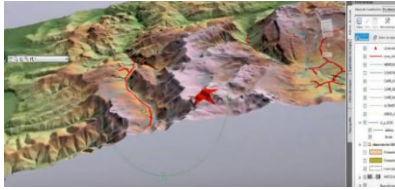


Figura 52. Modelación topologica.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ AutoCAD Mechanical

Es un software de AutoCAD para la generación de planos de fabricación, con bibliotecas de piezas basadas en estándares y herramientas para automatizar tareas mecánicas comunes de CAD y acelerar el proceso de diseño mecánico.

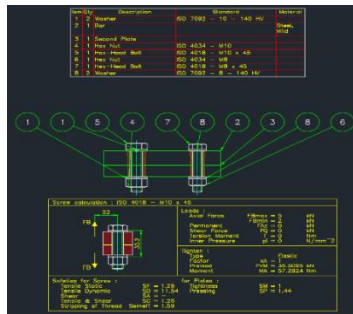


Figura 53. Elaboración de un plano de fabricación con Autocad mechanical.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ AutoCAD Plant 3D

Apoya la productividad, mejora la exactitud, y la coordinación. Construido sobre la conocida plataforma de software de AutoCAD, esta herramienta trae el diseño moderno de la planta 3D a diseñadores e ingenieros que modelan y documentan las plantas de proceso. lo que facilita Generar y compartir informes, isométricos y listas de materiales.

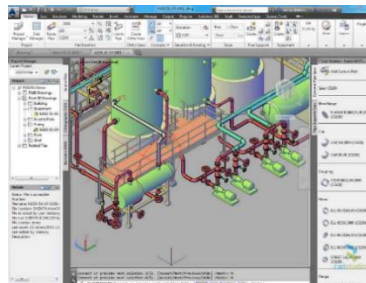


Figura 54. Diseño de una planta de proceso con Autocad 3D plant.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ AutoCAD Raster Design

Con poderosas herramientas de edición y de conversión de imágenes escaneadas a planos o imágenes vectorizables (es decir permite convertir de una imagen en JPG a DWG), el software AutoCAD Raster Design le ayuda a editar, mejorar y mantener fácilmente dibujos y planos escaneados en un entorno familiar de AutoCAD.

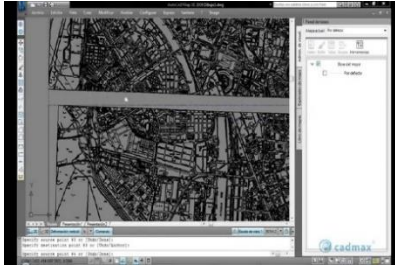


Figura 55. Edición de imagen JPG a DWG en Autocad Raster design.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ A360Autodesk

Permite que los equipos de diseño, ingeniería y proyectos trabajen eficientemente en un espacio de trabajo central (en la red de internet). Además, ofrece muchas ventajas que incluyen un espacio de trabajo centralizado, herramientas de colaboración, visor de modelos grandes, información de diseño de búsqueda, datos completamente indexados que soportan más de 100 tipos de diseño (como Catia V5, Solid Work, Pro Engineering, etc.) y archivo de proyectos y almacenamiento seguro en la nube.



Figura 56. Maqueta virtual abierta en línea en Autocad a 360.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Autocad mobile app

Es una herramienta de dibujo que le permite ver, crear, editar y compartir dibujos de AutoCAD en dispositivos móviles, en cualquier momento y en cualquier lugar solo contando con una red de internet móvil.



Figura 57. Vista de layout desde celular y tablet gracias a Autocad mobile app.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Building Design Suite Ultimate

Es un software interoperable que soporta cada fase de flujos de trabajo de diseño de edificios basados en BIM (building information modeling) y CAD para ayudar a los profesionales a construir mejores edificios disminuyendo los costos en cada fase del proceso.

La tecnología BIM conlleva una serie de pasos que están presentes en todo el proceso de fabricación:

- Diseño conceptual
- Diseño de detalle
- Análisis
- Documentación
- Fabricación
- Construcción (contemplando las fases del diseño en tiempo simulado)
- Logística de la construcción
- Fases de operación y mantención
- Demolición
- Renovación
- Programación

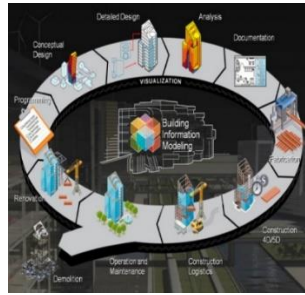


Figura 58. Fases de diseño de tecnologías BIM
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ AUTODESK CFD

Proporciona herramientas de simulación de fluidos y termofluidos, precisas y flexibles para ayudarle a fabricar productos eficientes, gracias a esto disminuye los costos de simulación y análisis.

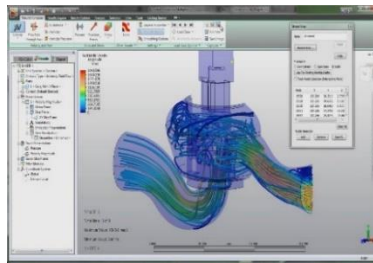


Figura 59. Simulación fluidodinámica.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Character Generator

Permite crear, personalizar y descargar personajes tridimensionales de un catálogo de más de 100 tipos de cuerpo, trajes, peinados y atributos físicos en sencillos pasos. Haciendo de la animación digital un proceso entretenido y sencillo.



Figura 60. Generación de personaje virtual en Autodesk Character Generator.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Dynamo Studio

Es un entorno de programación independiente que permite a los diseñadores crear una lógica visual para explorar diseños conceptuales paramétricos y automatizar tareas en el área de la arquitectura, permitiendo trabajar de una forma lógica superficies complejas. Además, permite elaborar diseños en flujos de trabajo interoperables para documentación, fabricación, coordinación, simulación y análisis.

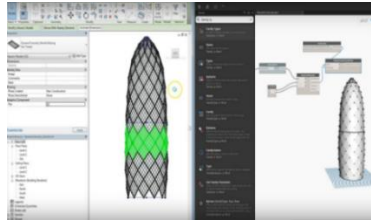


Figura 61. Diseño conceptual (a la izquierda) diseño de detalle con autodesk dynamo studio (derecha).
Fuente: (AUTODESK, 2017).

✓ EAGLE

Es un software de diseño de PCB (printed circuit board o placa de circuito impreso) potente y fácil de usar hecho para ingenieros electrónicos, ya que permite desde el diseño preliminar del circuito hasta la elaboración de la impresión de la placa impresa del mismo circuito.

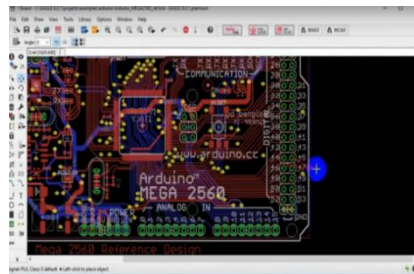


Figura 62. Diseño de una placa Arduino en Autodesk Eagle.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Entertainment Creation Suite Ultimate

Ofrecen una solución de creación de extremo a extremo asequible, llena de herramientas utilizadas por artistas destacados que trabajan en efectos visuales, desarrollo de juegos en 3D y otras producciones de animación en 3D.



Figura 63. Animación de personaje virtual en Entertainment Creation Suite Ultimate.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Fabrication CADmep

Ayuda a extender los flujos de trabajo BIM hacia los contratistas mecánicos, eléctricos y de fontanería (MEP). Además, permite crear modelos usando contenido específico del fabricante que pueden ayudarle a generar mejores estimaciones, crear sistemas de construcción más precisos, y manejar directamente la fabricación MEP.

✓ Fabrication CAMduct

Autodesk Fabrication CAMduct, ayuda a controlar la producción de fabricación de conductos a través de una combinación de herramientas innovadoras para producir e instalar sistemas de servicios de edificios de manera más eficiente.

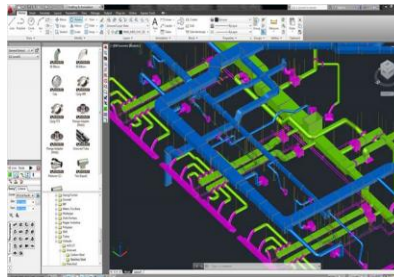


Figura 64. Diseño de sistema de aire acondicionado con Autodesk Camduct.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Fabrication ESTmep

Ayuda a los especialistas del MEP a ganar más trabajo al crear ofertas más precisas y competitivas basadas en factores de proyecto definidos por el usuario.

✓ Factory Design Suite Ultimate

Es un software de diseño, análisis y presentación, diseñado específicamente para ayudar a comunicar el diseño más eficiente antes de instalar cualquier equipo o planta de procesos. Soporta nube de puntos digitales por lo tanto permite detectar de forma temprana interferencias entre la disposición de equipos y la infraestructura de la planta existente en dicho espacio.

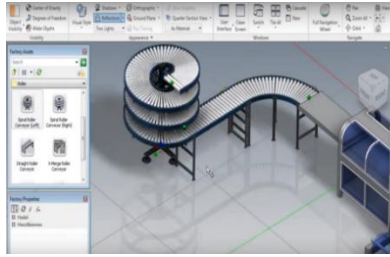


Figura 65. Diseño de una planta.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Flame

Permite a los profesionales de postproducción cumplir con los desafíos actuales con herramientas de alto rendimiento para efectos visuales 3D, composición, gráficos avanzados, desarrollo de vistas, gestión del color y acabado editorial.



Figura 66. Estudio de imagen en autodesk flame.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Flow Design

Es un software virtual de túnel de viento para diseñadores de productos e ingenieros. Modela el flujo de aire alrededor de conceptos de diseño para ayudar a probar ideas a principios del ciclo de desarrollo. Permitiendo optimizar el coeficiente de fricción.

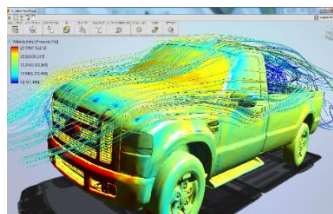


Figura 67. Túnel de viento en flow design.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ FormIt Pro

Se puede dibujar, colaborar, analizar e iterar conceptos de diseño en etapas tempranas en su tablet o navegador web. Además, conecta el diseño conceptual con los procesos BIM para flujos de trabajo más fluidos.



Figura 68. Modelación de infraestructura en Autodesk FormIt Pro.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Fusión 360

Es una herramienta 3D, CAD / CAM para el desarrollo de productos que combina el diseño industrial y mecánico, combina el diseño mecánico y el mecanizado en un solo paquete. Además, permite una exploración rápida y sencilla de las ideas de diseño con una plataforma de concepto a la producción integrada.

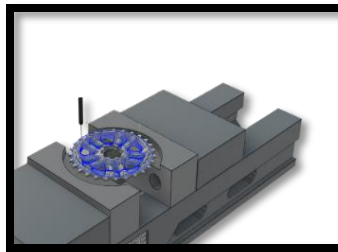


Figura 69. Simulación CAM en fusion 360 post diseño.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Green Building Studio

Es un servicio flexible que permite a arquitectos y diseñadores ejecutar simulaciones de rendimiento de edificios para optimizar la eficiencia energética y trabajar hacia la neutralidad del carbono antes en el proceso de diseño.

