



ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

TEMA:

“CARTÓN CORRUGADO EN EL DISEÑO DE MOBILIARIO PARA
EVENTOS MASIVOS”

**Investigación de Grado Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en
Diseño Industrial**

Línea de Investigación:

Morfología, Tendencias, Normativas y/o Gestión de Diseño y color

Autor:

MELO ROBERT PIERRE MICKAEL

Director:

ING. MG. MARIO ARMANDO FREIRE TORRES

Ambato – Ecuador

Mayo 2016

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO

HOJA DE APROBACIÓN

Tema:

“CARTÓN CORRUGADO EN EL DISEÑO DE MOBILIARIO PARA
EVENTOS MASIVOS”

Línea de investigación:

Morfología, Tendencias, Normativas y/o Gestión de Diseño y aplicaciones

Autor:

PIERRE MICKAEL MELO ROBERT

Mario Armando Freire Torres. Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. _____

Helder Marcell Barrera Erreyes. Mg.

CALIFICADOR

f. _____

Gabriel Alejandro Núñez Escobar. Ing.

CALIFICADOR

f. _____

Fernando Alfredo Flor Tapia Mg.

**DIRECTOR ESCUELA DE
DISEÑO INDUSTRIAL**

f. _____

Hugo Rogelio Altamirano Villarroel, Dr.

SECRETARIO GENERAL PUCESA

f. _____

Ambato – Ecuador

Mayo 2016

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo. Pierre Mickael Melo Robert portador de la cédula de ciudadanía No 180357969-5 declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento como informe final, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, conclusiones y los efectos legales y académicos, que se desprenden del trabajo propuesto de investigación y luego de la redacción de este documento son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

Pierre Mickael Melo Robert

CI. 180357969-5

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres, quienes siempre fueron un gran apoyo en cada decisión tomada, con su esfuerzo y sacrificio permitieron que alcanzaré todas las metas que me propuse a lo largo de toda mi vida. De igual manera agradezco a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato, institución que supo acogerme y formarme no solo en el campo académico sino también humano. A todas aquellas personas que directa o indirectamente fueron parte de mi vida universitaria y supieron brindarme su apoyo siempre que fue necesario.

RESUMEN

El principal objetivo de la presente investigación es diseñar mobiliario para eventos masivos con el uso de cartón corrugado debido a que existe una deficiencia de mobiliario para este tipo de eventos. Se encontró necesario el planteamiento del proyecto ya que no ha sido propuesta una solución óptima antes al respecto con la finalidad de beneficiar no sólo a asistentes de este tipo de eventos sino a organizadores y auspiciantes. La metodología aplicada en la presente investigación se llevó a cabo por medio del método científico debido a que el proyecto presenta una interrogante enfocada a la resistencia del mueble la misma que necesita ser comprobada por el debido proceso hasta llegar a la hipótesis de la tesis planteada. La importancia del planteamiento de mobiliario descartable radica en que actividades de índole masivo no son solo presenciadas por grupos informales de personas sino que, en su mayoría, son de carácter cultural y social, propias de cada ciudad. En el caso de los desfiles, la mayoría de los espectadores observan sentados en las calles, parados u optan por el alquiler de sillas plásticas. El resultado de este proyecto pretende llegar a satisfacer la necesidad que el usuario tiene dentro de eventos masivos al no encontrarse con un mobiliario descartable que le permita asistir a este tipo de eventos con mayor comodidad. La resistencia fue comprobada por medio de cálculos experimentales con prototipos a escala y simulaciones digitales que ratificarán la factibilidad del mobiliario.

Palabras clave: diseño, mobiliario, cartón corrugado, eventos masivos, mobiliario descartable, resistencia.

ABSTRACT

The main objective of this investigation is to design furniture for large-scale events with corrugated cardboard due to the lack of it during these kind of programs. There is a need to establish this project due to the lack of an optimal proposal in order to help not just the assistants but events organizers and sponsors. The applied methodology in this investigation was carried out by the scientific method due to the existence of an unsolved problem based on the resistance of the furniture which must be tested by a process until the hypothesis of this Project is verified. The importance of the approach of disposable furniture lies in the fact that massive activities are not just attended by informal groups of people but cultural and social groups most of each city. For parades, most of the people watch them while sitting standing or renting a plastic chair in the streets,. The result of this project is aiming to satisfy the need that the user has during these large-scale events because there is not any disposable furniture that allow the user to have grater comfort. The resistance was checked by experimental calculation with scale prototypes and digital simulations in order to guarantee the feasibility of the furniture.

Key words: design, furniture, corrugated cardboard, large-scale events, disposable furniture, resistance.

TABLA DE CONTENIDO

Preliminares

Declaración de Autenticidad y Responsabilidad.....iii

Agradecimiento.....iv

Resumen.....v

Abstract.....vi

CAPÍTULO I 1

El problema 1

1.2. Introducción 1

1.3. Justificación 2

1.4. Planteamiento del problema 4

1.5. Objetivos..... 7

CAPÍTULO II 9

Marco Teórico 9

2.1. Antecedentes investigativos 9

2.2. Material de embalaje 10

2.3. Material biodegradable 11

2.4. Cartón 14

2.5. Cartón Corrugado 19

2.6. Mobiliario de cartón 21

2.7. Eventos masivos..... 23

2.8. Equipamiento y mobiliario..... 27

2.9. Estructura 29

CAPÍTULO III	36
MARCO METODOLÓGICO	36
3.1. Entrevistas	36
1.2. Conclusión	41
CAPÍTULO IV	43
Propuesta	43
4.1. Observación.....	43
4.2. Inducción	45
4.3. Hipótesis	45
4.4. Experimentación	46
4.6. Demostración.....	142
4.7. Tesis	149
CAPÍTULO V	150
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	150
5.1. Conclusiones	150
5.2. Recomendaciones	151
BIBLIOGRAFÍA.....	153
ANEXOS.....	155

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2.1. Proceso químico.....	17
Ilustración 2.2. Proceso mecánico.....	18
Ilustración 2.3. Fabricación del cartón	21
Ilustración 2.4. Clases de estructuras.....	31
Ilustración 2.5. Clases de apoyos.....	33
Ilustración 4.1. Elementos de apoyo de una estructura de soporte.....	46
Ilustración 4.2. Boceto del prototipo 1	47
Ilustración 4.3. Bocetos de los prototipos 2 y 3	48
Ilustración 4.4. Bocetos de los prototipos 4 y 5	49
Ilustración 4.5. Base estructura el papel.....	50
Ilustración 4.6. Delimitación de apoyos en papel	51
Ilustración 4.7. Doblado de la base en papel.....	51
Ilustración 4.8. Armado de prueba de estructura base.....	52
Ilustración 4.9. Delimitación de la forma	52
Ilustración 4.10. Armado de la estructura en papel	53
Ilustración 4.11. Mejoras en la estructura	53
Ilustración 4.12. Armado de la estructura	54

Ilustración 4.13. Variación en la estructura.....	54
Ilustración 4.14. Armado de la estructura	55
Ilustración 4.15. Modelo digital del prototipo I	56
Ilustración 4.16. Modelo digital del prototipo II	56
Ilustración 4.17. Modelo digital del prototipo III	57
Ilustración 4.18. Caras seleccionadas	61
Ilustración 4.19. Caras seleccionadas	61
Ilustración 4.20. Caras seleccionadas	62
Ilustración 4.21. Tensión Von Mises	64
Ilustración 4.22. Tensión Von Mises	64
Ilustración 4.23. Primera tensión principal.....	65
Ilustración 4.24. Primera tensión principal.....	65
Ilustración 4.25. Tercera tensión principal	66
Ilustración 4.26. Tercera tensión principal	66
Ilustración 4.27. Desplazamiento.....	67
Ilustración 4.28. Desplazamiento.....	67
Ilustración 4.29. Factor de seguridad mínimo.....	68
Ilustración 4.30. Factor de seguridad máximo	68

Ilustración 4.31. Tensión XX máxima	69
Ilustración 4.32. Tensión XX mínima	69
Ilustración 4.33. Tensión XY mínima	70
Ilustración 4.34. Tensión XY máxima	70
Ilustración 4.35. Tensión XZ máxima	71
Ilustración 4.36. Tensión XZ mínima	71
Ilustración 4.37. Tensión YY máxima	72
Ilustración 4.38. Tensión YY mínima	72
Ilustración 4.39. Tensión YZ mínima	73
Ilustración 4.40. Tensión YZ máxima	73
Ilustración 4.41. Tensión ZZ máxima.....	74
Ilustración 4.42. Tensión ZZ mínima	74
Ilustración 4.43. Desplazamiento en el eje X.....	75
Ilustración 4.44. Desplazamiento en el eje Y.....	75
Ilustración 4.45. Desplazamiento en el eje Z.....	76
Ilustración 4.46. Equivalente de deformación máximo	76
Ilustración 4.47. Equivalente de deformación mínimo	77
Ilustración 4.48. Primera deformación principal máxima	77

Ilustración 4.49. Primera deformación principal mínima.....	78
Ilustración 4.50. Tercera deformación principal máxima	78
Ilustración 4.51. Tercera deformación principal mínima.....	79
Ilustración 4.52. Deformación XX máxima.....	79
Ilustración 4.53. Deformación XX mínima	80
Ilustración 4.54. Deformación XY mínima	80
Ilustración 4.55. Deformación XY máxima.....	81
Ilustración 4.56. Deformación XZ máxima	81
Ilustración 4.57. Deformación XZ mínima.....	82
Ilustración 4.58. Deformación YY máxima.....	82
Ilustración 4.59. Deformación YY mínima	83
Ilustración 4.60. Deformación YZ mínima.....	83
Ilustración 4.61. Deformación YZ máxima	84
Ilustración 4.62. Deformación ZZ máxima	84
Ilustración 4.63. Deformación ZZ mínima	85
Ilustración 4.64. Caras seleccionadas	88
Ilustración 4.65. Caras seleccionadas	88
Ilustración 4.66. Caras seleccionadas	89

Ilustración 4.67. Caras seleccionadas	89
Ilustración 4.68. Tensión Von Mises máxima	91
Ilustración 4.69. Tensión Von Mises mínima	91
Ilustración 4.70. Primera tensión principal máxima	92
Ilustración 4.71. Primera tensión principal mínima	92
Ilustración 4.72. Tercera tensión principal mínima	93
Ilustración 4.73. Tercera tensión principal máxima	93
Ilustración 4.74. Desplazamiento máximo	94
Ilustración 4.75. Desplazamiento mínimo	94
Ilustración 4.76. Factor de seguridad	95
Ilustración 4.77. Factor de seguridad	95
Ilustración 4.78. Tensión XX máxima	96
Ilustración 4.79. Tensión XX mínima	96
Ilustración 4.80. Tensión XY máxima	97
Ilustración 4.81. Tensión XY mínima	97
Ilustración 4.82. Tensión XZ mínima	98
Ilustración 4.83. Tensión XZ máxima	98
Ilustración 4.84. Tensión YY máxima	99

Ilustración 4.85. Tensión YY mínima	99
Ilustración 4.86. Tensión YZ máxima	100
Ilustración 4.87. Tensión YZ mínima	100
Ilustración 4.88. Tensión ZZ mínima	101
Ilustración 4.89. Tensión ZZ máxima.....	101
Ilustración 4.90. Desplazamiento máximo en el eje X	102
Ilustración 4.91. Desplazamiento mínimo en el eje X.....	102
Ilustración 4.92. Desplazamiento máximo en el eje Y	103
Ilustración 4.93. Desplazamiento mínimo en el eje Y	103
Ilustración 4.94. Desplazamiento máximo en el eje Z	104
Ilustración 4.95. Desplazamiento mínimo en el eje Z	104
Ilustración 4.96. Deformación equivalente.....	105
Ilustración 4.97. Deformación equivalente.....	105
Ilustración 4.98. Primera deformación principal.....	106
Ilustración 4.99. Primera deformación principal.....	106
Ilustración 4.100. Tercera deformación principal	107
Ilustración 4.101. Tercera deformación principal.....	107
Ilustración 4.102. Deformación XX máxima.....	108

Ilustración 4.103. Deformación XX mínima	108
Ilustración 4.104. Deformación XY máxima.....	109
Ilustración 4.105. Deformación XY mínima	109
Ilustración 4.106. Deformación XZ máxima	110
Ilustración 4.107. Deformación XZ mínima.....	110
Ilustración 4.108. Deformación YY máxima.....	111
Ilustración 4.109. Deformación YY mínima	111
Ilustración 4.110. Deformación YZ máxima.....	112
Ilustración 4.111. Deformación YZ mínima.....	112
Ilustración 4.112. Deformación ZZ máxima	113
Ilustración 4.113. Deformación ZZ mínima	113
Ilustración 4.114. Caras seleccionadas	116
Ilustración 4.115. Caras seleccionadas	116
Ilustración 4.116. Caras seleccionadas	117
Ilustración 4.117. Caras seleccionadas	117
Ilustración 4.118. Tensión Von Mises	119
Ilustración 4.119. Tensión Von Mises	119
Ilustración 4.120. Primera tensión principal máxima	120

Ilustración 4.121. Primera tensión principal mínima	120
Ilustración 4.122. Tercera tensión principal máxima	121
Ilustración 4.123. Tercera tensión principal mínima	121
Ilustración 4.124. Desplazamiento máximo	122
Ilustración 4.125. Desplazamiento mínimo	122
Ilustración 4.126. Factor de seguridad máximo	123
Ilustración 4.127. Factor de seguridad mínimo	123
Ilustración 4.128. Tensión XX máxima	124
Ilustración 4.129. Tensión XX mínima	124
Ilustración 4.130. Tensión XY mínima	125
Ilustración 4.131. Tensión XY máxima	125
Ilustración 4.132. Tensión XZ máxima	126
Ilustración 4.133. tensión XZ mínima	126
Ilustración 4.134. Tensión YY máxima	127
Ilustración 4.135. Tensión YY mínima	127
Ilustración 4.136. Tensión YZ máxima	128
Ilustración 4.137. Tensión YZ mínima	128
Ilustración 4.138. Tensión ZZ máxima	129

Ilustración 4.139. Tensión ZZ mínima	129
Ilustración 4.140. Desplazamiento máximo en el eje X	130
Ilustración 4.141. Desplazamiento mínimo en el eje X	130
Ilustración 4.142. Desplazamiento máximo en el eje Y	131
Ilustración 4.143. Desplazamiento mínimo en el eje Y	131
Ilustración 4.144. Desplazamiento máximo en el eje Z	132
Ilustración 4.145. Desplazamiento mínimo en el eje Z	132
Ilustración 4.146. Equivalente de deformación máximo	133
Ilustración 4.147. Equivalente de deformación mínimo	133
Ilustración 4.148. Primera deformación principal máxima	134
Ilustración 4.149. Primera deformación principal mínima	134
Ilustración 4.150. Tercera deformación principal máxima	135
Ilustración 4.151. Tercera deformación principal mínima	135
Ilustración 4.152. Deformación XX máxima	136
Ilustración 4.153. Deformación XX mínima	136
Ilustración 4.154. Deformación XY mínima	137
Ilustración 4.155. Deformación XY máxima	137
Ilustración 4.156. Deformación XZ máxima	138

Ilustración 4.157. Deformación XZ mínima.....	138
Ilustración 4.158. Deformación YY máxima.....	139
Ilustración 4.159. Deformación YY mínima	139
Ilustración 4.160. Deformación YZ máxima	140
Ilustración 4.161. Deformación YZ mínima.....	140
Ilustración 4.162. Deformación ZZ máxima	141
Ilustración 4.163. Deformación ZZ mínima.....	141
Ilustración 4.164. Prueba de carga máxima en prototipo	142

TABLA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1. Análisis experimental de cargas del prototipo I.....	57
Gráfico 4.2. Análisis experimental de cargas del prototipo II.....	58
Gráfico 4.3. Análisis experimental de cargas del prototipo III.....	58
Gráfico 4.4. Modelamiento por regresión lineal múltiple. Prototipo I	145
Gráfico 4.5. Modelamiento por regresión lineal múltiple. Prototipo II	147
Gráfico 4.6. Modelamiento por regresión lineal múltiple. Prototipo III	149

TABLAS DE RESULTADOS

Tabla 4.1. Prototipo I: Estructura Piramidal	59
Tabla 4.2. Resultados prototipo I	63
Tabla 4.3. Prototipo II: Estructura truncada	86
Tabla 4.4. Resultados prototipo II	90
Tabla 4.5. Prototipo III: Estructura ovoidal.....	114
Tabla 4.6. Resultados prototipo III	118
Tabla 4.7. Medición de muestra aleatoria. Prototipo I	144
Tabla 4.8. Medición de muestra aleatoria. Prototipo II	146
Tabla 4.9. Medición de muestra aleatoria. Prototipo III	148

CAPÍTULO I

El problema

1.1. Tema

Cartón corrugado en el diseño de mobiliario para eventos masivos.