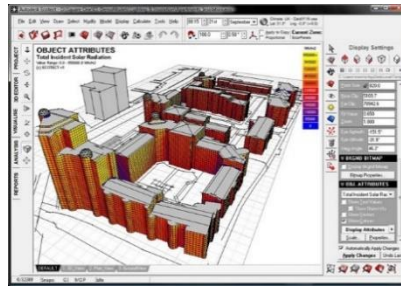


Figura 70. Simulación de irradiancia en Autodesk green building.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Helius Composite

Ofrece herramientas de análisis compuesto para la simulación de diseño a través de una interfaz gráfica fácil de usar. Proporciona a los diseñadores e ingenieros información rápida y detallada sobre el comportamiento de materiales compuestos, laminados y estructuras simples.

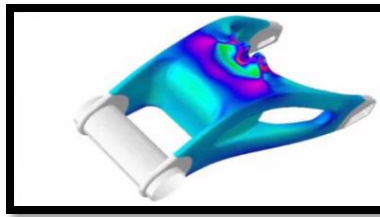


Figura 71. Simulación de material compuesto en Autodesk Helius Composite.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ HSMWorks Ultimate

Es una solución de programación CAD / CAM integrada de 2 a 5 ejes para SOLIDWORKS lo que permite escoger de manera eficiente el camino que la herramienta de fresado debe usar para un uso óptimo de la herramienta.

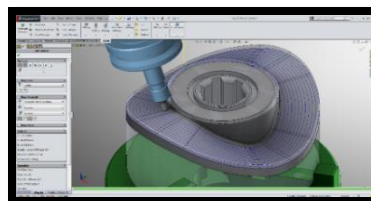


Figura 72. Simulación CAM en HSMWorks.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ InfraWorks

Mejora los resultados del proyecto de infraestructura durante todo el ciclo de vida de los activos. Combina y conecta datos para crear, ver, analizar, compartir y gestionar información mejor en cualquier lugar, inclusive en cualquier dispositivo móvil. También incluye: diseño de carreteras, diseño de puentes, diseño de drenaje, simulación de tráfico y análisis de cuencas hidrográficas.



Figura 73. Diseño de carreteras en InfraWorks.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Inventor HSM Ultimate

Es una solución de programación CAD / CAM integrada de 2 a 5 ejes para Inventor Profesional.

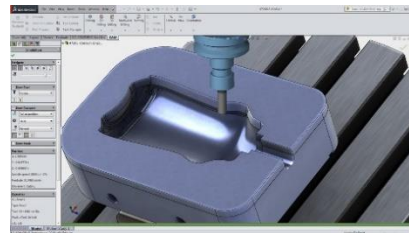


Figura 74. Simulación CAN post diseño en
Inventor HZ Ultimate.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Inventor Professional

Es un software que ofrece un conjunto de herramientas fácil de usar para el diseño mecánico, gracias a las bondades del diseño paramétrico, lo que permite que los prototipos sean modificables, de esta forma se logra disminuir considerablemente los costos y tiempos de diseño y rediseño. A la vez ayuda a diseñar y validar los productos antes de que se construyan ya que cuenta con una librería para incorporar componentes mecánicos normalizados, de esta forma se logra ahorrar significativamente tiempo y costos involucrados al proceso de diseño.



Figura 75. Diseño de motor de combustión interna en Inventor Professional.

Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Lighting Analysis for Revit

El Análisis de iluminación para Revit es un servicio en la nube extremadamente rápido que utiliza Autodesk 360 Rendering para exponer los resultados de iluminación eléctrica y solar directamente en el modelo Revit permitiendo de esta forma diseñar edificios sustentables, permitiendo disminuir los costos de consumo eléctrico y aumentar el uso de luz natural.

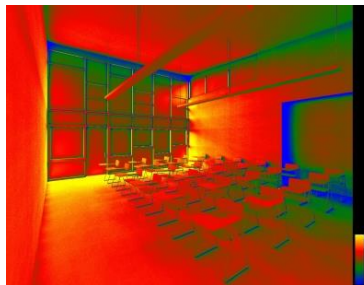


Figura 76. Análisis de distribución de luz natural en Autodesk.

Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Maya

Ofrece un conjunto completo de funciones creativas para la animación por ordenador en 3D, el modelado, la simulación, la representación y la composición en una plataforma de producción altamente extensible. tiene tecnología de pantalla de próxima generación, flujos de trabajo de modelado acelerado y herramientas para manejar datos complejos.



Figura 77. Discretización en Autodesk Maya.

Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Moldflow Adviser Ultimate

Entrega herramientas de simulación para el diseño de moldes de inyección, diseño de piezas de plástico y el proceso de diseño de moldeo por inyección. ayuda a reducir la necesidad de costosos prototipos físicos, evita posibles defectos de fabricación y ayuda a llevar productos innovadores al mercado más rápidamente.

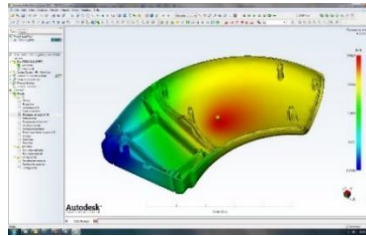


Figura 78. Simulación del fluido del molde de inyección en Modflow Advider Ultimate.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Motion Builder

El software de animación de personajes para la producción virtual permite manipular y refinar con mayor eficacia los datos. Además, permite capturar, editar y reproducir la animación de personajes complejos en un entorno interactivo altamente sensible, gracias a una pantalla optimizada para animadores y directores.



Figura 79. Animación de personaje virtual con Motion Builder.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Mudbox

Es un software de pintura y escultura digital que permite crear ilustraciones digitales 3D en producciones cinematográficas. Además, ofrece un entorno de alto rendimiento y herramientas de calidad profesional para ayudar a crear personajes 3D altamente realistas, entornos atractivos, accesorios detallados y diseños de conceptos convincentes en menos tiempo.



Figura 80. Pintura virtual con Autodesk Mudbox.

Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Nastran

Es un software para simular el comportamiento bajo el stress lineal y no lineal, análisis dinámico, transferencia de calor, entre otros.

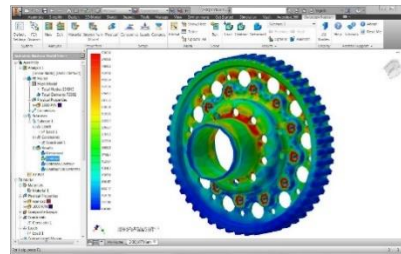


Figura 81. Simulación de Corona motriz con Autodesk Nastran.

Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Nastran In-CAD

Es un software que ofrece una amplia gama de simulación que abarca varios tipos de análisis. Forma parte de las soluciones de Prototipos Digitales de Autodesk, ofreciendo una simulación de gama alta en un flujo de trabajo incorporado en CAD, de forma que los ingenieros y analistas puedan predecir de forma óptima, el comportamiento de piezas y componentes.

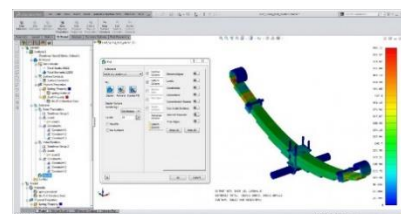


Figura 82. Simulación de un resorte de Suspension con Autodesk Nastran In CAD

Fuente: (AUTODESK, 2017).

✓ Navisworks Manage

Es un software que ayuda a revisar de manera integral los modelos y datos integrados con las partes interesadas para obtener un mejor control sobre los resultados del proyecto. Las herramientas de integración, análisis y comunicación ayudan a los equipos a coordinar disciplinas, resolver conflictos y planificar proyectos antes de comenzar la construcción o renovación ya que cuenta con herramientas que permiten ver de forma interactiva las interferencias constructivas con las que cuenta el modelo antes de que se produzcan.

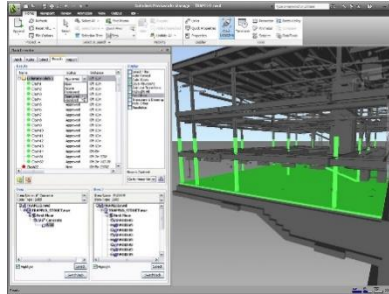


Figura 83. Simulación de interferencias en Autodesk Naviswork Manage.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Navisworks Simulate

Los productos de software de revisión de proyectos Navisworks permiten a los profesionales de arquitectura, ingeniería y construcción revisar de manera holística los modelos y datos integrados con las partes interesadas para obtener un mejor control sobre los resultados del proyecto ya que permiten simular las etapas de construcción del mismo.



Figura 84. Simulación de etapas de construcción con Naviswork Simulate.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Netfabb

Netfabb combina herramientas aditivas de diseño (diseño del producto capa por capa) y fabricación (fabricación del producto capa por capa) en un único entorno de software, ofreciendo a los diseñadores e ingenieros de producto todas las herramientas necesarias para optimizar, validar y producir con éxito procesos de fabricación aditivos (generalmente conocido como impresión 3D).

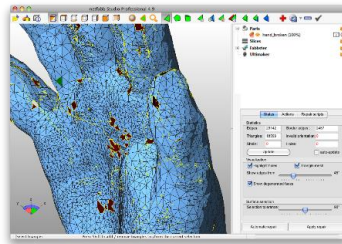


Figura 85. Mallado de formato STL
(Standard Triangle Language).
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Plant Design Suite Ultimate

Proporciona un diseño integral de la planta, modelado y revisión de software en un paquete económico que permite a los profesionales diseñar de manera más eficiente y les ayuda a mantenerse dentro del calendario previsto.



Figura 86. Diseño de planta de procesos en
Autodesk Plant Suite Ultimate.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Point Layout

El software de diseño de construcción de Layout de puntos permite a los profesionales de la construcción utilizar información de coordenadas BIM en el campo con estaciones totales para el diseño del sitio de construcción.

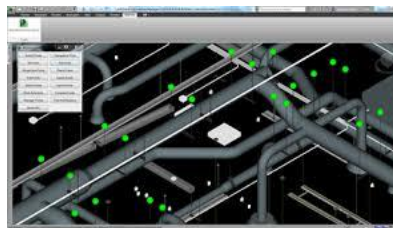


Figura 87. Diseño de pipinga partir de
Puntos en Autodesk Point Layout.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Product Design Suite Ultimate

Es una solución completa para Prototipos Digitales, que ofrece herramientas de diseño, visualización y simulación en 3D para ayudarle a fabricar grandes productos, permitiendo simular entornos virtuales en realidad aumentada, contribuyendo a la eficiencia de la distribución de equipos y componentes.



Figura 88. Diseño de planta de procesos en Autodesk Product Design Suite Ultimate
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ ReCap Pro

Este software Captura e integra datos de realidad directamente en el proceso de diseño, con software y servicios de captura de realidad que trabajan con las suites de diseño y creación de Autodesk, lo que permite reconstruir una realidad virtual a partir de la captura de nube de puntos, posteriormente modela una malla no regular (discretiza el dominio), a partir de la malla no regular, genera una superficie virtual.



Figura 89. Desde nube de punto a superficie virtual.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ ReMake

Es una solución de extremo a extremo para convertir cualquier entrada de realidad capturada (fotos o exploraciones) en mallas 3D de alta definición que se pueden limpiar, fijar y optimizar para ingeniería inversa, fabricación y publicaciones web.



Figura 90. Remodelación de figura de latex a partir de una maqueta en Autodesk Remake.
Fuente: (AUTODESK, 2017).

✓ Rendering in A360

Con Rendering en Autodesk A360, puede producir visualizaciones convincentes y casi fotorrealistas con una potencia de cálculo virtualmente infinita lo que permite que la calidad del prototipo sea de los más altos estándares.



Figura 91. Remasterización en Autodesk Remake.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Revit

El software Revit está específicamente diseñado para el BIM (Building Information Modeling), lo que permite a los profesionales del diseño y la construcción llevar las ideas del concepto a la construcción con un enfoque coordinado y coherente basado en modelos. Incluye la funcionalidad de todas las disciplinas de Revit (arquitectura, MEP y estructura) en una interfaz unificada.

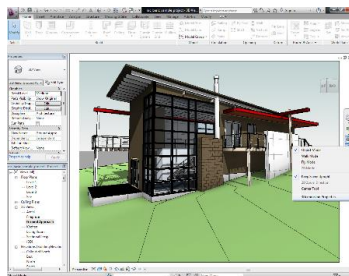


Figura 92. Modelación arquitectónica en Autodek Revit.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Robot Structural Analysis Professional

Este software proporciona a los ingenieros estructurales capacidades avanzadas de simulación y análisis de edificios para estructuras grandes y complejas. El software ofrece un flujo de trabajo fluido, lo que permite a los ingenieros realizar más rápidamente la simulación y el análisis de una variedad de estructuras.



Figura 93. Simulación estructural en Autodesk Robot Structural Analysis Professional.
Fuente: (AUTODESK, 2017).

✓ Simulation Mechanical

Es un software de simulación mecánica que proporciona herramientas de simulación mecánica rápidas, precisas y flexibles para ayudar a predecir el rendimiento, optimizar los diseños y validar el comportamiento del producto antes de fabricar, minimizando la dependencia de costosos prototipos físicos, de esta forma aumenta la exactitud del modelo a la realidad ya que posee un software de elementos finitos con modelos adaptativos de malla, es decir el software calcula la región en donde la malla requiere ser refinada y a partir de esto refina dicha malla y se acerca con más exactitud al comportamiento real.

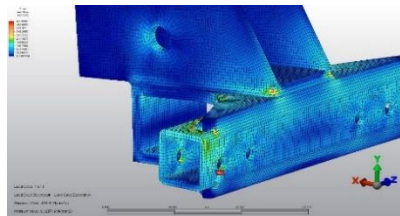


Figura 94. Análisis mecánico-estructural en Autodesk Simulation Mechanical.
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ SketchBook

El software de pintura SketchBook ayuda a los artistas e ilustradores digitales a diseñar con herramientas de perspectiva profesionales y una interfaz de usuario intuitiva, lo que permite diseño de conceptos en ingeniería más elaborados y con una muy sencilla edición del mismo.



Figura 95. Modelo conceptual de motocicleta en Autodesk SketchBook.

Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Smoke

Es un software de edición de vídeo y efectos, está diseñado para editores de vídeo que necesitan hacer algo más que editar. Al integrar un flujo de trabajo de línea de tiempo y la composición basada en nodos, Smoke conecta edición y efectos, con herramientas de acabado para composición 3D, corrección de color y gráficos en movimiento

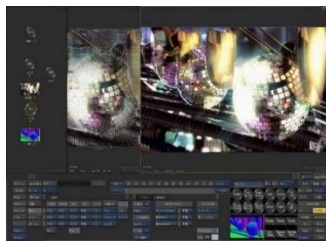


Figura 96. Estudio de imágenes en Autodesk Smoke

Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Stingray

El motor de juego 3D Stingray está construido sobre una poderosa arquitectura basada en datos que puede ayudarle a producir juegos visualmente impresionantes, crear experiencias de realidad virtual y en tiempo real cautivadoras y llevar a la vida las visualizaciones arquitectónicas. Stingray ofrece un nivel de conectividad sin precedentes con el software de modelado y renderizado 3D 3ds Max, el software de animación Maya 3D y el software de desarrollo de juegos 3D Maya.



Figura 97. animación de movimiento en Autodesk Stringay.

Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Structural Bridge Design

El software Autodesk Structural Bridge Design ayuda a los ingenieros a lograr una mayor flexibilidad y eficiencia en el diseño de puentes mediante la integración de procesos de carga, análisis y comprobación de código.

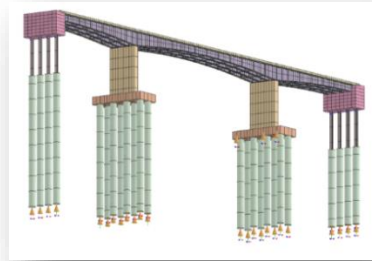


Figura 98. Simulación de puente en Autodesk Structural Bridge Design
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ Vehicle Tracking

El software de seguimiento de vehículos es una solución completa de análisis y diseño de transporte para el análisis de trayectoria de vehículos. El software permite a los usuarios evaluar de manera predecible los movimientos del vehículo en los proyectos de transporte o diseño del sitio.

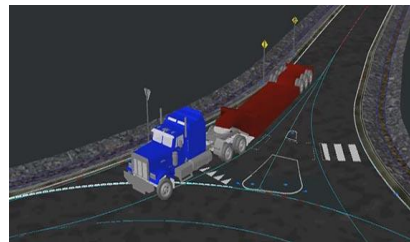


Figura 99. simulación de carretera en Autodesk Vehicle Tracking
Fuente: (AUTODESK, 2017)

✓ VRED Professional

Es un software de visualización 3D ayuda a garantizar que los componentes de diseño coinciden, que los materiales muestran sus características esperadas, y que un modelo está diseñado para ser funcional. Estas herramientas de software permiten flujos de trabajo rápidos y eficientes en el desarrollo de productos y la creación de prototipos virtuales.

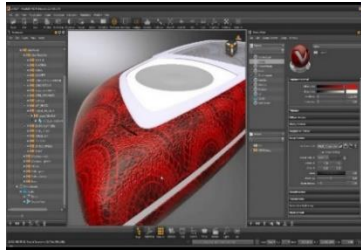
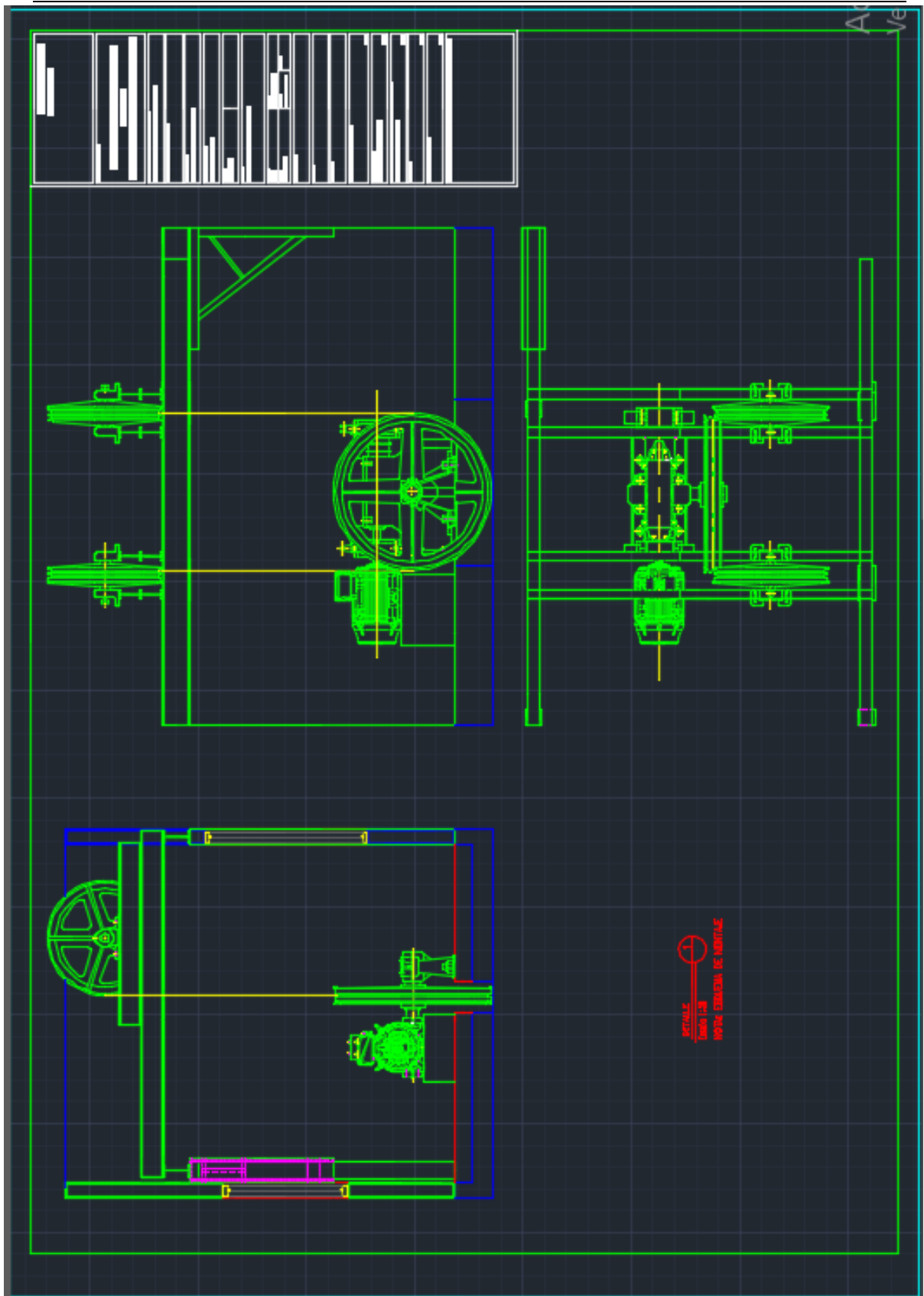


Figura 69. Estudio de texturas en VRED Professional
Fuente: (AUTODESK, 2017)