1.2. Introducción

El proyecto requiere un análisis de todos sus componentes, dentro del cual se introducirá información general previa la investigación como es el tema, la introducción y justificación, el planteamiento del problema y los objetivos. Se considera primordial mencionar ésta información al iniciar el proyecto para que sirva de guía y proceder con la búsqueda de información.

Una vez definidos los parámetros a analizarse en el proyecto, se procederá a investigar datos bibliográficos de todos los campos requeridos para la comprensión de la investigación. Esto involucra una investigación exhaustiva y detallada necesaria para evidenciar datos referentes al tema del proyecto que nos ayuden en la comprensión y mejor desarrollo del mismo.

Después de que los datos han sido recolectados, interpretados y citados se procederá a reforzar esta información por medio de entrevistas para delimitar una población específica. Esto será de gran ayuda con el rumbo que tome el proyecto para determinar un tipo específico de mobiliario.

Finalmente, después de toda la información captada, se procederá al análisis de forma para determinar una que se acople a los requerimientos estéticos y de resistencia planteados al inicio del proyecto.

1.3. Justificación

La finalidad del proyecto radica en la creación de sillas plegables, hechas con cartón corrugado que sirvan como material publicitario para todas aquellas empresas que quieran dar a conocer su marca y estén dispuestos a invertir en publicidad dentro de los distintos eventos masivos efectuados en la ciudad de Ambato.

Debido a que dichos eventos carecen de mobiliario como sillas a razón de la falta de espacio, el impacto de las sillas plegables no sólo contribuirá con la comodidad del usuario sino que también, por estar compuestas de cartón corrugado, contribuirán con la concientización del reciclaje y el uso de material biodegradable que genere un menor daño ambiental.

Muchos de los eventos masivos realizados no constan de sillas para sus asistentes, esto genera incomodidad, insatisfacción y cansancio. Motivo por el cual un gran porcentaje de ellos abandonan el evento con prontitud o simplemente evitan asistir a los mismos. De aquí nace la necesidad de proporcionar de un mobiliario plegable, con material amigable para el medio ambiente que contribuya con la mejora de la experiencia del usuario en eventos masivos realizados en la ciudad de Ambato.

Puesto a que en el mercado ya consta con mobiliario en cartón corrugado está comprobado que el material es resistente, sin embargo es necesario hacer pruebas preliminares antes de delimitar una forma específica ya que la finalidad del proyecto propone este tipo de mobiliario con la característica adicional de ser plegable y dedicado para eventos masivos.

El diseño plegable es un campo tan amplio que va desde simples tarjetas de presentación hasta grandes estructuras. La aplicación de esta técnica proporciona la ventaja de hacer uso de objetos que en su forma funcional no serían capaces de entrar en lugares de espacio reducido. En este caso, conviene el uso de la técnica de formas plegables debido a que las sillas a utilizarse van a cumplir su función en espacios reducidos en relación a la cantidad de asistentes en estos eventos masivos.

1.4. Planteamiento del problema

1.4.1 Contextualización

El proyecto plantea la creación de mobiliario plegable hecho en cartón corrugado, por la forma y estructura del mueble la capacidad de resistencia será suficiente para cumplir con su función principal. Adicionalmente a esto, el mobiliario servirá como material de publicidad para todas aquellas empresas que sean auspiciantes de dichos eventos. De esta manera la comercialización del mobiliario será mucho más sencilla y mejor direccionada con un público objetivo determinado.

El mobiliario de cartón corrugado ha sido creado en varios países, la necesidad de búsqueda de soluciones ecológicas ha impulsado a optar por materiales más amigables con el medio ambiente y debido a que el cartón corrugado es de rápida biodegradación es una de las mejores opciones en éste campo. En países europeos, como Francia y España, la comercialización de mobiliario en cartón crece con rapidez, esta propuesta innovadora llama la atención del consumidor, principalmente de aquellos que se preocupan por el bienestar ecológico.

La carencia de mobiliario en eventos masivos realizados en la ciudad de Ambato ciertamente es un problema que incomoda a los asistentes. Se debe considerar que los eventos masivos realizados en la ciudad de Ambato en su mayoría son por motivo de la “Fiesta de la Fruta y de las Flores” a donde asisten personas de todas las edades. La carencia del mobiliario se hace más notoria principalmente en niños y adultos mayores quienes necesitan una estructura de asiento para descansar después de cierto tiempo ya que su resistencia física no es igual a la de una persona madura.

La posible solución, en éste caso, sería el uso de mobiliario plegable, específicamente estructuras de asiento capaces de soportar el peso de una persona. Estas mismas estructuras serían usadas como medio de publicidad para facilitar su comercialización y el material estaría conformado por cartón corrugado el cual influye positivamente con el medio ambiente.

1.4.2 Formulación del problema

En nuestro país los eventos masivos realizados por motivo de fiestas de cantonización, independencia y demás celebraciones albergan a un sinnúmero de personas. Dependiendo de la ciudad, su población y el lugar donde se efectúen dichos eventos se podría considerar a uno de estos como masivos. Sin embargo, en la mayoría de espectáculos no se hace presente mobiliario que satisfaga la necesidad de descanso de los espectadores.

Los tiempos de espera son bastante largos y muchos de los asistentes se abstienen de ir por éste motivo o simplemente abandonan el lugar con prontitud.

En los cantones de la provincia de Tungurahua se efectúan eventos masivos cada año pero en todos se observa el mismo patrón, incomodidad por la falta de una estructura de asiento para los espectadores y asistentes a dichos eventos.

Así mismo, en la ciudad de Ambato donde sólo en la “Fiesta de la Fruta y de las Flores” se realizan cincuenta y cinco eventos masivos se puede evidenciar que el mobiliario para eventos masivos se limita a vallas y escenarios mas no a una estructura de descanso para los asistentes.

Las razones son varias, el costo de estos implementos para cada asistente sería demasiado elevado y, al ser espacios al aire libre con una gran cantidad de gente, un tipo de silla de medidas estándar sería una pérdida de espacio. Convendría pues proponer un tipo de mobiliario plegable, que pueda ahorrar espacio, sea económico y a la vez el tipo de material usado no contamine el medio ambiente puesto que su fabricación estaría dedicada para una gran fluencia de personas.

1.4.3 Delimitación del problema

Período: 2015

Espacio: Ambato

Área: Lugares designados para eventos masivos

Unidad experimental: Explanada del Ilustre Municipio de Ambato

1.4.4 Delimitación espacial

El presente proyecto está dirigido a los asistentes a eventos masivos organizados por el concejo provincial en la ciudad de Ambato.

1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Diseñar mobiliario para eventos masivos con el uso de cartón corrugado.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Investigar las propiedades que posee el cartón corrugado.
2. Analizar las características que posee el mobiliario para eventos masivos.
3. Proponer un prototipo de mueble con cartón corrugado para ser aplicado en eventos masivos.

CAPÍTULO II

Marco Teórico

2.1. Antecedentes investigativos

A nivel internacional, el mobiliario en cartón corrugado está siendo cada vez más utilizado en países como Francia, España y muchos otros principalmente en Europa. Las propuestas de mobiliario en cartón corrugado han sido enfocadas en satisfacer a un público objetivo que busca muebles de menor costo y más amigables con el medio ambiente.

El mobiliario de cartón corrugado a nivel nacional no se ha visto como algo de gran importancia y posiblemente se deba a que la gente no esté muy informada al respecto. Existen varias empresas que ya comercializan muebles en cartón corrugado en el país, sin embargo no han llegado a cumplir las expectativas necesarias para volverse una tendencia a nivel nacional.

Dentro de la provincia de Tungurahua la comercialización de mobiliario hecho de cartón corrugado es bastante escasa, por no decir que es nula. Sin embargo existen proyectos enfocados a la construcción de mobiliario en eventos masivos como el proyecto de titulación de la Pontificia Universidad Católica Sede Ambato del señor Joseph Álvarez.

Así se observan propuestas similares como la propuesta de disertación titulada “Aplicación de materiales de empaque y embalaje biodegradable para el diseño de mobiliario y complementos decorativos, dirigidos a habitaciones juveniles” (Alvarez, 2013) en donde ya existe la creación de mobiliario de cartón corrugado. Sin embargo, el mobiliario planteado en éste caso es armable mas no plegable, lo cual no sería óptimo para ser aplicado en un evento masivo.

2.2. Material de embalaje

El material de embalaje es utilizado para proteger productos que necesitan ser comercializados o transportados. Su finalidad es la de conservar intacto el contenido para que de esta manera no sufran daños previa su comercialización, dentro de los materiales más utilizados están el papel y el cartón por su bajo costo de producción y su sencilla manera de acoplarse para formar cualquier tipo de empaque. (Almaguer, 2001)

Existen productos frágiles en el mercado y su comercialización despertó la necesidad de un material que los recubra y proteja, así se propuso la creación de empaques para proteger la carga. Estos no debían elevar los costos del producto así que se optó por el uso de materiales más económicos como son el papel y el cartón. Éste tipo de material proviene de fibras naturales como la madera y puede ser reciclable, adicionalmente no representa un gran daño a la ecología, es decir, es biodegradable, características que contribuyeron para que se optara como mejor alternativa para ser utilizado como material de embalaje.

2.3. Material biodegradable

Una de las propiedades más nobles dentro de ciertos empaques para embalaje es el de la rápida biodegradación. Se entiende como biodegradación al proceso de descomposición de la materia en compuesto orgánico sin la necesidad de químicos y otros medios ya que en su degradación sirven como alimento para bacterias, hongos y demás organismos dispersos en el medio ambiente. (Espada, 2015)

La biodegradación de un material consiste en que no hace falta utilizar químicos o aditivos para que se vuelva orgánico y tenga alguna utilidad al

suelo. Esta propiedad ayuda a que el material sea ecológico y amigable con el medio ambiente una vez que es desechado.

Durante las dos últimas décadas, ha habido una renovación en el interés por el desarrollo de materiales reciclables, biodegradables y comestibles formados a partir de material crudo de origen agrícola. Estos materiales son usualmente llamados “agromateriales” o “bioempaques” (cuando son usados para hacer bandejas o películas de embalaje). El concepto de “agromaterial” generalmente envuelve el uso renovable de material crudo que puede ser reciclado después de su utilización. (Bastioli, 2005)

El interés por la conservación del medioambiente y la preservación de la naturaleza ha ido en aumento durante las últimas décadas; la apuesta por materiales biodegradables se ha fortalecido e incluso se han optado por nuevas denominaciones según el origen del material, ya sea para embalajes o aquellos que tienen un fin más agrícola. De esta manera se menciona a agromateriales que son aquellos que provienen de material crudo agrícola y bioempaques de origen natural lo que permite que se degraden con más facilidad en el ambiente.

El uso de los agromateriales está destinado específicamente al reciclaje en donde se aplican a un primer uso para después ser recolectados, de esta manera se atacaría de raíz al problema de contaminación evitando que materiales como plásticos y vidrios, cuyo periodo de degradación es mucho más extenso, sean los más utilizados en la industria como lo son en la actualidad.

Tanto el papel como el cartón son materiales que han ido ganando valor a lo largo de la historia sobretodo en la escritura y el embalaje. Especialmente con el cambio de la piedra y pieles por un material más fácil de escribir y desarrollar en cuanto impresión de libros, dos saltos cuánticos se hicieron en el mundo de la escritura y la ciencia. La caja de madera fue reemplazada por la de cartón corrugado, un objeto fácil de doblar, mucho más liviano, fácil de descartar y reciclable después de su uso. (Eekhout, 2008)

El cartón y el papel han sido considerados como dos pasos gigantes en la tecnología de la escritura y el embalaje, estos dos materiales reemplazaron fácilmente a la piedra, la piel y la madera y no solo eso, este material proporciona los mismos beneficios que los materiales antes mencionados con la capacidad adicional de ser reciclables después de su uso, es decir que el papel y el cartón corrugado al tratarse de materiales biodegradables ofrecen un menor impacto a la contaminación si tenemos en cuenta que son los materiales más utilizados hoy en día. Las ventajas de estos materiales van mucho más allá y sus características no han sido plenamente desarrolladas. La apuesta por un material así con características biodegradables no solo reducirá el impacto ambiental sino que contribuirá con el desarrollo tecnológico y sostenible del medio ambiente, si logramos reemplazar la madera, la piedra y las pieles entonces sencillamente

podríamos reemplazar muchos otros materiales como el plástico que interviene de manera muy radical con la contaminación global.

2.4. Cartón

El cartón es un derivado del papel, presenta numerosas ventajas para proyectos y realización en curso de tecnología. Es un material moderno, técnico y ecológico por ser en gran parte reciclable. Su principal uso se denota como contenedor en embalaje de productos ya que es un material fácil de trabajar, de bajo costo y amigable con el medio ambiente al ser de rápida biodegradación. (Bernot & Houssou, 2013)

El cartón es un material usado hasta la actualidad debido a que en su estructura posee una gran tecnología que permite albergar y conservar productos. Su costo es bajo debido a que proviene de fibras de papel y ecológico también por su propiedad biodegradable.

2.4.1. Historia

La historia del cartón está íntimamente ligada a su predecesor, el papel. Es difícil fechar la llegada precisa del papel o cartón y las distintas teorías sobre sus orígenes. Se podría afirmar que los primeros seres en usar este material fueron las avispas pues para construir sus panales masticaban fibras muertas de madera la cuál se seca para formar alvéolos de lo que conocemos ahora como fibras de cartón.