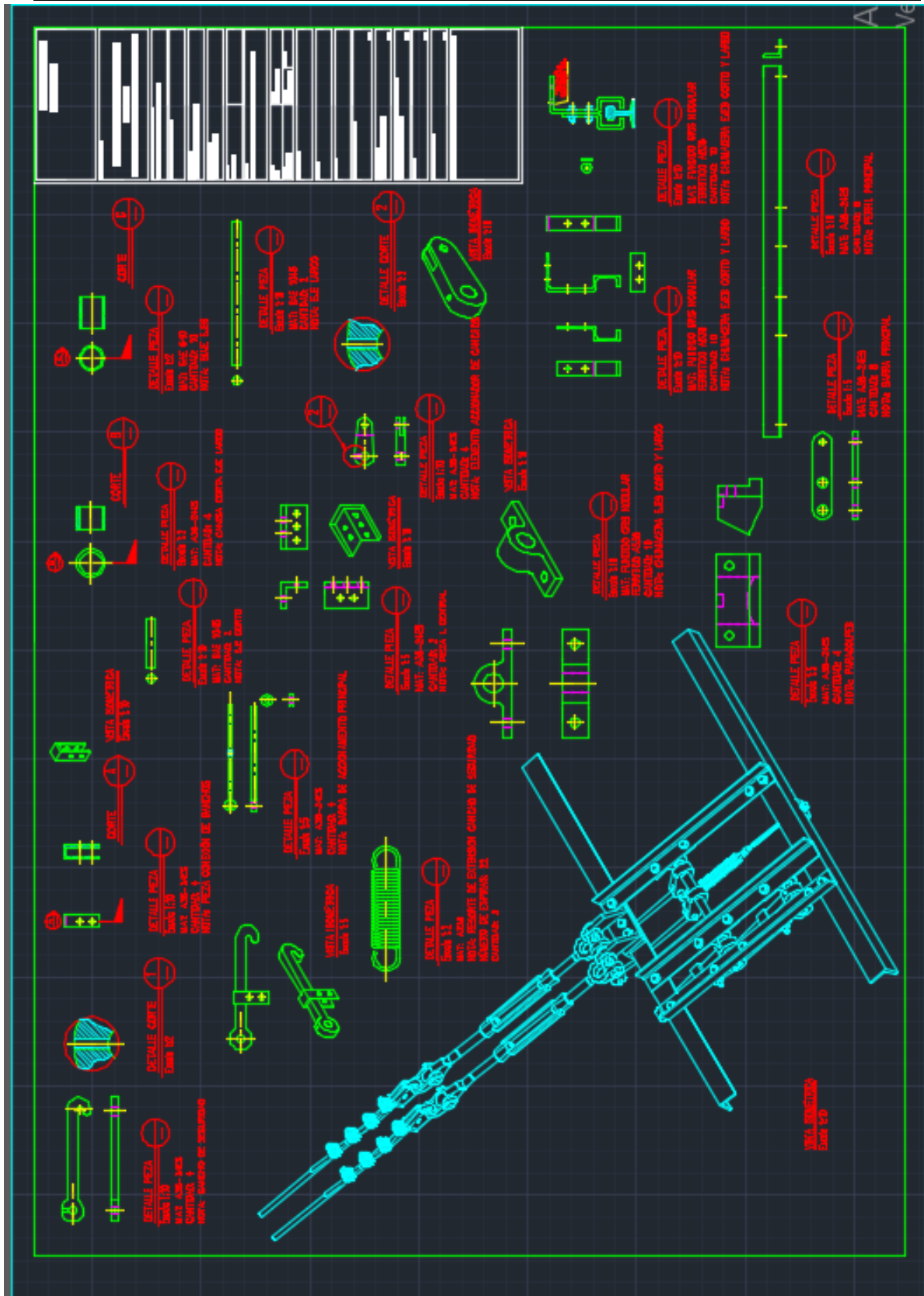
12.1 PLANOS ASCENSOR MARIPOSA

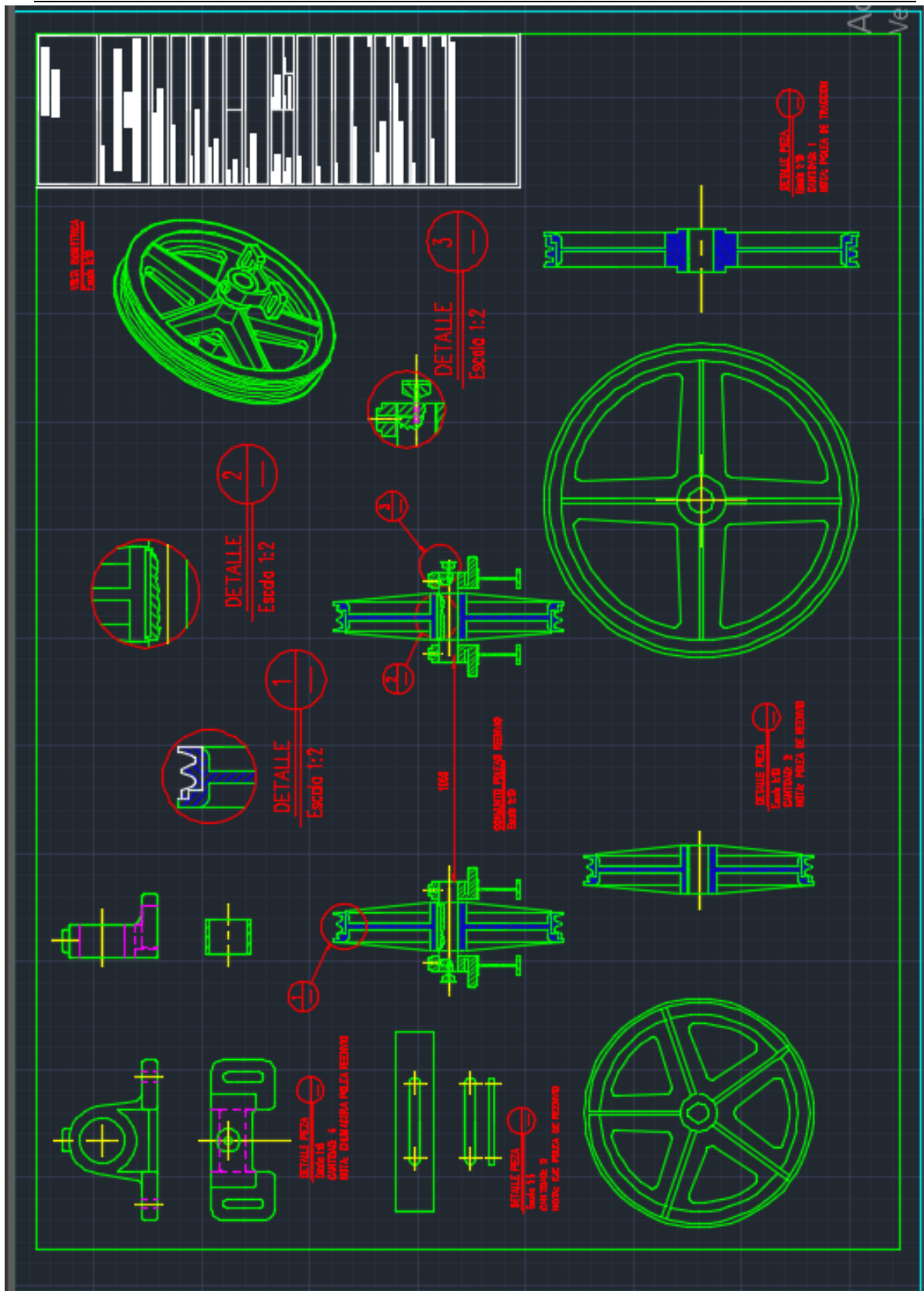


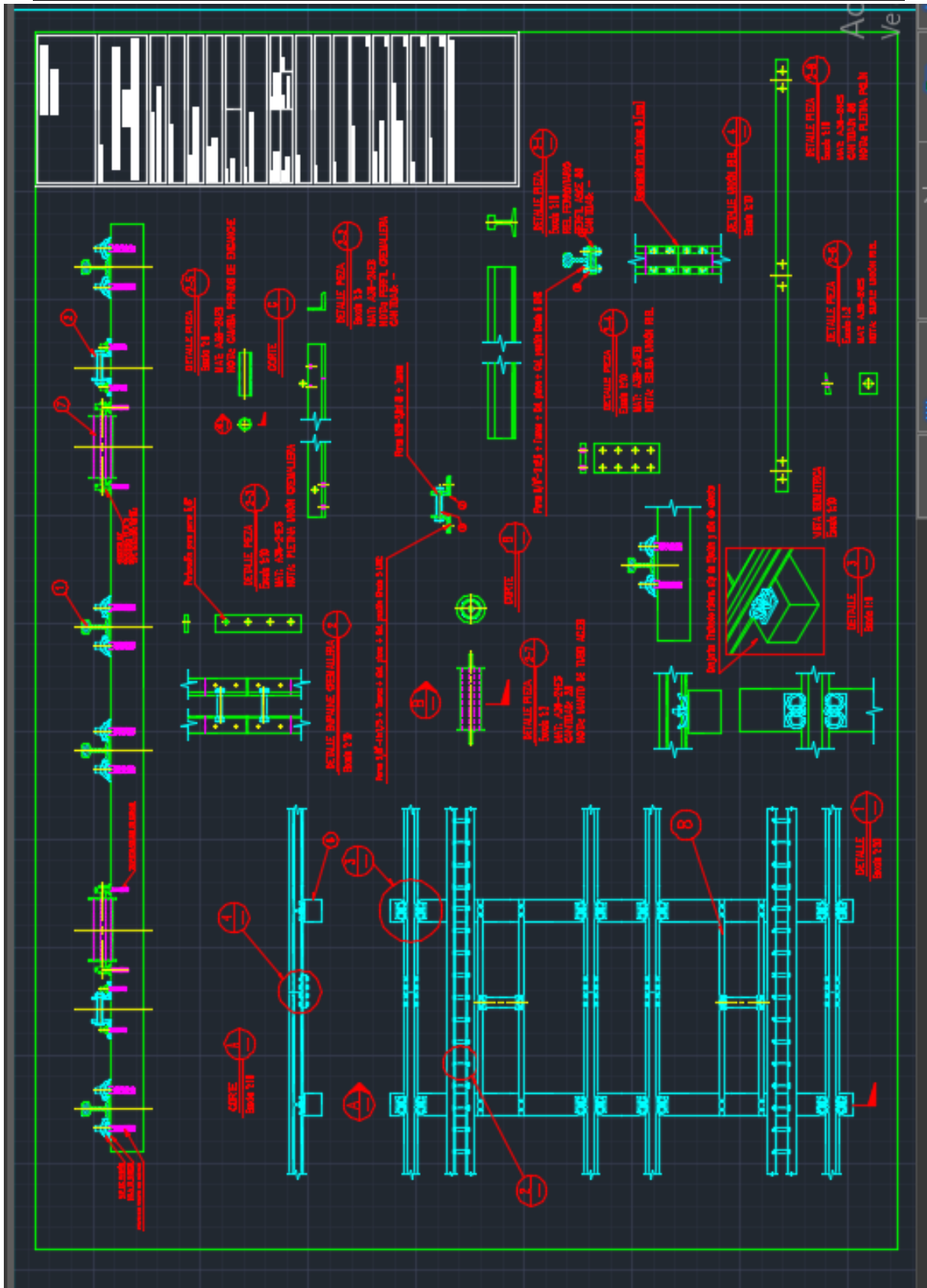










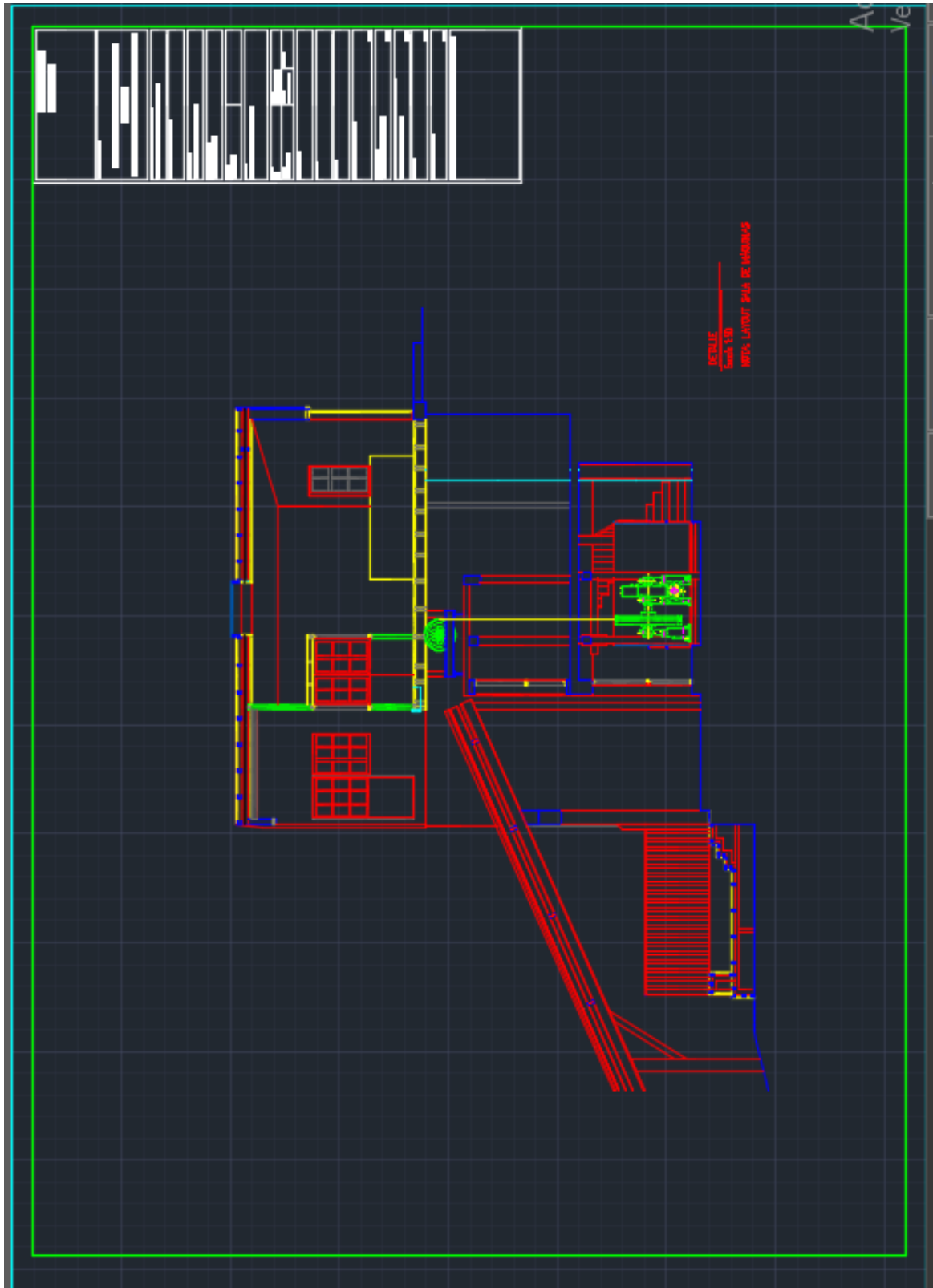


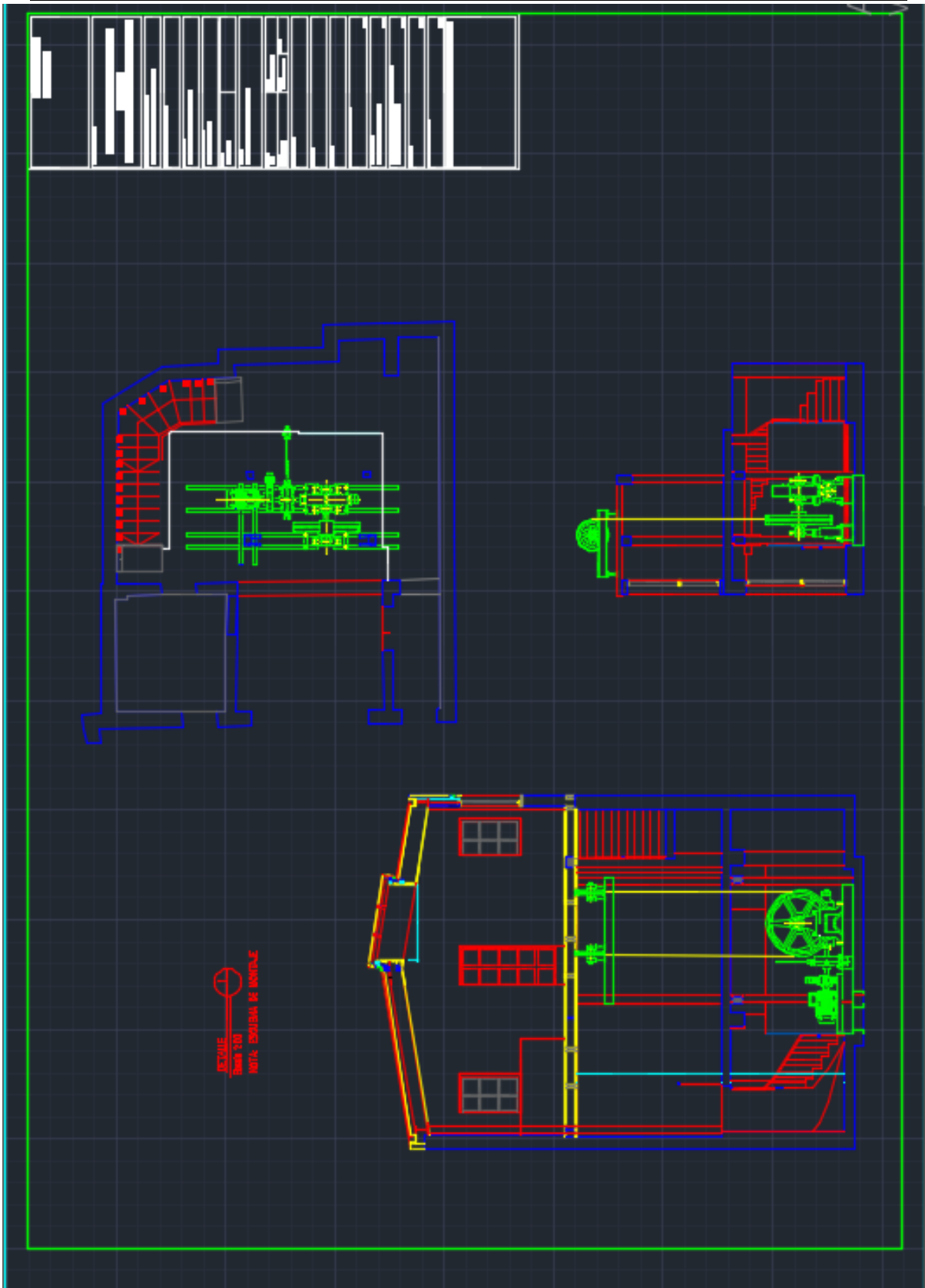


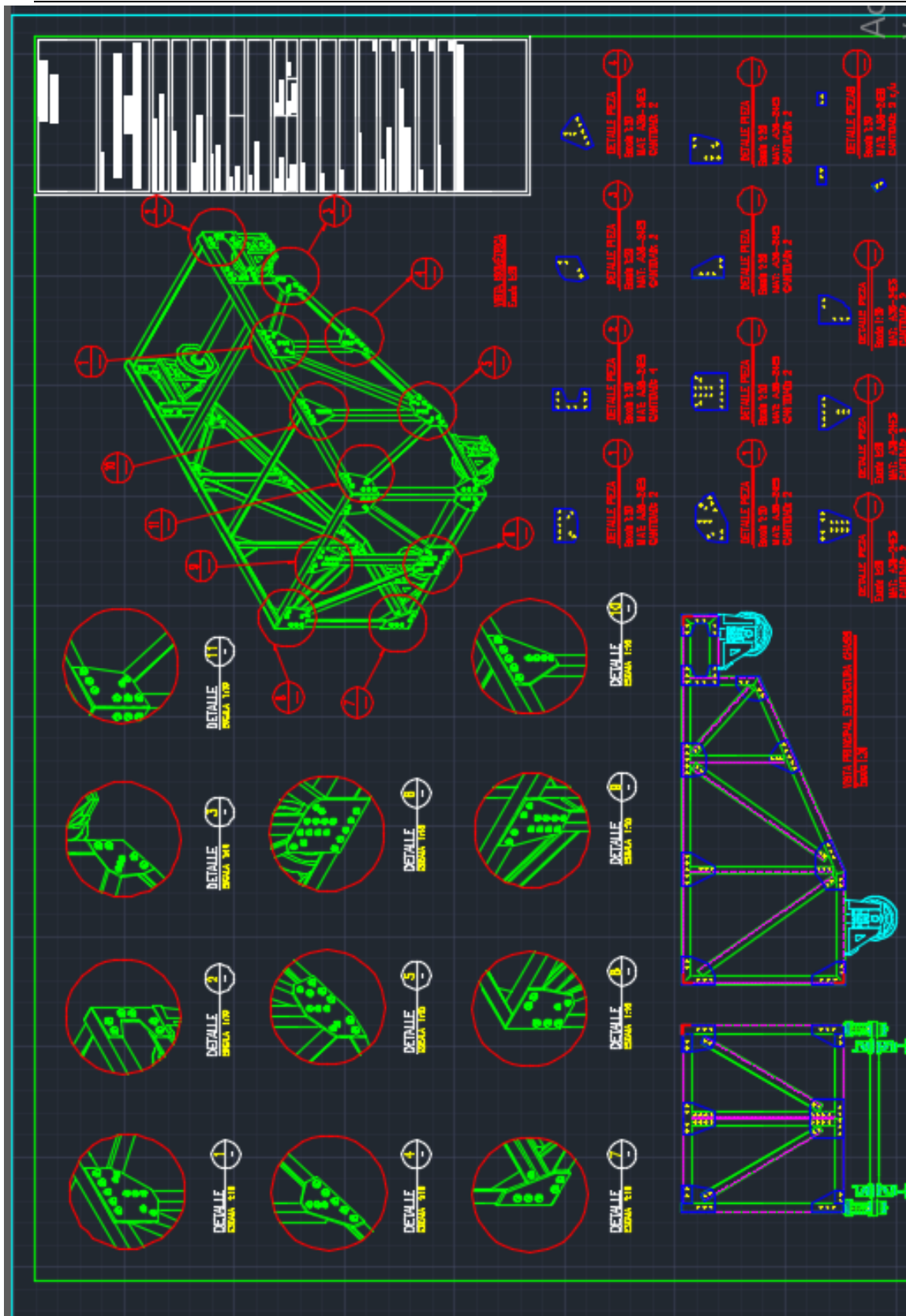




12.2 PLANOS ASCENSOR FLORIDA





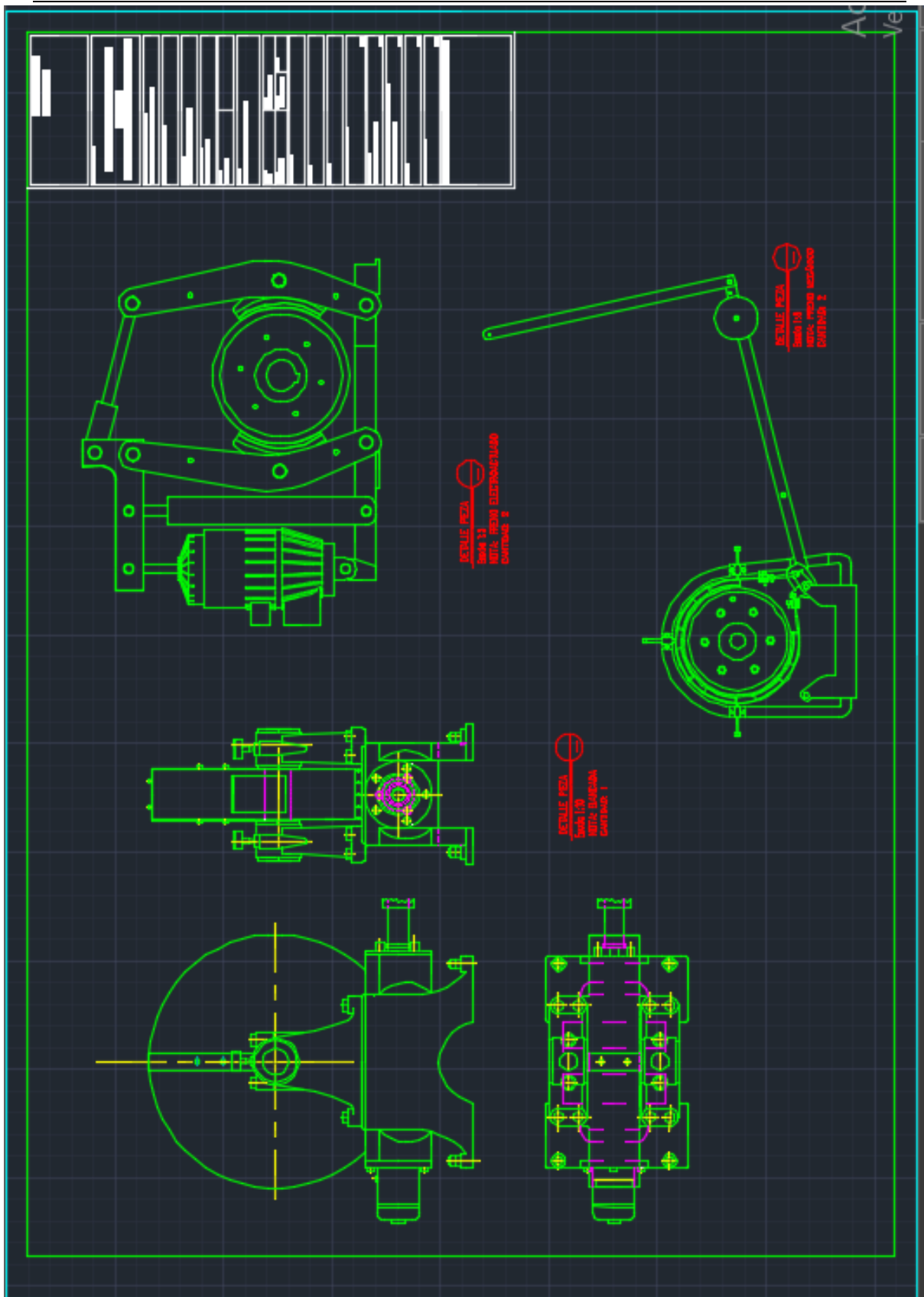




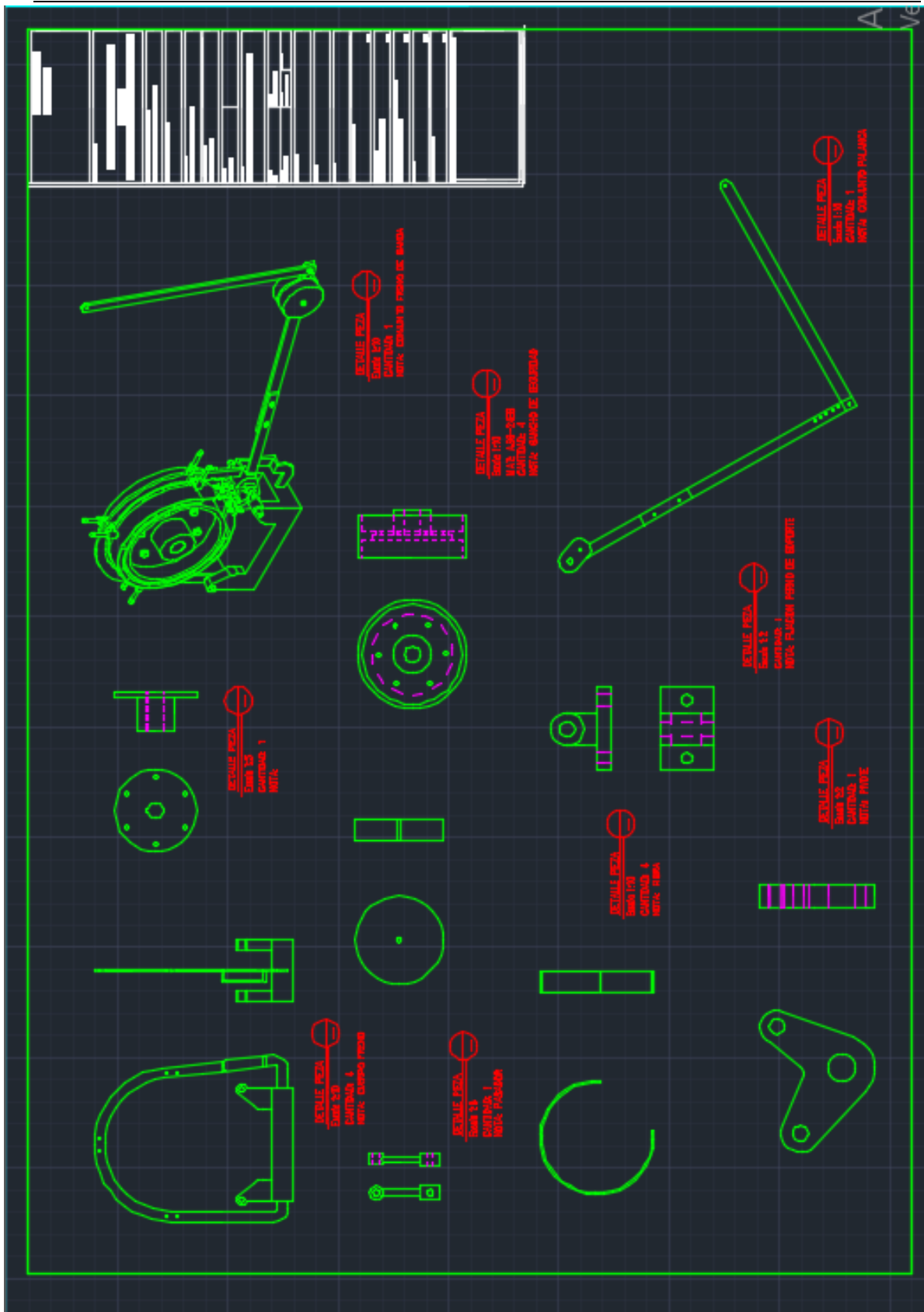










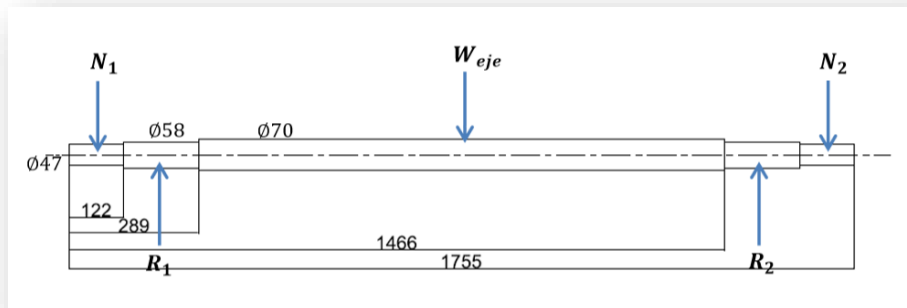


CÁLCULO DE EJE DE RODADURA MEDIANTE RESISTENCIA DE MATERIALES

Diagrama de cuerpo libre

A partir de los datos suministrados por la empresa Xingerop Ghisolfo, se exponen los cálculos hechos mediante resistencia de materiales con el fin de contrastarlos con los resultados hechos con métodos computacionales avanzados (método de los elementos finitos).