En el año 3000 antes de Cristo se evidenció los primeros usos del papiro con los egipcios, pese a que estas no estaban compuestas del mismo material del papel sino de una superposición de láminas de tallos de plantas.

En el siglo VI antes de Cristo la manufactura del papel, como lo conocemos hoy, se dio por primera vez en China mediante al utilización de una pasta de fibras de celulosa la cual posteriormente se tomó como soporte dentro de la escritura.

Así en el año de 1799, Louis-Nicola Robert inventó la primera máquina capaz de fabricar papel. Paralelamente a esto en el siglo XVII aparece un tipo de papel usado para la fabricación de naipes y pastas de cuadernos.

En 1856 los británicos Healey & Allen patentaron un tipo de cartón ondulado el cuál usaban con el propósito de reforzar los sombreros de copa.

La primera patente de este material utilizado para embalaje fue en Estados Unidos en el año de 1871. El papel ondulado protegía de mejor manera los objetos frágiles así como las botellas de vidrio. Poco tiempo después, otro americano llamado Oliver Long tuvo la idea de combinar este papel ondulado con una plancha de cartón rígido en su costado para aumentar la solidez del mismo. (Bernot & Houssou, 2013)

El cartón se deriva directamente del papel, material cuyo origen es aun incierto debido a que se usaba en varias culturas como la egipcia con el uso de papiros e incluso el reino animal en donde las avispas ya fabricaban éste tipo de material para construir sus panales. No fue sino hasta 1799 en donde el grosor del papel aumentaría para satisfacer nuevas necesidades y la aplicación del cartón partiría de aquí. Años más tarde se formaría la estructura del cartón corrugado mediante una lámina ondulada y dos planas de recubrimiento.

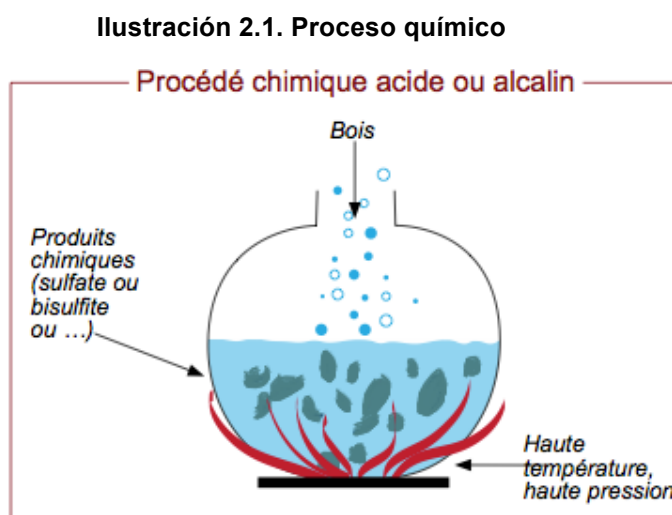
2.4.2. Procesos de manufactura

El cartón está fabricado a partir de fibras de celulosa, también llamada fibra virgen, este se puede obtener de fibra de celulosa recuperada y de igual manera de fibra de cartón reciclada, es decir se puede usar nuevamente el cartón para crear la fibra base que dará forma al nuevo material.

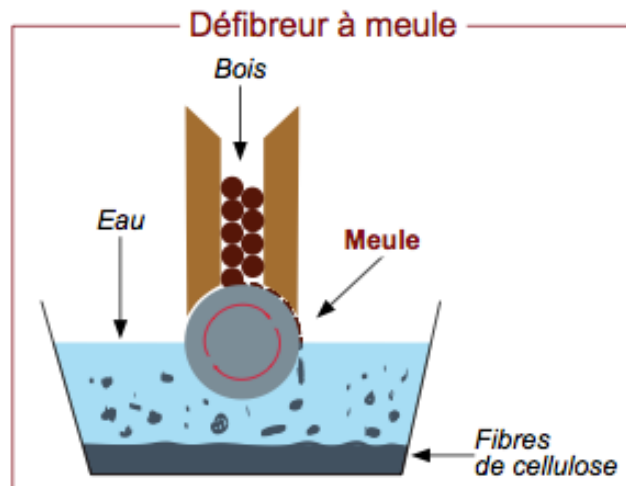
La fabricación de la pasta consiste en eliminar las fibras de celulosa de la lignina. Para esto existen dos métodos; el proceso químico y el mecánico.

El proceso químico de separación de la celulosa y la lignina consiste en la obtención de la pasta química por medio de la madera que es reducida a astillas mediante el uso de químicos como el sulfito o sulfato frente a altas temperaturas y presión elevada. El calor y el vapor ablandan la pasta y la celulosa y la lignina se separan.

El proceso mecánico, por otro lado, la materia prima es sometida a trituración por molinos en presencia de un gran volumen de agua . El resultado es producido en masa luego se procede a desfibrar pasando por varias refineras dando como resultado una pasta marrón que se somete a operaciones de tamizado , purificación y posteriormente blanqueo parcial. (Bernot & Houssou, 2013)



Fuente: Bernot & Houssou, 2013

Ilustración 2.2. Proceso mecánico

Fuente: (Bernot & Houssou, 2013)

En el proceso de manufactura del cartón se puede apreciar el origen de su propiedad biodegradable. Las fibras utilizadas para la fabricación de la pasta base del cartón son de procedencia vegetal e inclusive del mismo cartón reciclado. El resultante de la aglutinación de las fibras y demás elementos contiene celulosa, la celulosa necesita ser separada de la lignina para obtener la pasta que será trabajada. Este proceso puede darse mediante la adición de químicos para separar la celulosa o con la ayuda de máquinas que trituren la pasta y por medio de presión de agua cumpla con el mismo objetivo.

2.5. Cartón Corrugado

De origen natural , el cartón corrugado proviene de la fibra de celulosa existente en envases reciclados y fibra virgen. Se caracteriza por un coeficiente de ondulación en el cual la longitud requerida en metros de papel acanalado sirve para formar un metro lineal de cartón corrugado. (Bernot & Houssou, 2013)

El cartón corrugado está formado por fibras de celulosa por ésta razón es que una de sus propiedades más importantes es la biodegradación, algo que facilita que el material sea reciclable. Posee una lámina ondulada que se forma a partir de otra plana de dimensiones más largas.

2.5.1. Características

El cartón corrugado está constituido por una o más hojas de papel estriadas adheridas en una o más hojas de papel plano. Se compone de una cubierta que es la misma hoja plana exterior del cartón . Ésta está implicada en la resistencia mecánica y climática de la estructura del cartón.

La mediana es una hoja plana interna que divide a una lámina acanalada de otra en el caso que existan varias capas en la estructura.

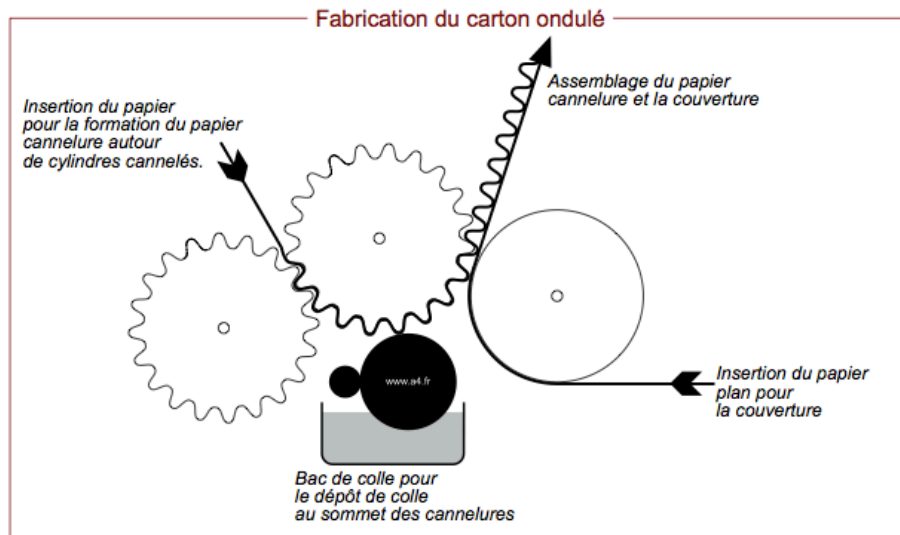
Finalmente tenemos a la hoja de surco la cual se forma a partir de una hoja plana posteriormente acanalada con mayor dimensión que la mediana y la cubierta para aumentar la resistencia de la estructura del cartón corrugado. (Bernot & Houssou, 2013)

La característica principal del cartón corrugado es la lámina ondulada que posee en su estructura interior, esto dota de resistencia y flexibilidad al material. Dos láminas planas la recubren para formar la estructura final y dependiendo del tipo de cartón pueden tener varias capas adicionales.

2.5.2. Fabricación

El cartón corrugado está fabricado con la ayuda de una máquina que permite dar forma ondulada a la cara del medio del cartón, sellando las caras externas contra el mismo para obtener una estructura final. (Bernot & Houssou, 2013)

Ilustración 2.3. Fabricación del cartón



Fuente: (Bernot & Houssou, 2013)

El cartón corrugado se forma y ensambla en el mismo proceso, en donde una prensa con rodillos da la forma ondulada a una de las láminas de cartón mientras al otro extremo otras dos láminas totalmente planas la recubren.

2.6. Mobiliario de cartón

Debido a la importancia de la conservación ambiental, proponer al cartón como material para la fabricación de muebles ha ido creciendo hoy en día. Ocultos y confinados a cumplir con la función básica de embalaje, el cartón posee una estructura interna ideal para resistir cargas extremas. Hoy en día, el cartón se muestra como un material completo. Así nació una nueva

profesión, el cartonista: aquel que mediante el uso de cartón puede crear muebles, objetos habituales y decorativos, etc.

De hecho, se puede fantasear mucho con el cartón en su elaboración. Hasta hace poco, sólo los diseñadores y artistas podían proponer mobiliario de cartón. Hoy en día, también hay muebles de cartón industrial. Para todo lo que es mobiliario descartable, stands, exposiciones, etc., el cartón es un material muy práctico por su costo, peso, facilidad de moldeo y la facilidad de reciclaje. En lo particular, los muebles de cartón corresponde a un movimiento reciente relacionado con el desarrollo sostenible y llega a la expansión del mercado del ocio creativo. (Bernot & Houssou, 2013)

La preocupación por el medio ambiente a impulsado no sólo a ecologistas sino también diseñadores y artistas a utilizar el cartón corrugado como materia prima para la elaboración de mobiliario. Su estructura es bastante resistente y debido a que su costo de fabricación es bajo, el mobiliario resultante sería bastante económico en relación a muchos otros que posean materiales que verdaderamente afecten al medio ambiente. El mobiliario de cartón es una alternativa innovadora, ecológica y novedosa ya que se le da un nuevo uso a un tipo de material que siempre estuvo inmerso en la industria pero nunca se lo consideró para ser utilizado en mobiliario como tal.

El cartón puede ser reciclado de quince a diecisiete veces de manera circular, es decir, después de un primer uso se le puede dar otro y así sucesivamente ya que viene de una fuente natural.

Adicionalmente, el papel reciclado y reusado consta ya con una tecnología bastante madura, sin embargo los muebles antiguos de otros materiales, aunque sean reciclables, necesitan de un consumo de energía bastante elevado lo cual no contribuye en la preservación del ecosistema.

El mobiliario de cartón corrugado es mucho más liviano, conveniente al transportar, no necesita un empaque adicional para ser transportado, es decir es la mejor opción de mobiliario simple y conveniente. (Du, 2012).

El cartón corrugado como material para mobiliario es la mejor opción en cuanto a tecnología, resistencia, y protección del medio ambiente. Muchas ventajas posee el cartón en su aplicación como material para construcción de mobiliario y una de estas es que es ligero, esto quiere decir que abarataría costos en cuanto a transportación ya que, al ser un material de uso para el embalaje, no necesitaría otro material que lo recubra realmente.

2.7. Eventos masivos

Cada país tiene sus propios requisitos para considerar un evento como masivo y sus respectivas normas para que se pueda llevar a cabo.

En ciertos países se consideran eventos masivos a aquellos que tienen una fluencia de más de 3000 personas. (Laborde, 2013)

Para que un evento sea considerado como masivo se debe tomar en cuenta a las especificaciones y requerimientos de cada sector. Muchos países consideran a un evento masivo como tal cuando existe un numero igual o mayor a tres mil personas.

2.7.1. Características

Un evento se caracteriza por ser masivo cuando:

Se realiza en lugares que no están destinados de manera permanente para el uso que se quiere dar, como aquellos que no son locales permanentes de esparcimiento.

Requiere adoptar medidas especiales de seguridad de los participantes, asistentes y bienes. (Laborde, 2013)

Un evento masivo se caracteriza principalmente por dos aspectos. El primero se trata de su organización y se da cuando el evento se realiza en lugares que no fueron designados en un principio a servir como centros de concentración para éste tipo de actividades. La segunda es cuando se han propuesto medidas de seguridad y logística necesaria para que el evento se lleve a cabo.

2.7.2. Requerimientos de un evento masivo

Información online: Cuando internet es la manera más rápida y accesible para informarse, un requisito es que el evento tenga un sitio web con toda la información útil: Coordenadas, formas de traslado, horario de ingreso, si habrá estacionamiento para bicicletas y un mapa gráfico que se pueda imprimir. Ojalá además especifique si habrán puestos de comida y bebida.

Ubicación: Depende de a qué público está dirigido, pero teniendo en cuenta que son más de 3.000 personas, se espera que uno pueda llegar en transporte público, que haya estacionamiento de autos y bicicletas y que no colapse vialmente.

Espacio: Un lugar donde la totalidad de los asistentes se encuentren cómodos. Siempre es mejor que sobre espacio a que falte. Si el evento es en un lugar cerrado y hay una sobreventa de entradas, la gente termina poniéndose en las escaleras o obstaculizando las salidas, lo que genera un problema de seguridad para todos y una impotencia para los que pagaron lo mismo que el resto, pero no reciben el mismo servicio. Si el evento es al aire libre, no se espera que haya sillas para todos, pero ojalá ofrezcan algo para echarse en el pasto, sobre todo para los eventos largos. (Laborde, 2013)

Un evento masivo requiere de ciertos aspectos importantes tal y como información online, de igual manera con otros medios de publicidad. Esto permite que haya información adecuada hacia el público y que el evento conste con la cantidad de personas que espera. Los medios digitales son precisos en el momento de esparcir la información ya que brindan datos precisos sobre el lugar, la participación y aspectos de interés para los posibles asistentes.

La ubicación del evento también debe ser estratégica, debido a que una gran cantidad de personas están destinadas a ir, se debe considerar mucho los aspectos de transporte, ya sea público, y que éste llegue lo más cerca del destino o que posea amplios parqueaderos para aquellas personas que usan el vehículo particular como medio de transporte.

El espacio es sumamente importante, a éste tipo de eventos se pretende albergar a un gran número de asistentes, por lo tanto el lugar debe ser amplio y constar con el equipamiento adecuado para que exista comodidad en el público y todos aquellos que sean partícipes en ésta actividad.

2.8. Equipamiento y mobiliario

2.8.1. Equipamiento para eventos masivos

Los contenedores de basura en lugares estratégicos incentivan a una actitud más consciente con el medio ambiente. Mucho mejor si están separados en vidrios, plásticos y cartón.

Los sistemas de ventilación son importantes en lugares cerrados donde se espera que haya un sistema que permita que el aire circule y no se vicié en el recinto.

Según la duración del evento, los alimentos y bebestibles deben ser proporcionalmente más relevantes y variados. En un festival donde fácilmente una persona puede estar ocho horas, tiene que haber una oferta gastronómica más allá de comida rápida para los asistentes. (Laborde, 2013)

El equipamiento para eventos masivos es bastante extenso y va desde contenedores de basura hasta plazas de comida. Los contenedores de basura son muy necesarios, debido a que colaboran con la conciencia colectiva, al orden y la limpieza para que el ambiente sea mucho más llevadero.

Dependiendo de la situación climática y la disposición del lugar, los equipos de ventilación también son necesarios en éste tipo de eventos, mantienen el lugar fresco y ayudan a que los asistentes permanezcan cómodos durante toda la duración del evento.

Como se había indicado, los espacios de comida también son necesarios, dependiendo de la duración del evento, estos pueden limitarse a simples bocadillos o abarcar comidas completas.

2.8.2. Mobiliario para eventos masivos

Las vallas de seguridad deben permitir que las salidas de emergencia sean claras y se identifiquen antes de iniciar el evento. Contar con guardias de seguridad abundantes y bien capacitados para resguardar la protección de los asistentes.

En muchas ocasiones un tumulto de gente puede provocar estragos: desmayos, mareos crisis de angustia, etc. y para eso se necesita contar con un sitio de primeros auxilios, ojalá fácil de identificar. También pueden ocurrir situaciones más riesgosas, por lo que son indispensables ambulancias a disposición.

La señalética es importante para los asistentes ya que permite ubicar baños, comida, primeros auxilios, salidas y salidas de emergencia con mayor

facilidad. Si la distribución está bien pensada, la espera siempre va a ser menor, al igual que las quejas.

Los baños son un tema fundamental en todo tipo de eventos, pero cobran mayor importancia si este es masivo. Una oferta amplia y no a mucha distancia entre cada uno de ellos, es lo mínimo cuando se sabe que es una demanda básica de los asistentes. (Laborde, 2013)

El mobiliario requerido en eventos masivos consta de vallas, las cuales protegen a los asistentes y delimitan espacios para mejorar la seguridad y experiencia de todos sus participantes. Adicionalmente es requerido un lugar específico de atención de primeros auxilios, debido a la aglomeración de gente, muchas personas podrían sufrir accidentes percances durante la organización o en el transcurso del evento.

La señalética empleada en todo evento masivo es de suma importancia ya que indica los lugares específicos de cada bloque y sitios de relevancia como salidas de emergencia, entradas, accesos, baños, entre otros.

2.9. Estructura

“La estructura está formada por planos, por soportes aislados o una combinación de ambos que el diseñador puede utilizar intencionalmente para reforzar o materializar ideas. En éste contexto,

los pilares, los muros y las vigas pueden en fundamentación de conceptos como frecuencia, trazado, simplicidad, regularidad, aleatoriedad y complejidad". (Charleson, 2006)

Como tal, la estructura puede utilizarse para definir el espacio, crear unidades, articular la circulación, sugerir el movimiento o desarrollar la composición y las modulaciones.

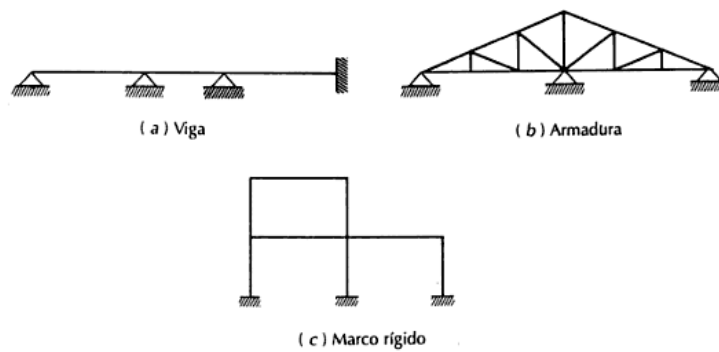
La estructura es un diseño compuesto por distintos elementos como planos, soportes o incluso ambos con el fin de definir un espacio y crear una unidad o módulo que tiene la finalidad de, en conjunto, reforzar una idea.

2.9.1. Clases de estructuras

" En la práctica de la ingeniería se pueden encontrar muchos tipos de estructuras. Por ejemplo existen puentes de distinto tipo apoyados sobre vigas longitudinales, apoyados sobre una retícula de vigas, colgantes, atirantados, con armaduras, etc. Existen bóvedas de diversas características, cilíndricas, con anillo central de compresión, con tirantes. Cascarones cilíndricos o en forma de paraboloides. Arcos de distintas formas. Vigas de un claro o continuas. Marcos rígidos. Muros con cargas normales a su plano, como los de contención, o muros con cargas en su plano, como los utilizados en edificios altos.

Estructuras a base de cables. A veces se combinan dos o más de éstos tipos, como en edificios altos con marcos rígidos y muros.”
 (González, 2002)

Ilustración 2.4. Clases de estructuras



Fuente: (González, 2002)

Existen varias clases de estructuras, entre las más relevantes para el desarrollo de la investigación tenemos: puentes apoyados sobre vigas longitudinales, apoyados sobre una retícula de vigas, colgantes, atirantados, con armaduras. También se existen cascarones cilíndricos o en forma de paraboloides, arcos de distintas formas vigas de un claro o continuas, marcos rígidos y estructuras a base de cables.

2.9.2. Análisis estructural

“Algunas de las cargas que actúan sobre las estructuras tienen un valor que no cambia con el tiempo. El peso propio de los miembros estructurales o el peso de los muros o el peso de los muros divisorios en un edificio de oficinas son ejemplos de éste tipo de cargas. Otras cargas, como las cargas vivas, aunque cambian con el tiempo, lo hacen durante períodos largos, y pueden considerarse como constantes, con un valor parecido al máximo que alcancen con fines de análisis. Cuando el análisis estructural se efectúa con cargas permanentes, como las anteriores, se denomina análisis estático.”

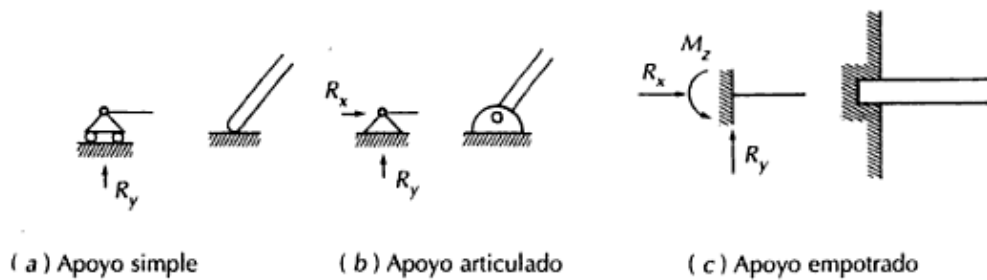
(González, 2002)

El análisis estático se refiere a aquellas cargas que actúan sobre una estructura en donde no cambia con el tiempo o ,como en el caso de las cargas vivas, cambian pero en largos períodos de tiempo, es decir, la normal aplicada a la estructura se mantiene constante.

2.9.3. Cargas isostáticas

“Las estructuras se dividen, desde el punto de vista de los métodos de análisis, en isostáticas o estáticamente determinadas y en hiperestáticas o estáticamente indeterminadas. Las primeras son aquellas que pueden resolverse utilizando únicamente las ecuaciones de equilibrio de la estática. Es decir, que pueden encontrarse las fuerzas cortantes, momentos flexionantes, fuerzas normales y momentos torsionantes, a partir de condiciones de equilibrio solamente.” (González, 2002)

Ilustración 2.5. Clases de apoyos



Fuente: (González, 2002)

Las cargas isostáticas son aquellas que se resuelven mediante las ecuaciones de equilibrio estático y su análisis determina las el valor de las fuerzas cortantes, momentos flexionantes, fuerzas normales y momentos torsionantes partiendo de condiciones de equilibrio. Los apoyos incluidos en

el análisis de cargas estáticas como el simple, articulado y empotrado determinarán la disposición estructural y el tipo de acoplamiento del prototipo de investigación.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Entrevistas

3.1.2 Entrevista al cuerpo de bomberos

Empresa: Cuerpo de Bomberos

Nombre del entrevistado: Mayor Mauricio Bedón

Cargo en la empresa: Jefe del área de prevención de riesgos

Fecha: 17 de abril del 2015

- Se considera evento masivo a la concurrencia de una gran fluencia de gente a un determinado lugar

- En la ciudad de Ambato se considera evento masivo a aquellos eventos que se dan en lugares donde se sobrepasa el aforo normal de asistentes.

- Los requerimientos de seguridad en éste tipo de eventos parten de sistemas hidráulicos contra incendios, sistemas de prevención de incendios, sistemas de iluminación, sistemas de señalización, áreas de evacuación.
- En la organización de eventos masivos intervienen empresas públicas y privadas
- La municipalidad de Ambato mediante el comité permanente de la Fiesta de las Frutas y de las Flores es la institución pública que hace más uso de permisos en cuanto a eventos masivos para la ciudad.
- Las instituciones privadas que organizan eventos masivos son personas naturales en su mayoría.

3.1.2 Entrevista al comité permanente

Empresa: Comité permanente

Nombre del entrevistado: Tamara González

Cargo en la empresa: Secretaria general

Fecha: 17 de abril del 2015

- Existen 55 eventos masivos programados cada año para el desarrollo de la Fiesta de la Fruta y de las Flores.
- El mobiliario utilizado en dichos eventos se limita al vallado y escenarios, según sea el caso.
- Existe un promedio de 15 empresas que contratan el paquete de publicidad para el período de fiestas. Entre ellas se menciona a Ciauto, Corporación la Favorita, Sánduches Express, Charlestong, Mary Carmen, entre otros.
- La organización de estos eventos masivos no incluyen sillas o alguna otra estructura de asiento debido a que, las existentes en el mercado y menos costosas como las de plástico, ocupan mucho espacio y los lugares en donde se efectúan los eventos son reducidos en relación al número de asistentes.

3.1.3 Entrevista a la empresa “Charlestong”

Empresa: Charlestong

Nombre del entrevistado: Verónica Santana

Cargo en la empresa: Secretaria

Fecha: 27 de abril del 2015

- El desfile de la Fiesta de la Fruta y de las Flores es el evento masivo más concurrido.
- Es necesario una estructura de asiento para los asistentes a estos eventos debido a que muchos son niños o adultos mayores que deben permanecer de pie durante períodos largos.
- De tratarse de una silla plegable se cree que tendría una buena aceptación debido a que satisface una necesidad primaria en el evento y por ser cartón el precio sería bastante más económico que el de una silla normal.
- Si invertiría en publicidad mediante la propuesta de silla plegable de cartón corrugado debido a que es una idea impactante y eso llama la atención al consumidor.

3.1.4 Entrevista a la empresa “Mary Carmen”

Empresa: Mary Carmen

Nombre del entrevistado: Eliza Quiroga

Cargo en la empresa: Marketing

Fecha: 27 de abril del 2015

- Existe más concurrencia de personas en desfiles y conciertos organizados por el comité permanente.
- Se ha experimentado malestar y cansancio por los tiempo de espera aún más que en la duración de los eventos masivos.
- Haría uso de una estructura de asiento plegable siempre y cuando ésta llegara a ser reutilizable.
- Aceptaría invertir en publicidad por medio de sillas plegables de cartón siempre y cuando la marca de la empresa sea visible y la propuesta sea atractiva para el usuario.

- Estaría dispuesta a pagar por la propuesta en eventos masivos y así mejoraría su comodidad dentro de los mismos.

3.1.5 Entrevista a la empresa “Sánduches Express”

Empresa: Sánduches express

Nombre del entrevistado: Alejandro Ortiz

Cargo en la empresa: Co-propietario

Fecha: 27 de abril del 2015

- Ha asistido a eventos masivos en la Fiesta de la Fruta y de las Flores, ha observado más aglomeración de gentes en los desfiles y conciertos al aire libre.
- Está de acuerdo en que necesita una estructura de asiento principalmente para tiempos de espera previo el inicio del evento.
- Piensa que una silla de cartón plegable solucionaría su problema de incomodidad y tendría una buena aceptación con los asistentes.

- De ser un producto que muestre la marca de la empresa y sea visualmente atractivo, estaría dispuesto a invertir como auspiciante para publicitar su marca mediante la propuesta de mueble.

3.2 Conclusión

Las entrevistas se han realizado en orden jerárquica de relevancia. Como primer punto en el cuerpo de bomberos se determinó que el público objetivo debe estar enfocado a quienes realizan la mayor cantidad de eventos masivos en la ciudad, en éste caso, el comité permanente de la Fiesta de la Fruta y de las Flores. Adicionalmente, otro dato relevante fue que el mobiliario necesita una resina ignífuga especial para que no se combustione con facilidad y a la vez tenga resistencia a inclemencias climáticas como lluvias, humedad, fuertes vientos, etc.

En la entrevista realizada al comité permanente se redireccionó al público objetivo mediante la información acerca de paquetes publicitarios que ofrece el mismo comité a sus auspiciantes. Es decir, el mobiliario debería ser ofertado a estos auspiciantes debido a que son los únicos autorizados a promocionar su marca durante el período de la programación por la Fiesta de la Fruta y de las Flores. Otro dato relevante fue que el mobiliario del cual carecen estos eventos son sillas específicamente por motivos varios como la falta de espacio, el alto costo y el peligro que representa al poder ser usado

como un objeto para agredir a otros asistentes. Debido a la falta de espacio, se determina que las sillas deben ser plegables para que su uso aplicado sea mucho más funcional.

En las entrevistas realizadas a ciertos auspiciantes del último programa del comité permanente para la Fiesta de la Fruta y de las Flores, se concluye que todos los entrevistados, con cargos de relevancia respecto a marketing y gerencia administrativa de cada empresa, estarían dispuestos a invertir en la propuesta de mobiliario mientras cumpla con ser visualmente atractivo, que realce su marca mediante publicidad, que posea resistencia estructural y pueda ser reutilizado nuevamente.

CAPÍTULO IV

Propuesta

4.1. Observación

4.1.1 Antecedentes

Dentro de la investigación realizada, según los datos captados, se determina que es necesaria la construcción de una estructura de asiento plegable que sea capaz de resistir, como mínimo, el peso promedio de una persona adulta. La estructura deberá poseer características de resistencia máxima, para esto se emplearán las bases investigadas en el capítulo dos acerca de clases de estructuras en donde hace referencia a armaduras que pueden ser construidas con vigas, cables o planos. En éste caso se empleará el desarrollo de la armadura con la ayuda de planos debido a que el material a usarse en el prototipo final se trata de cartón corrugado el cual puede ser manejado con mayor versatilidad mediante la disposición de sus caras. En el capítulo dos también se trata de las características del cartón corrugado, su forma particular ya le proporcionan cierta resistencia por sus canales ondulados en la lámina interna de la estructura. Se debe aprovechar ésta

ventaja del material para elevar la resistencia en el planteamiento de la estructura.