Las fuerzas presentes en el eje son las determinantes para los distintos factores de seguridad a obtener con el cálculo. Dichas fuerzas se grafican en el diagrama de cuerpo libre para el eje de rodadura.



Fuente: (elaboración propia)
Figura 10. DCL eje de rodadura ascensor Florida

Las componentes “R1” y “R2” corresponden a las cargas normales que actúan sobre los cojinetes, las componentes “N1” y “N2” corresponden a las cargas normales que actúan sobre el eje de rodadura, en este caso se realiza la suposición de que la carga total del carro, calculada en el apartado se distribuye simétricamente entre las cuatro ruedas.

$$carga\ total = 47.681\ [N]$$

De lo que tenemos:

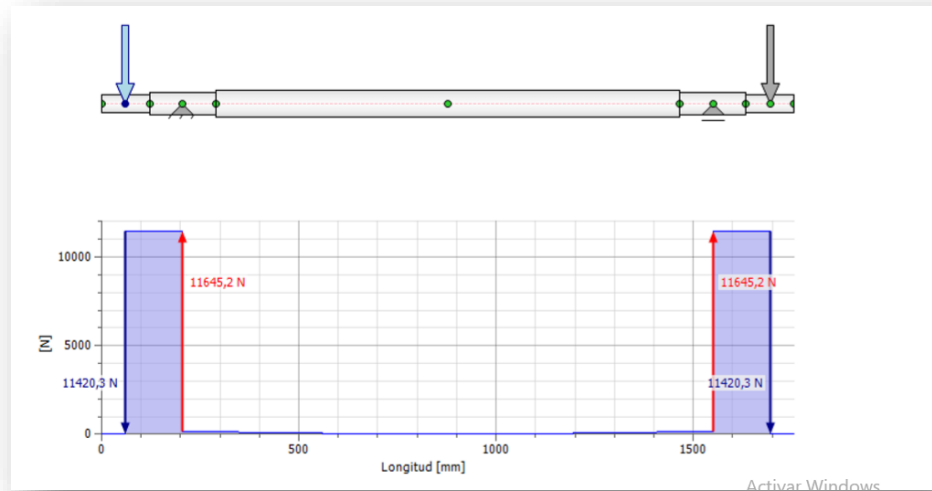
$$N_1 = N_2 = \frac{47.681\ [N]}{4} = 11.920\ [N]$$

El peso del eje corresponde a:

$$Weje = 45,86\ [kg]$$

Determinación de diagrama de fuerza cortante y momento flector:

Bajo las siguientes condiciones de carga, tenemos que el diagrama de esfuerzos cortantes obtenido en Autodesk Inventor:



Fuente: (elaboración propia)
Figura 11. Diagrama de fuerza cortante

Tenemos que la máxima fuerza cortante se encuentra en el chavetero y alcanza un valor de:

$$V = 11645,2 \text{ [N]}$$

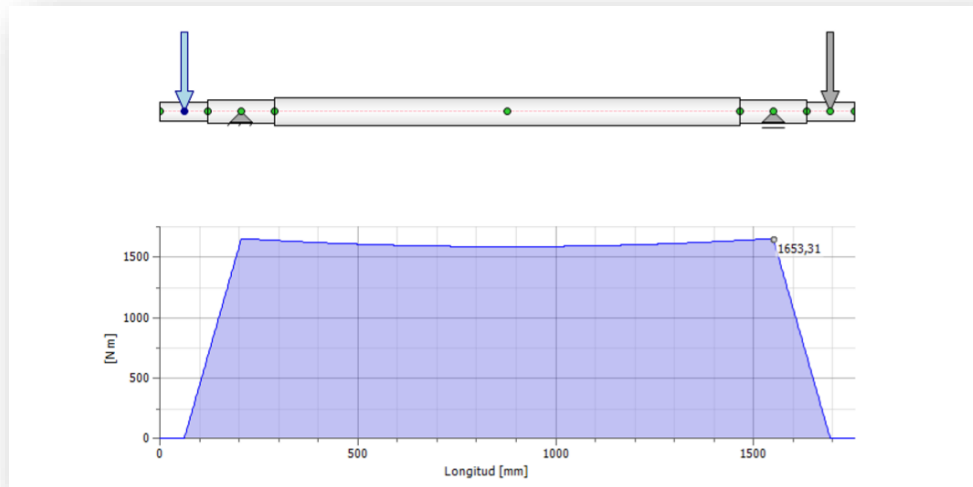
Como es un eje de rodadura, no hay transmisión de potencia por lo cual:

$$T = 0 \text{ [N * mm]}$$

Como en el eje de rodadura no existen cargas axiales:

$$Fa = 0 \text{ [N]}$$

A continuación, el programa nos entrega el diagrama de momento flector a lo largo del eje de rodadura



Fuente: (elaboración propia)
Figura 12. Diagrama de momento de flexión

La máxima sollicitación del eje se encuentra en el chavetero donde se encuentra montada la rueda del carro. En este punto el momento flector (M_f) tiene un valor de 1.653.310 [Nmm] o 1.653,3 [Nm] (usado para las formulas planteadas en los siguientes cálculos).