En el marco teórico también se trata del tema de apoyos a nivel estructural, estos deben ir relacionados íntimamente con la forma para que la estructura tenga la resistencia óptima y cumpla con su función primaria sin alterar ninguna de sus características.

Otra característica necesaria para la estructura de asiento es que sea plegable, es decir, que cambie de forma para que pueda ser armada o desarmada con facilidad por el usuario. De igual manera, al determinar que la estructura será utilizada en espacios abiertos, se debe considerar el tratamiento que se le dará al objeto final para que pueda resistir factores externos como fuego, lluvia, humedad y calor.

4.1.2 Problema

Se debe crear una estructura de asiento que sea plegable, a la vez, visualmente atractiva, en la que pueda incluirse publicidad, que sea lo suficientemente resistente como para soportar una persona adulta de peso promedio y ser reutilizada nuevamente. Además deberá poseer características externas del material como ser impermeable e ignífuga.

4.2. Inducción

4.2.1 Interrogante

¿Se puede crear una estructura completamente hecha de cartón corrugado que sea plegable y a la vez tan resistente que pueda soportar como mínimo el peso promedio de una persona adulta?

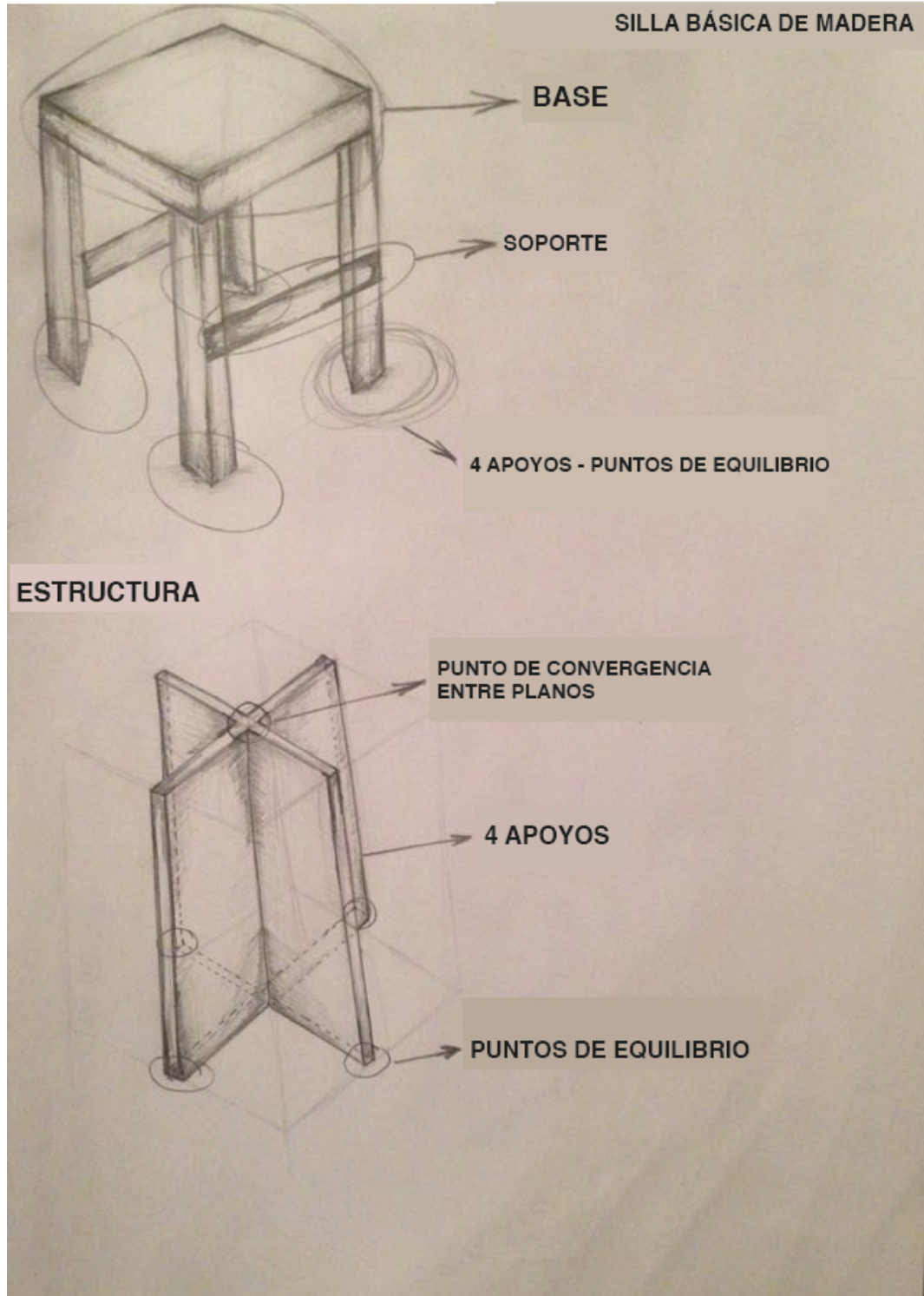
4.3. Hipótesis

La forma interna del cartón corrugado brindará mayor resistencia a la estructura de asiento y ésta, a pesar de ser plegable, soportará como mínimo el peso promedio de una persona adulta.

4.4. Experimentación

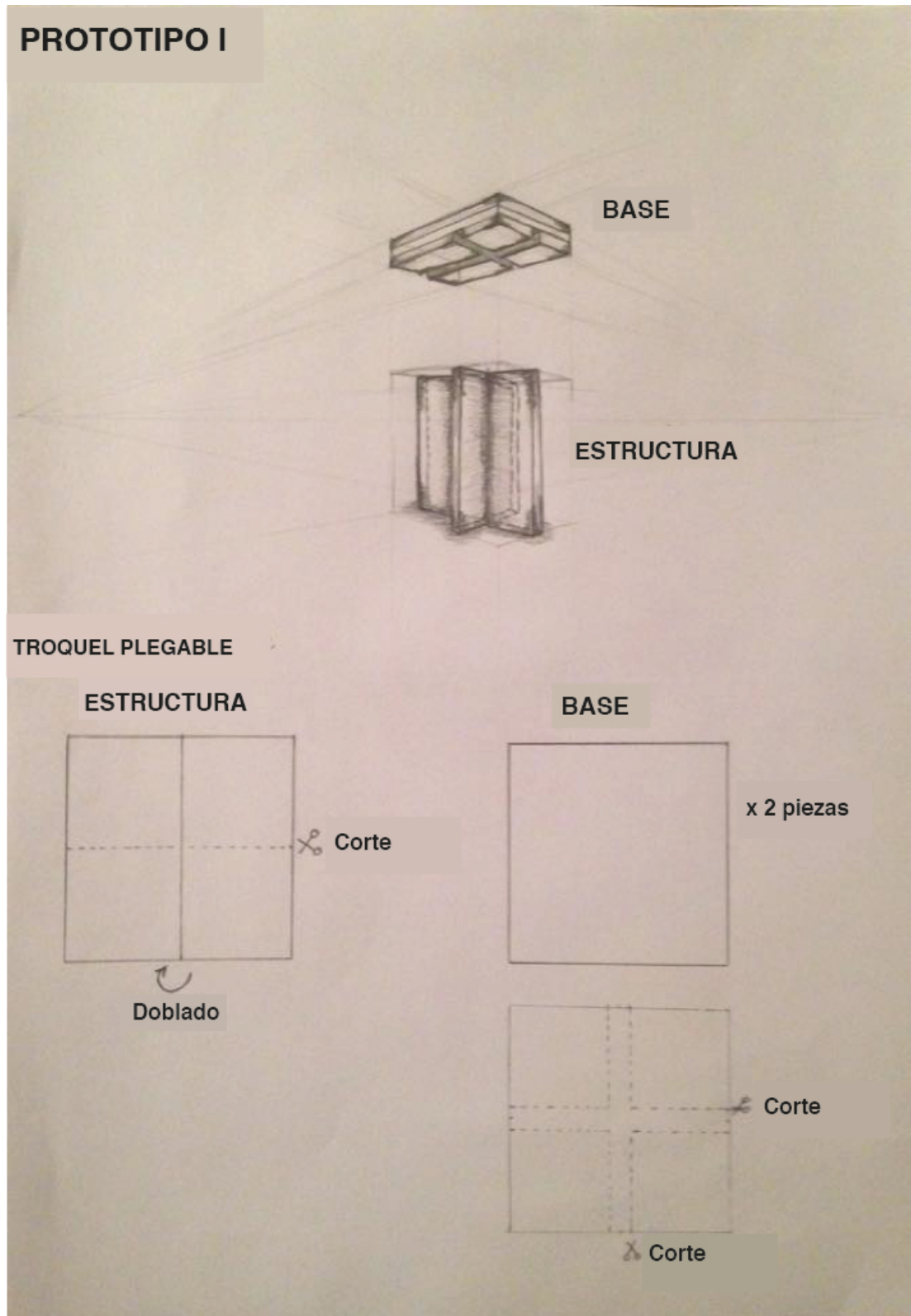
4.4.1 Bocetaje

Ilustración 4.1. Elementos de apoyo de una estructura de soporte



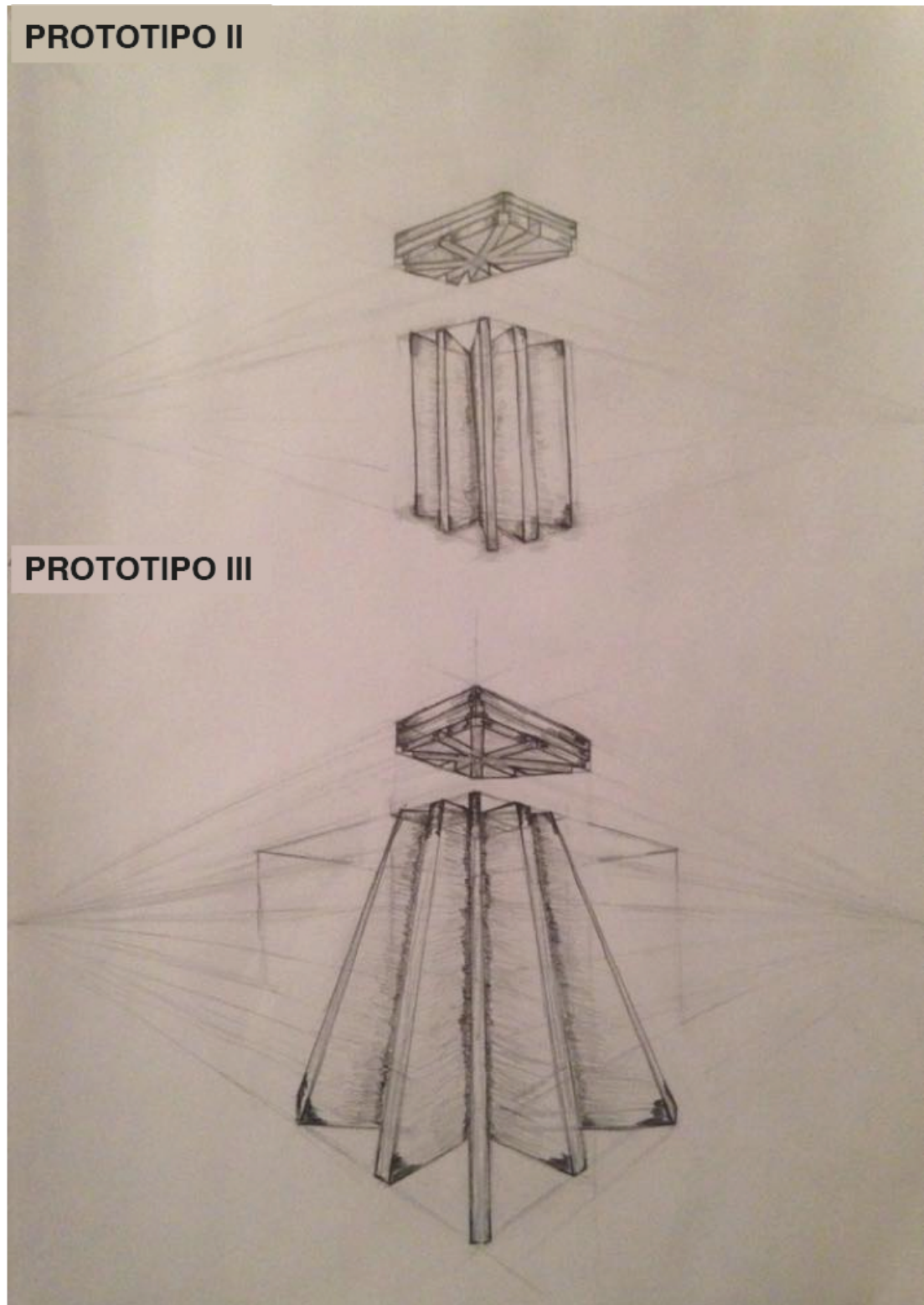
Fuente: Autor

Ilustración 4.2. Boceto del prototipo 1



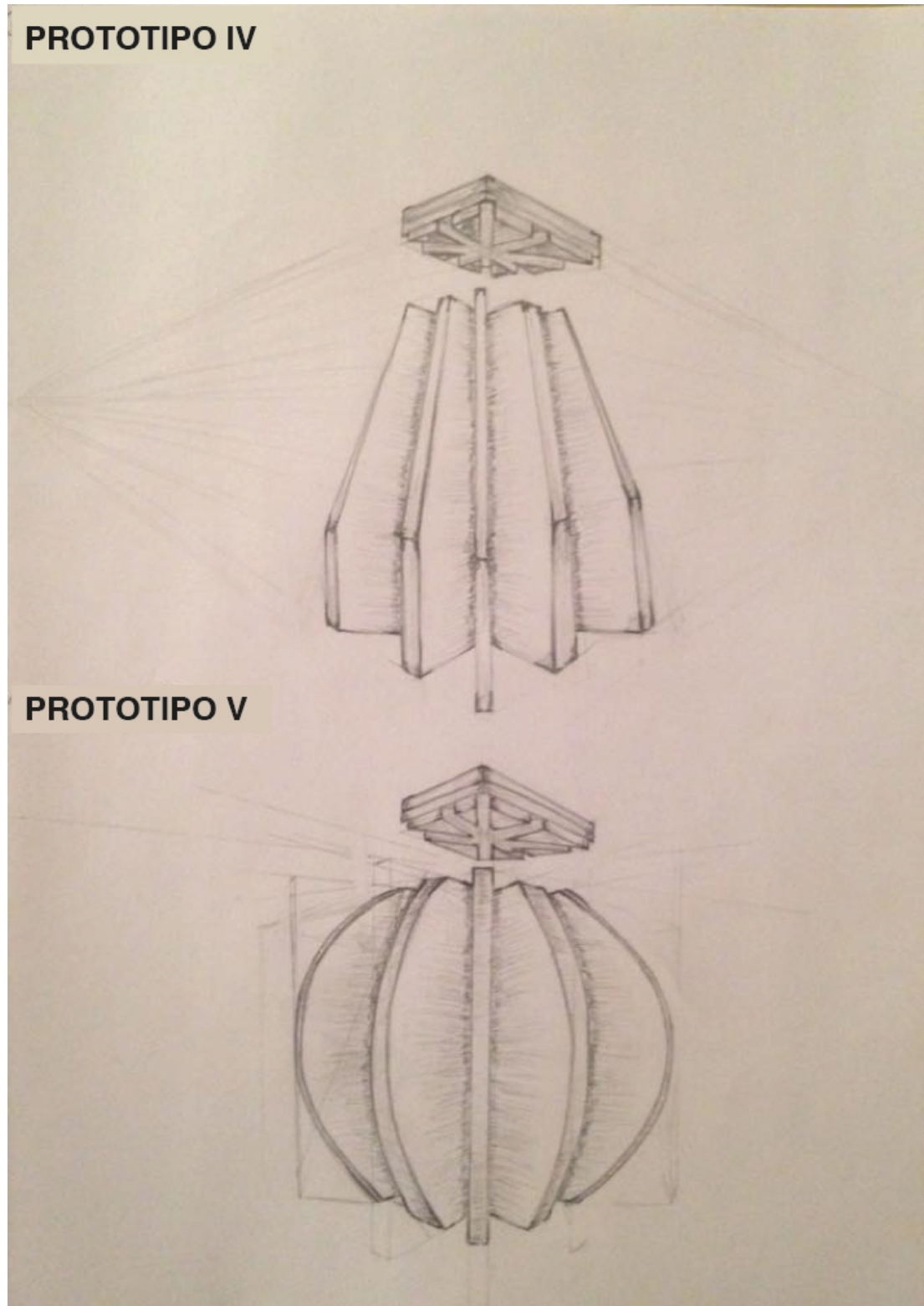
Fuente: Autor

Ilustración 4.3. Bocetos de los prototipos 2 y 3



Fuente: Autor

Ilustración 4.4. Bocetos de los prototipos 4 y 5



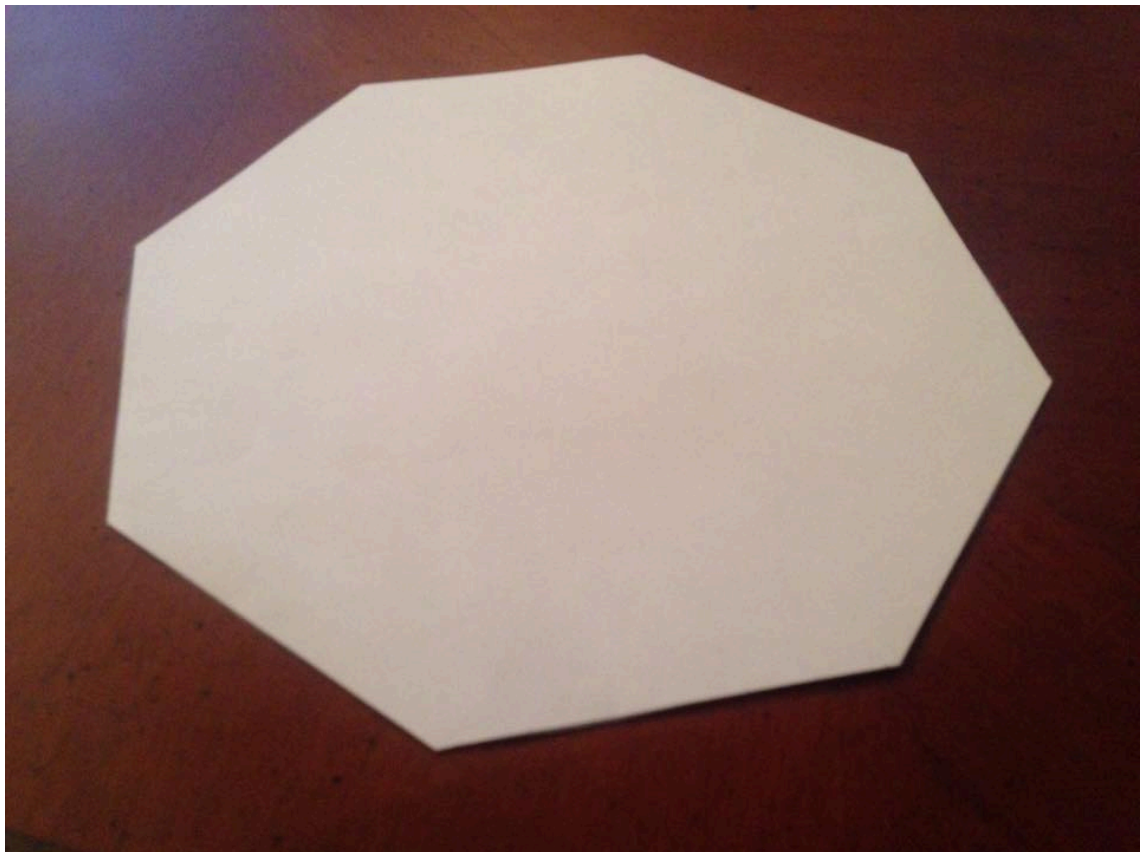
Fuente: Autor

4.4.2 Troquelado

4.4.3 Elaboración de prototipos

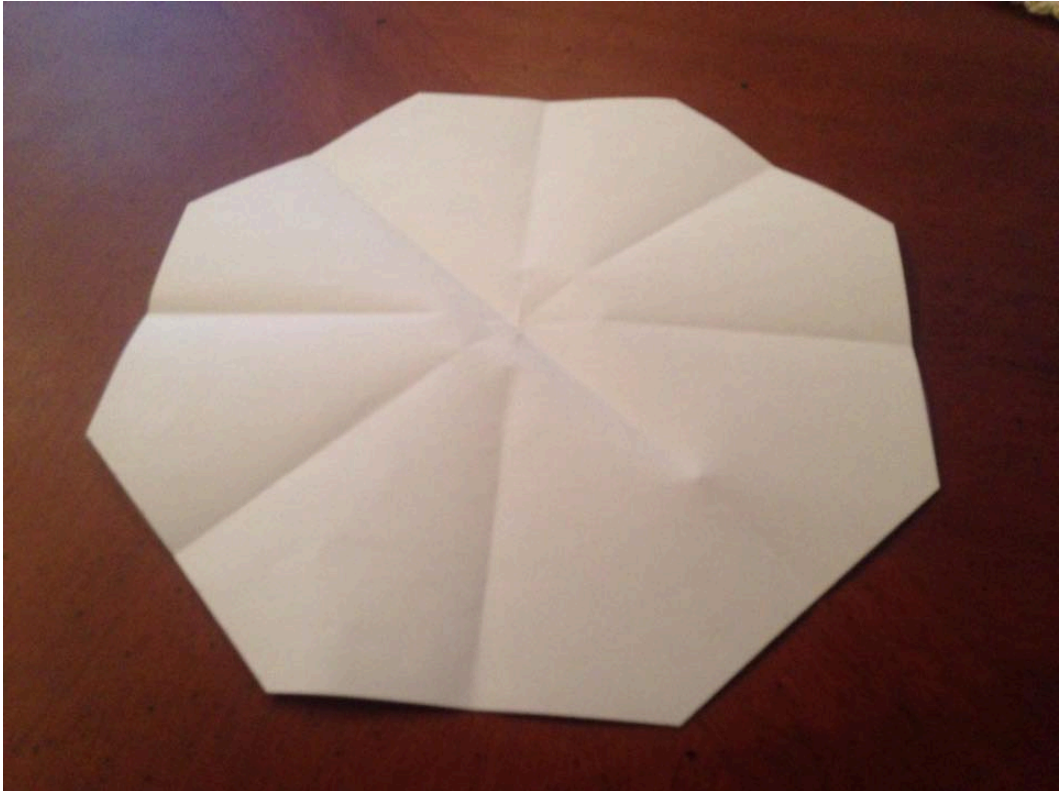
Prueba I

Ilustración 4.5. Base estructura el papel



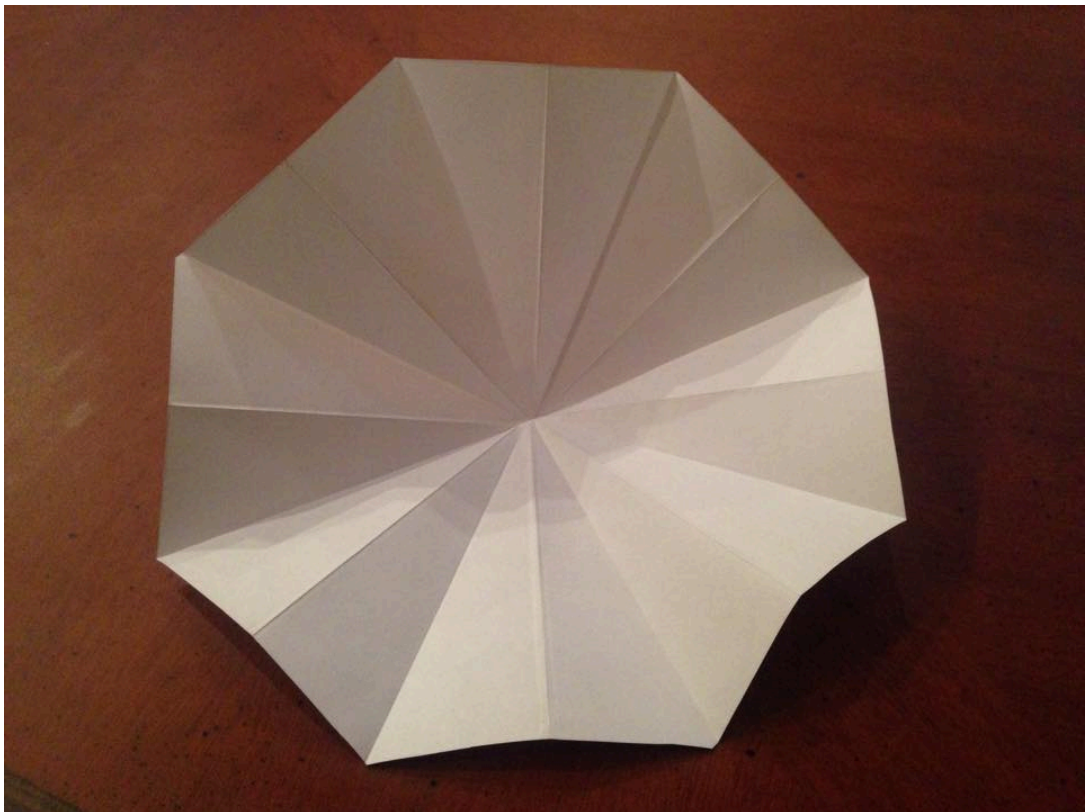
Fuente: Autor

Ilustración 4.6. Delimitación de apoyos en papel



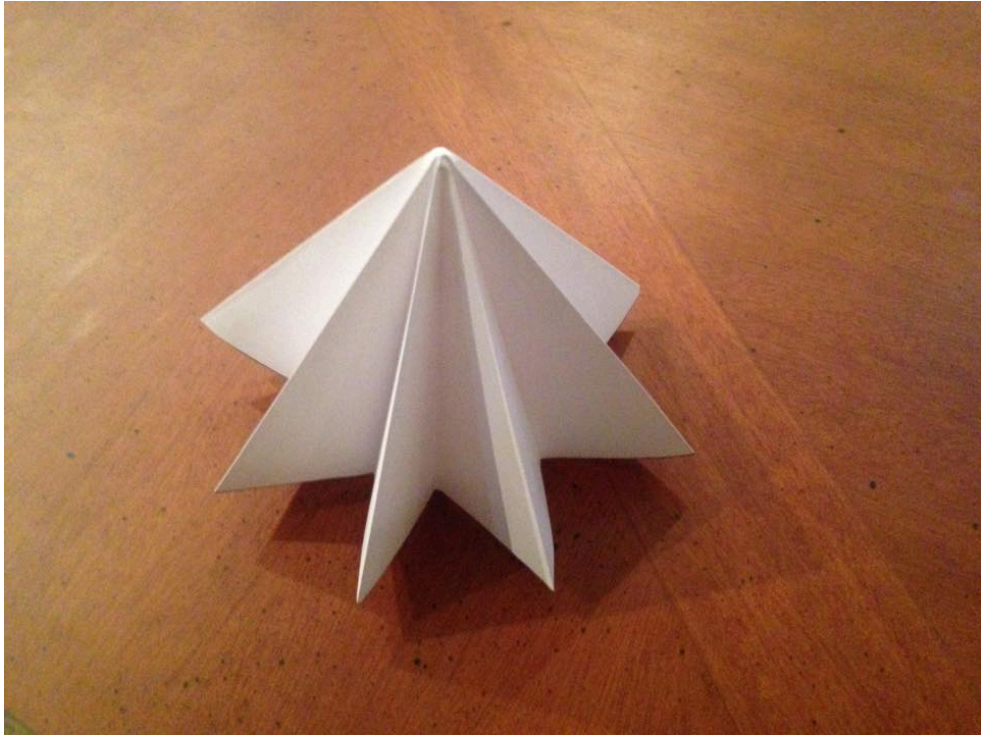
Fuente: Autor

Ilustración 4.7. Doblado de la base en papel



Fuente: Autor

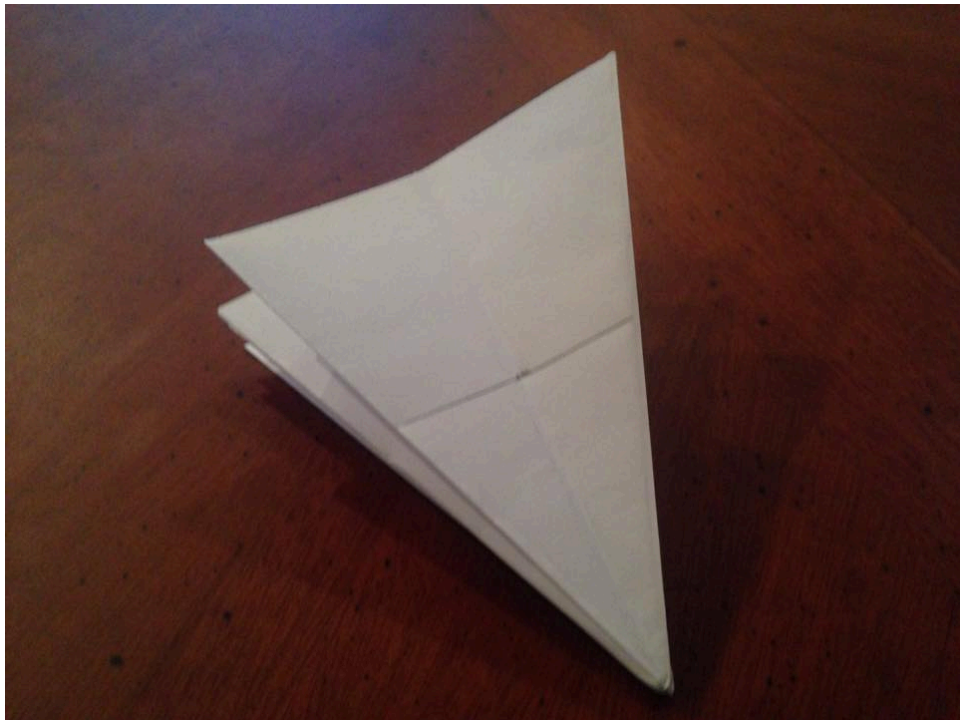
Ilustración 4.8. Armado de prueba de estructura base