Análisis en el chavetero

Para el cálculo del factor de seguridad estático del chavetero del eje de rodadura, se utiliza el modelo para carga combinada correspondiente a la teoría de Von Mises, utilizando la siguiente ecuación:

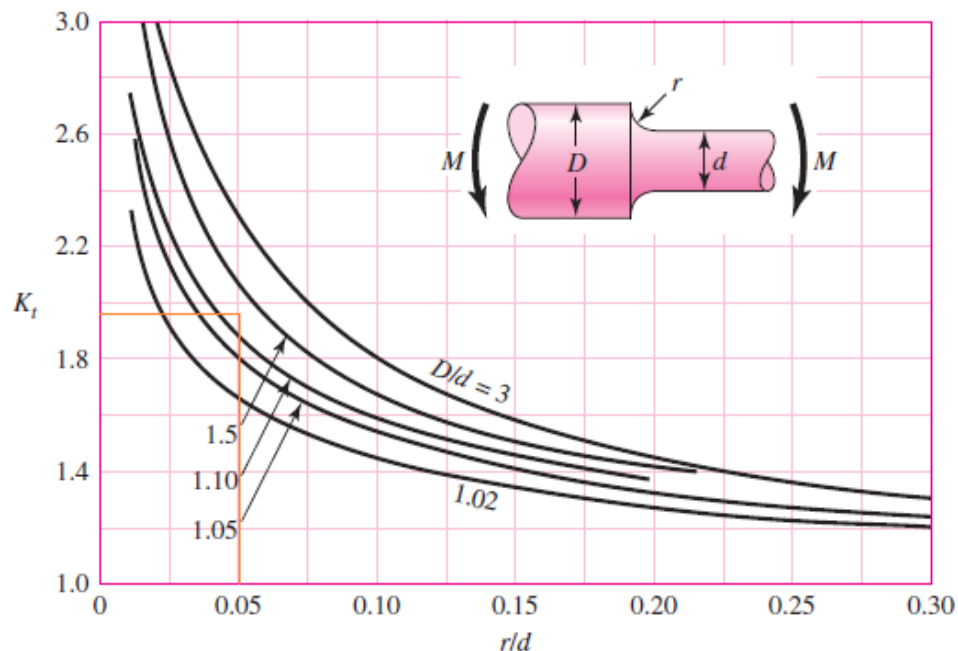
$$d^3 = \frac{32n}{\pi S_y} \sqrt{\left(M_f + \frac{F_a d}{8}\right)^2 + 3 \left(\frac{T}{2}\right)^2}$$

Reemplazando:

$$n = \frac{d^3 \pi S_y}{32 \sqrt{(M_f)^2}} = \frac{58^3 \cdot \pi \cdot 392}{32 \sqrt{1.653 \cdot 310^2}} = 4,53[-]$$

Cálculo de la concentración de esfuerzo

del cálculo anterior se aprecia que, el eje cumple satisfactoriamente los requisitos de seguridad para una falla de tipo estática. Sin embargo, del mismo modo se debe analizar los cambios de sección de diámetro, ya que en estos puntos también existe una concentración de esfuerzos que debe ser verificada.



Fuente: (elaboración propia)
Figura 13. Diagrama de momento de flexión

El primer parámetro para entrar al diagrama superior es el cociente entre el diámetro mayor (D) entre el diámetro menor (d):

$$\frac{D}{d} = \frac{58}{47} = 1,23$$

El segundo parámetro es el cociente entre radio de la muesca (r) y el diámetro menor (d)

$$\frac{r}{d} = \frac{2,5}{58} = 0,0532$$

Con estos dos parámetros buscamos el factor de concentración de esfuerzos:

$$K_t = 1,9$$

El esfuerzo nominal de eje de rodadura, se calcula mediante Von Mises:

$$\sigma_{nom} = \frac{32M_f}{d^3\pi} = \frac{32 * 1653300}{\pi * 58^3} = 86,311[Mpa]$$

el esfuerzo máximo se obtiene como el producto entre el factor de concentración de esfuerzos y el esfuerzo nominal.

$$\sigma_{max} = K_t * \sigma_{nom} = 1,9 * 86,311 [Mpa] = 163,99[Mpa]$$

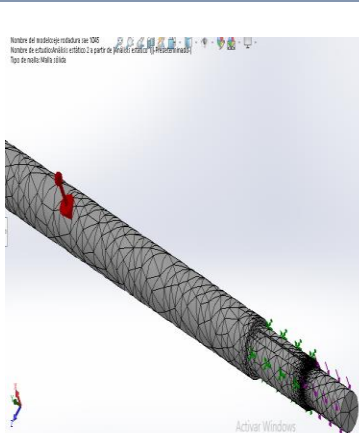
luego el factor de seguridad estático se obtiene como el cociente entre el esfuerzo elástico del material entre el esfuerzo máximo de trabajo

$$F.S. = \frac{S_y}{\sigma_{max}} = \frac{392}{163,99} = 2,39 [-]$$

CÁLCULO DE EJE DE RODADURA MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS

Propiedades del material

en la siguiente tabla, se resumen las principales propiedades mecánicas del eje de rodadura

Reference de modelo	Propiedades	Componentes
	Material: SAE 1045 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión de von Mises máx. Límite elástico: 3.92e+08 N/m^2 Límite de tracción: 6.18e+08 N/m^2 Módulo elástico: 2.05e+11 N/m^2 Coficiente de Poisson: 0.29 Densidad: 7850 kg/m^3 Módulo cortante: 8e+10 N/m^2 Coficiente de dilatación térmica: 1.5e-05 /Kelvin	(eje rodadura sae 1045)

Fuente: (elaboración propia)

Figura 13. Tabla de propiedades

Propiedades del mallado y presentación del modelo

Propiedades del mallado del modelo. Se aprecia que el modelo aumenta la densidad de la malla en lugares en donde existen radios de curvatura, esquinas pronunciadas, reducciones de área.

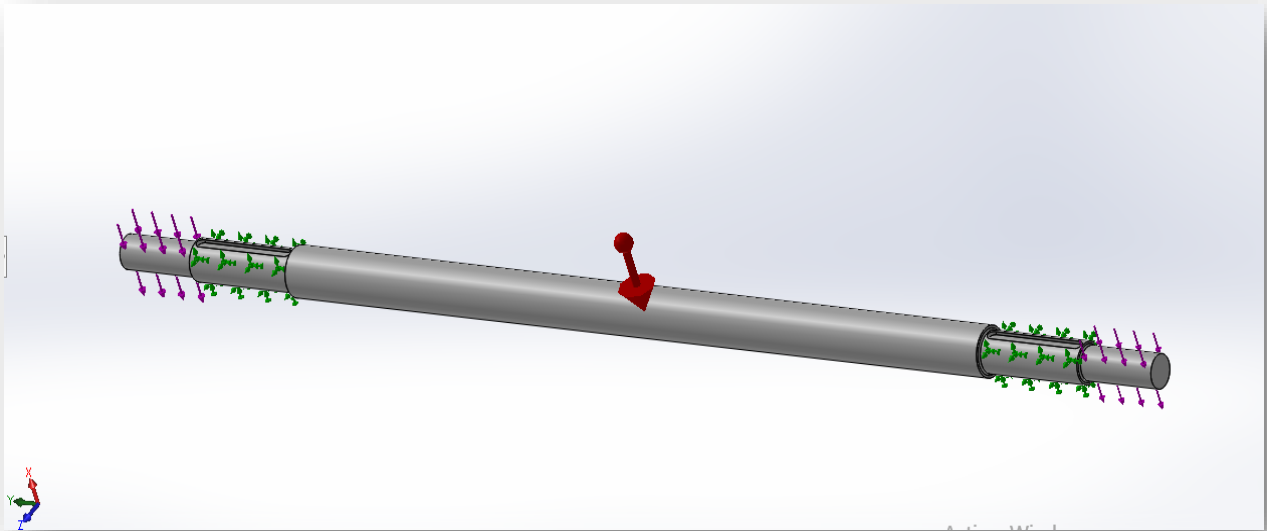
El programa de forma automática mediante convergencia, itera el valor del esfuerzo en los puntos en donde la concentración de esfuerzos es mayor (se observa mayor densidad de malla, en los puntos en donde hay cambios de diámetro).

Número total de nodos	106061
Número total de elementos	69531
Cociente máximo de aspecto	8.5213
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	95
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:05

Nombre del modelo: eje rodadura sae 1045
Nombre de estudio: Análisis estático 2 a partir de [Análisis estático 1](-Predeterminado-)
Tipo de malla: Malla sólida



El modelo idealizado en el programa, se presenta en la imagen inferior:



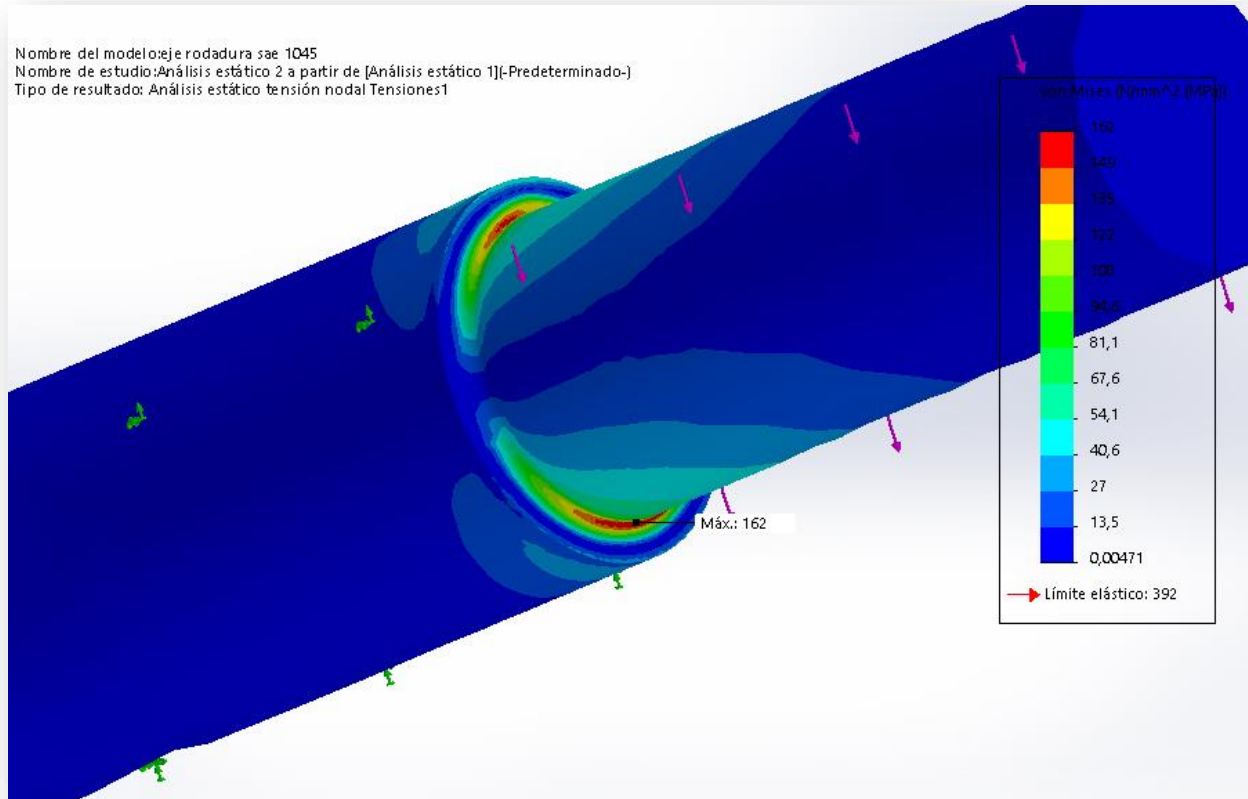
Fuente: (elaboración propia)
Figura 14. Modelo de elementos finitos

A continuación, se presenta la explicación del modelo de elementos finitos:

- ✓ Flechas de color rojo: representan la fuerza gravitatoria.
- ✓ Flechas de color morado: representan la carga producida por el peso del ascensor sobre el eje de rodadura.
- ✓ Flechas tri-direccionales verdes: estas flechas representan un apoyo fijo producido por el ajuste entre el rodamiento y el eje.

Esfuerzos de Von Mises en el eje de rodadura

Producto del refinamiento de la malla en sectores en donde se produce una reducción de área, el modelo detecta las concentraciones de esfuerzos en los radios de entalladura del eje de rodadura. Se aprecia que el máximo esfuerzo es de 162 [Mpa], sector en el cual fue predicho mediante resistencia de materiales que sería el máximo esfuerzo que se produce en el material.



Fuente: (elaboración propia)
 Figura 15. Esfuerzo de Von Mises

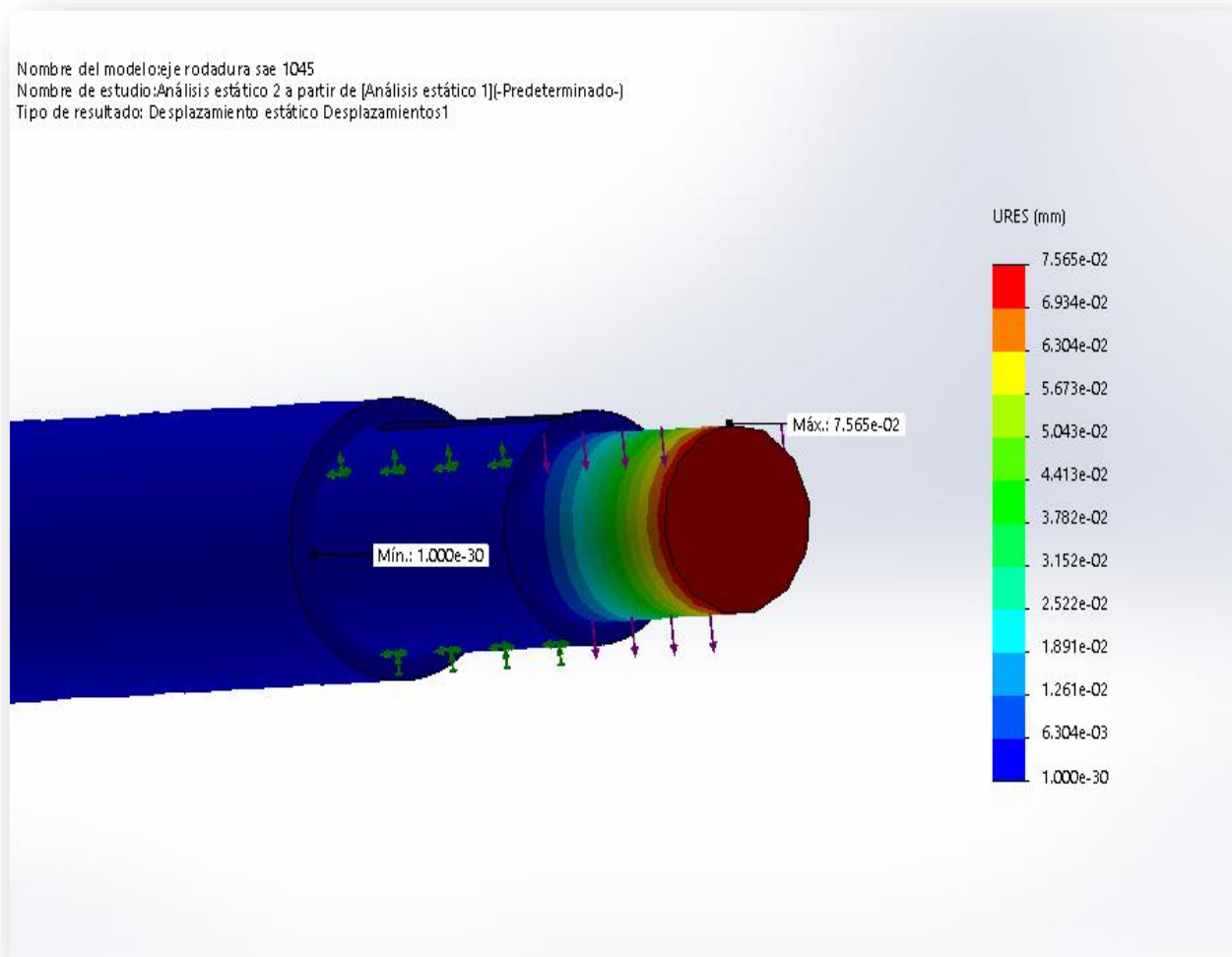
Producto de lo anterior, se procede a calcular el error porcentual del valor del esfuerzo calculado mediante resistencia de materiales (σ_r), con el valor calculado mediante elementos finitos (σ_e):

$$\% \varepsilon = \left| \frac{\sigma_e - \sigma_r}{\sigma_r} \right| * 100 = 1,21\%$$

Apreciamos que el modelo de elementos finitos presenta un error porcentual de un 1,21 % en relación al modelo calculado mediante resistencia de materiales, por lo cual el modelo es válido y de alta precisión de cálculo.

Deformación máxima mediante elementos finitos

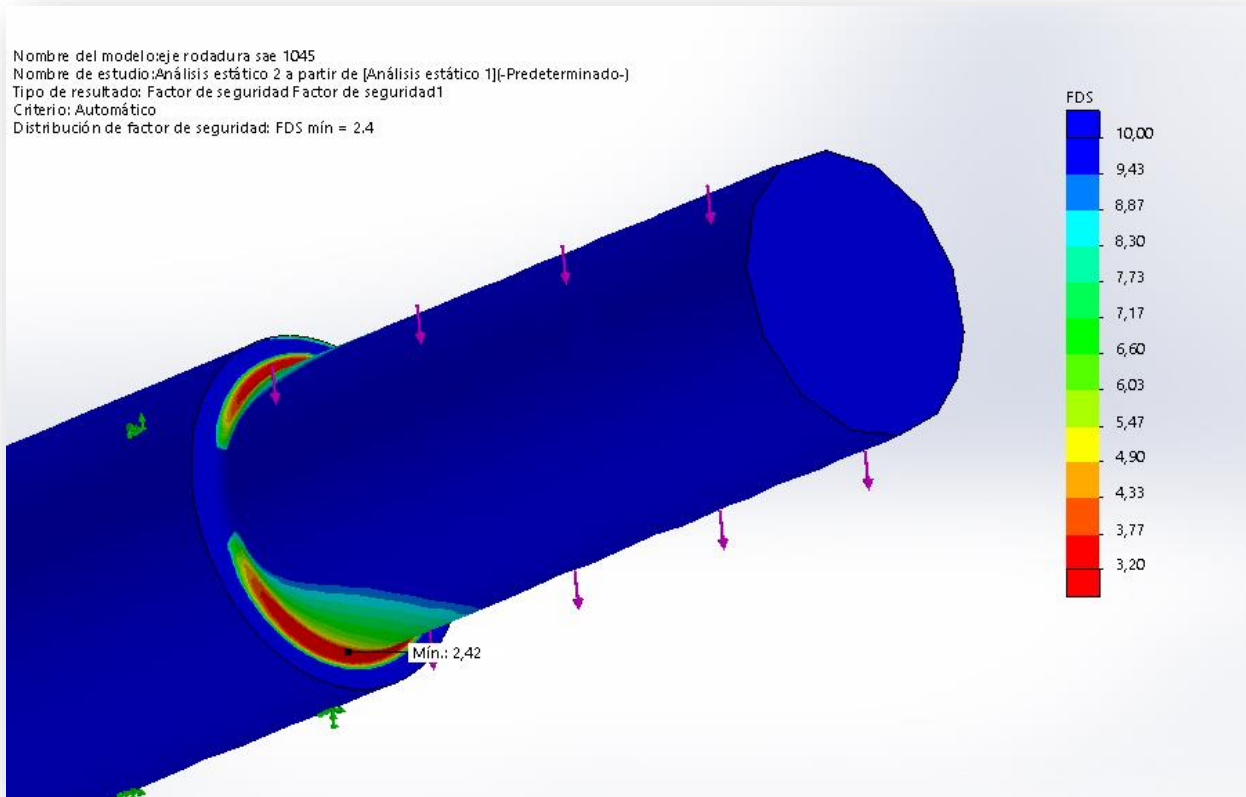
Se aprecia que el máximo desplazamiento en el eje de 0,07565 [mm], presentes en el borde del eje de rodadura.



Fuente: (elaboración propia)
 Figura 16. Deformación mediante elementos finitos

Cálculo del factor de seguridad mediante elementos finitos

Se aprecia que el mínimo factor de seguridad de la pieza es de 2,42 [-] presentes en la parte inferior del radio de entalladura.



Fuente: (elaboración propia)
 Figura 17. Factor de seguridad mediante elementos finitos

Producto de lo anterior, se procede a calcular el error porcentual del valor del factor de seguridad calculado mediante resistencia de materiales (Fr), con el valor calculado mediante elementos finitos (Fe):

$$\% \varepsilon = \left| \frac{Fe - Fr}{Fr} \right| * 100 = 1,21\%$$

Se aprecia que el modelo de elementos finitos presenta un error porcentual de un 1,21 % en relación al modelo calculado mediante resistencia de materiales, por lo cual el modelo es válido y de alta precisión de cálculo.