Fuente: Autor

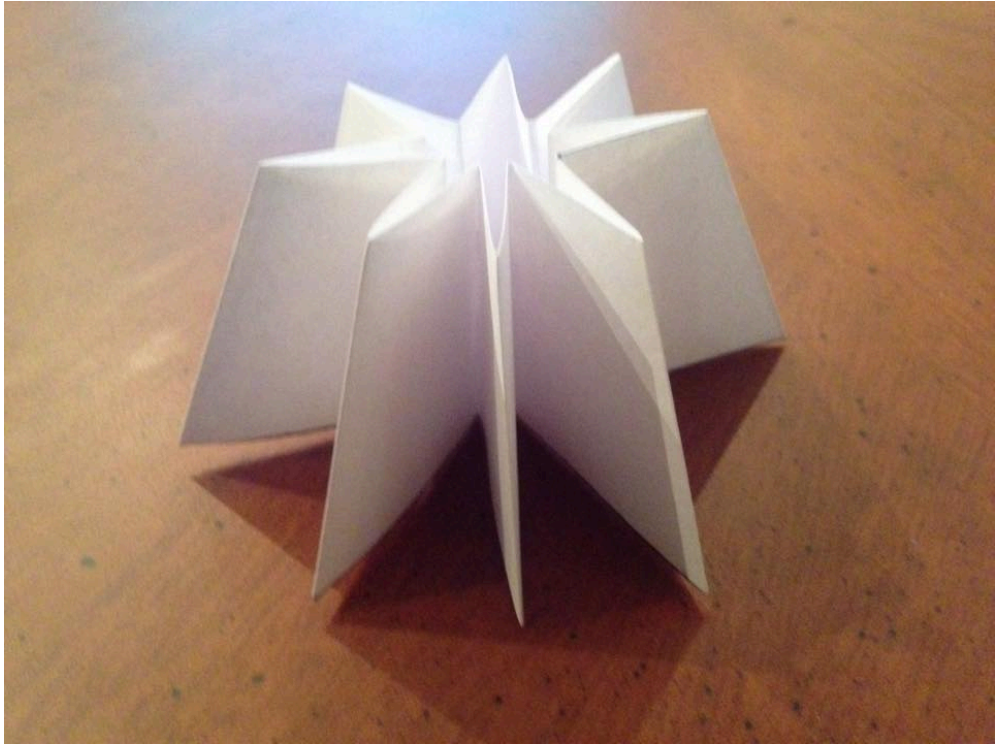
Prueba II

Ilustración 4.9. Delimitación de la forma



Fuente: Autor

Ilustración 4.10. Armado de la estructura en papel



Fuente: Autor

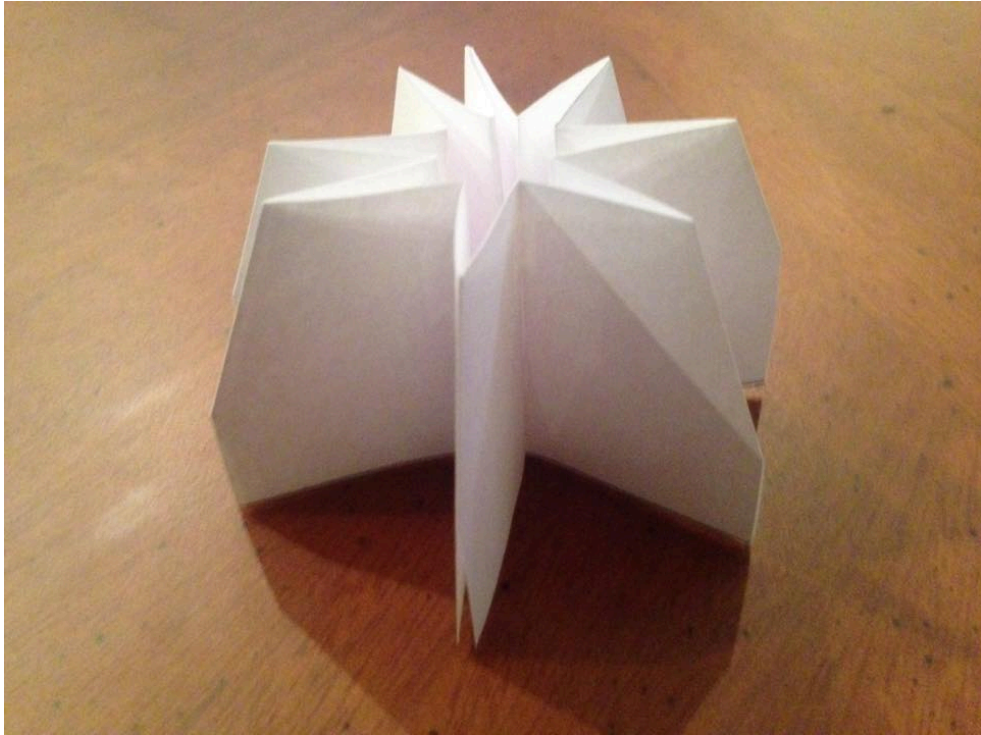
Prueba III

Ilustración 4.11. Mejoras en la estructura



Fuente: Autor

Ilustración 4.12. Armado de la estructura



Fuente: Autor

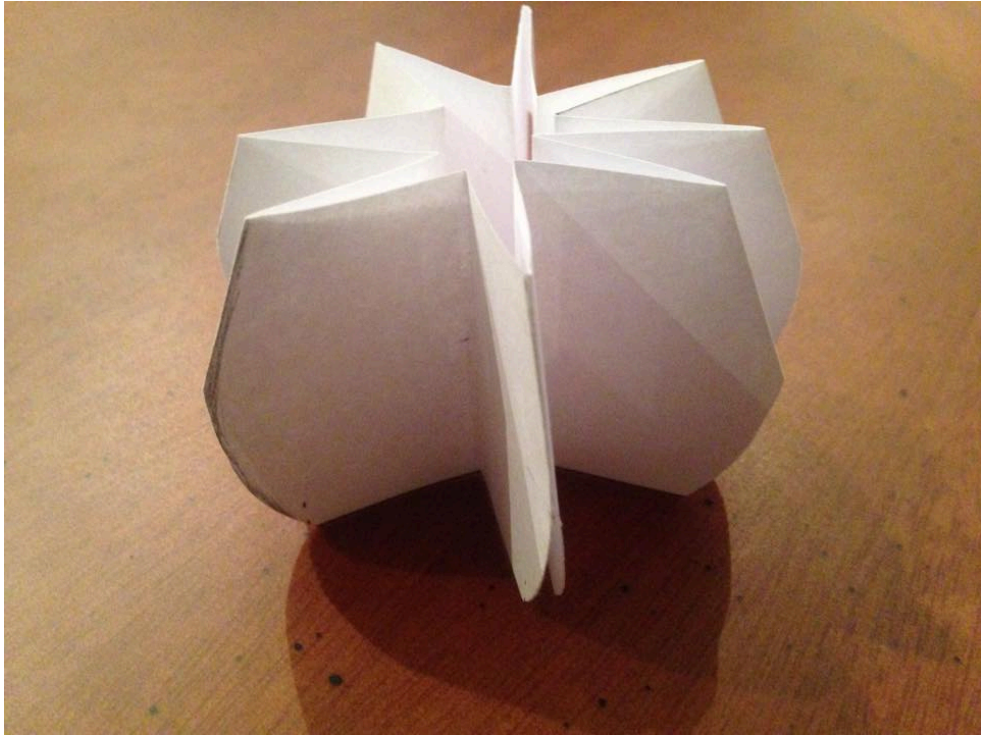
Prueba IV

Ilustración 4.13. Variación en la estructura



Fuente: Autor

Ilustración 4.14. Armado de la estructura



Fuente: Autor

4.4.4 Digitalización

Prototipo 1: Estructura piramidal

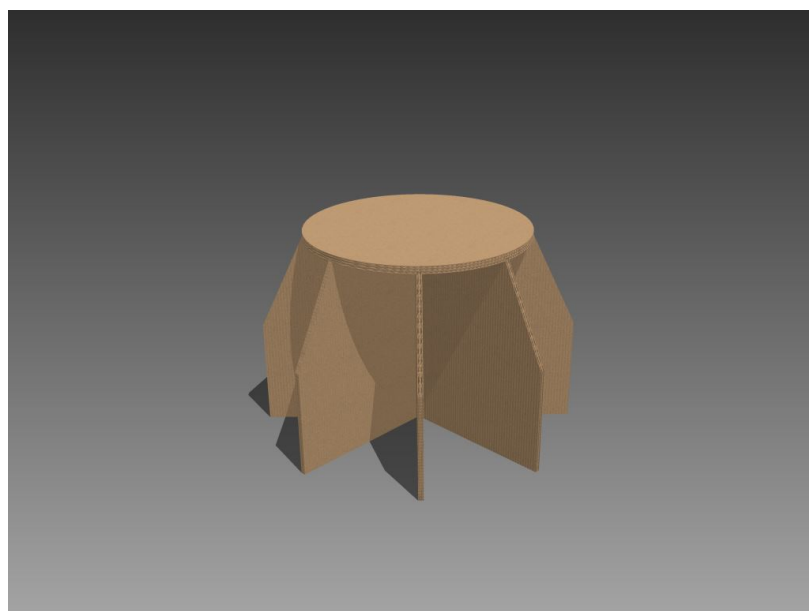
Ilustración 4.15. Modelo digital del prototipo I



Fuente: Autor

Prototipo 2: Estructura truncada

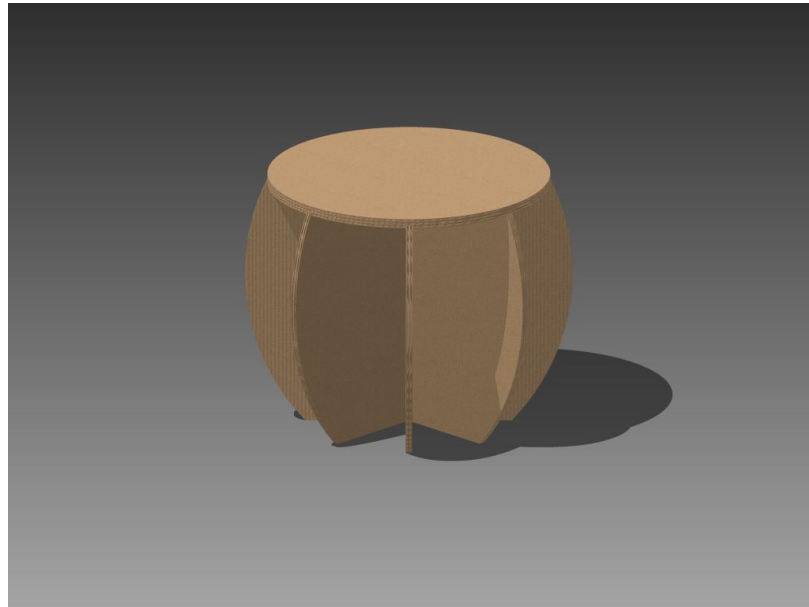
Ilustración 4.16. Modelo digital del prototipo II



Fuente: Autor

Prototipo 3: Estructura ovoidal

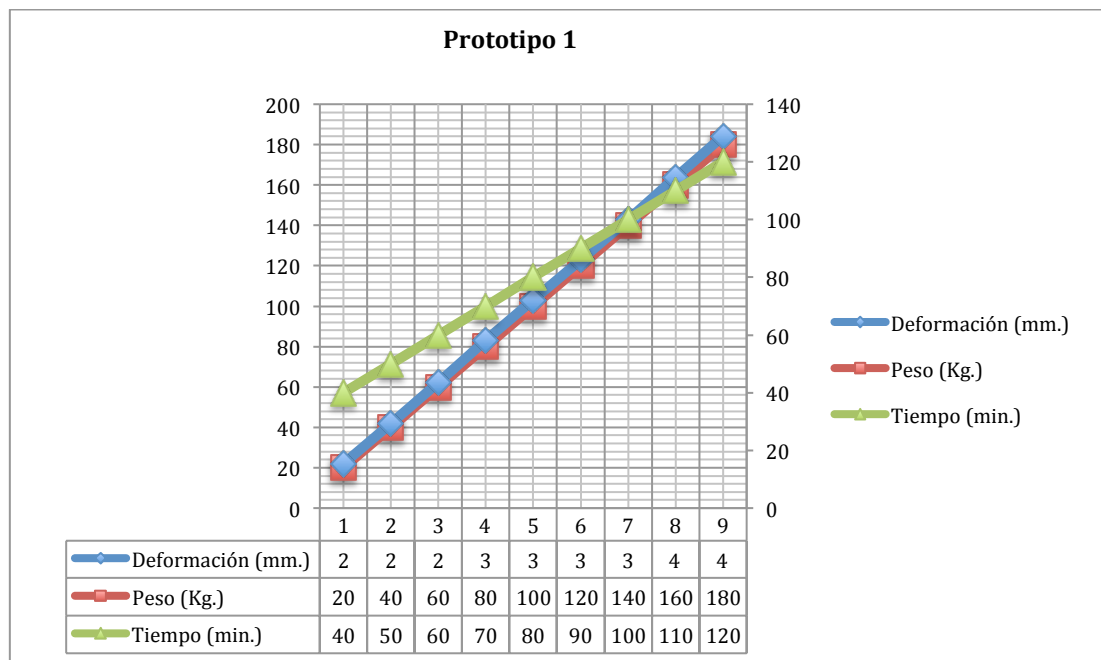
Ilustración 4.17. Modelo digital del prototipo III



Fuente: Autor

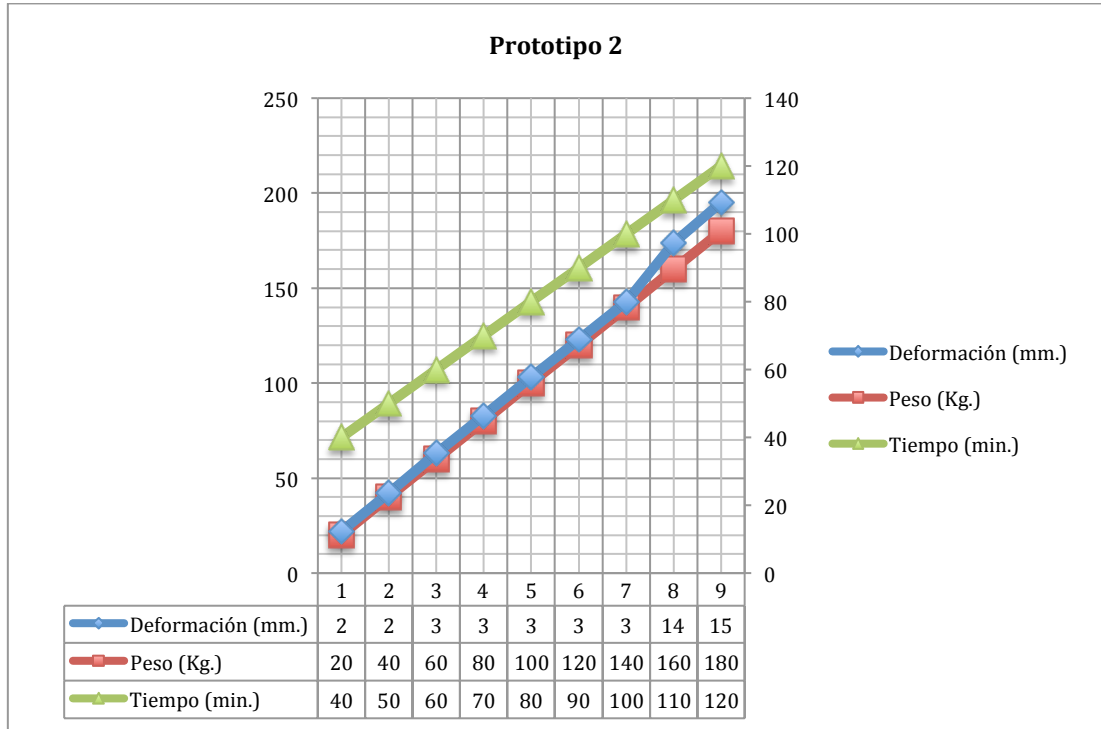
4.4.5 Análisis experimental de cargas

Gráfico 4.1. Análisis experimental de cargas del prototipo I



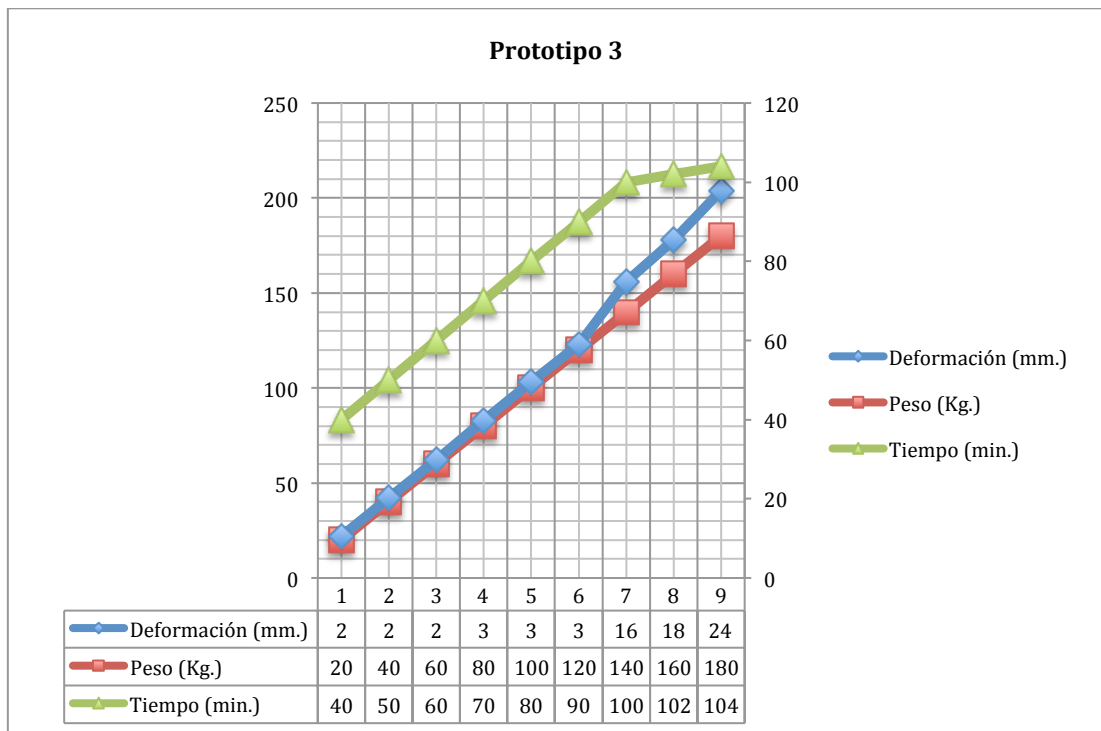
Fuente: Autor

Gráfico 4.2. Análisis experimental de cargas del prototipo II



Fuente: Autor

Gráfico 4.3. Análisis experimental de cargas del prototipo III



Fuente: Autor

4.4.6. Simulación digital de carga

Prototipo I: Estructura piramidal

Tabla 4.1. Prototipo I: Estructura Piramidal

Stress Analysis Report	
Analyzed File:	Estructura piramidal.ipt
Autodesk Inventor Version:	2014 (Build 180170000, 170)
Creation Date:	20/09/2015, 20:14
Simulation Author:	Mickael Melo
Summary:	
Project Info (iProperties)	
Summary	
Author	Usuario
Project	
Part Number	Estructura piramidal
Designer	Mickael Melo
Cost	\$ 19,64
Date Created	20/07/2015
Status	
Design Status	WorkInProgress
Physical	
Material	Corrugated cardboard
Density	0,608958 g/cm ³
Mass	8,81385 kg
Area	26803,1 cm ²
Volume	14473,7 cm ³
Center of Gravity	x=-0,772088 cm y=18,4684 cm z=0,00150639 cm
Note: Physical values could be different from Physical values used by FEA reported below	

Simulation:1**General objective and settings:**

Design Objective	Single Point
Simulation Type	Static Analysis
Last Modification Date	20/07/2015, 15:56
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No

Mesh settings:

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,1
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2
Grading Factor	1,5
Max. Turn Angle	60 deg
Create Curved Mesh Elements	Yes

Material(s)

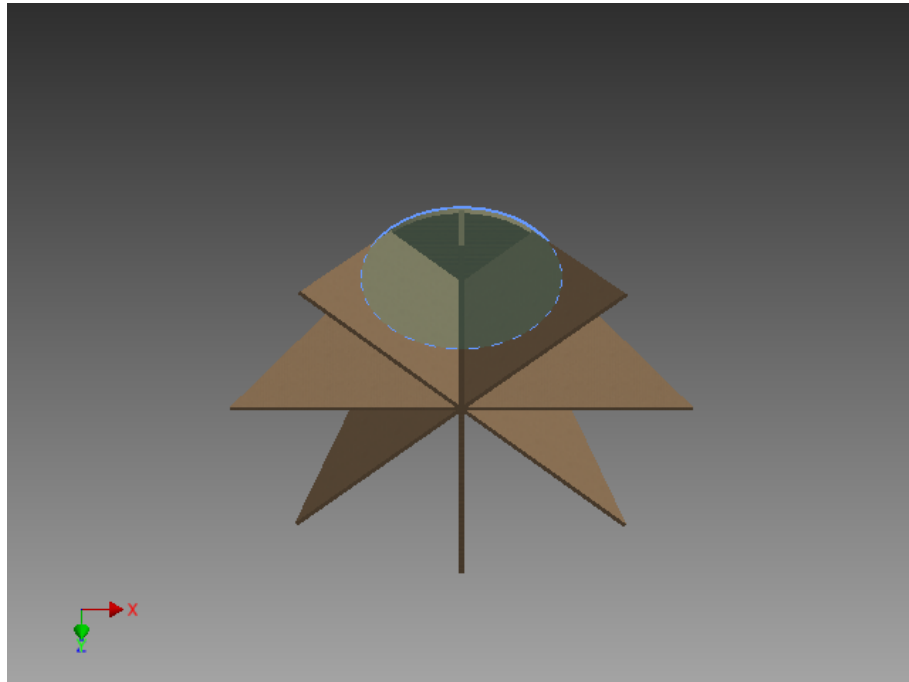
Name	Corrugated cardboard	
	Mass Density	0,608958 g/cm ³
General	Yield Strength	48,9 MPa
	Ultimate Tensile Strength	79,8 MPa
	Young's Modulus	2,74 GPa
Stress	Poisson's Ratio	0,355 ul
	Shear Modulus	1,01107 GPa
Part Name(s)	Estructura piramidal	

Operating conditions**Force:1**

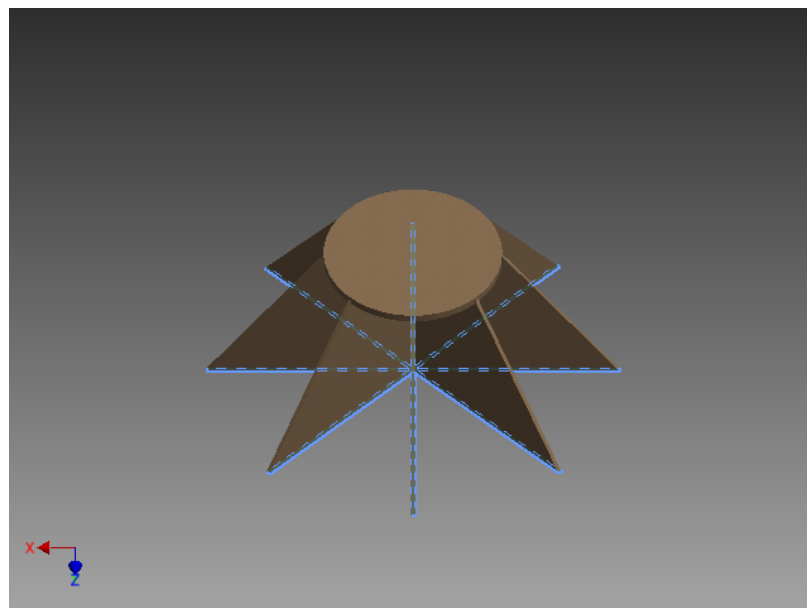
Load Type	Force
Magnitude	784.532 N
Vector X	-0.000 N
Vector Y	784.532 N
Vector Z	-0.000 N

*Datos resultantes de simulación mediante "Stress Analysis" del programa Inventor 2015.

Fuente: Autodesk Inventor 2015

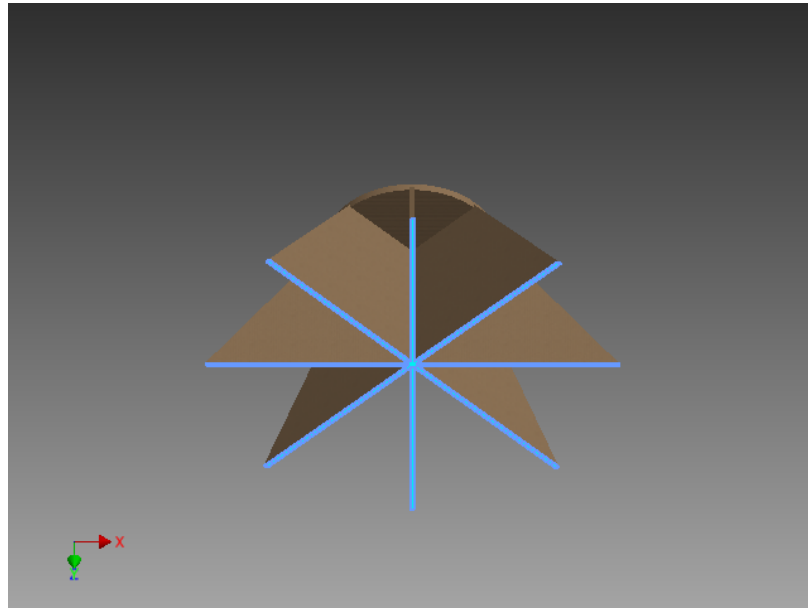
Ilustración 4.18. Caras seleccionadas

Fuente: Autor

Ilustración 4.19. Caras seleccionadas

Fuente: Autor

Ilustración 4.20. Caras seleccionadas



Fuente: Autor

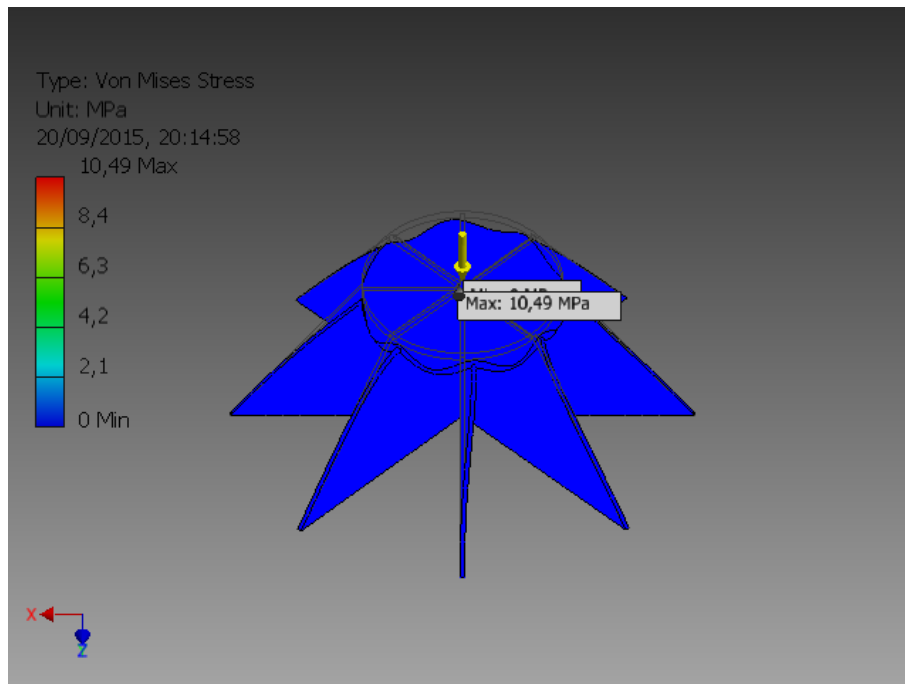
Tabla 4.2. Resultados prototipo I

Results				
Reaction Force and Moment on Constraints				
Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	784,532 N	0 N -784,532 N 0 N	0 N m	0 N m 0 N m 0 N m
Result Summary				
Name		Minimum		Maximum
Volume		14473700 mm ³		
Mass		8,81385 kg		
Von Mises Stress		0,00243831 MPa		10,4942 MPa
1st Principal Stress		-10,5841 MPa		4,90471 MPa
3rd Principal Stress		-21,3563 MPa		1,64919 MPa
Displacement		0 mm		0,0143055 mm
Safety Factor		4,65971 ul		15 ul
Stress XX		-13,0306 MPa		2,76765 MPa
Stress XY		-1,58641 MPa		1,05717 MPa
Stress XZ		-2,30145 MPa		3,79482 MPa
Stress YY		-11,293 MPa		2,4516 MPa
Stress YZ		-1,257 MPa		2,40677 MPa
Stress ZZ		-18,781 MPa		4,15923 MPa
X Displacement		-0,00576656 mm		0,00548133 mm
Y Displacement		-0,0000000639192 mm		0,013562 mm
Z Displacement		-0,00586046 mm		0,00557183 mm
Equivalent Strain		0,000000833623 ul		0,00407372 ul
1st Principal Strain		-0,00000272847 ul		0,00121041 ul
3rd Principal Strain		-0,00497653 ul		-0,000000662879 ul
Strain XX		-0,00173453 ul		0,000537693 ul
Strain XY		-0,000784521 ul		0,000522797 ul
Strain XZ		-0,00113812 ul		0,00187664 ul
Strain YY		-0,000114923 ul		0,000040071 ul
Strain YZ		-0,000621621 ul		0,00119021 ul
Strain ZZ		-0,00383783 ul		0,000841753 ul

Fuente: Autodesk Inventor 2015

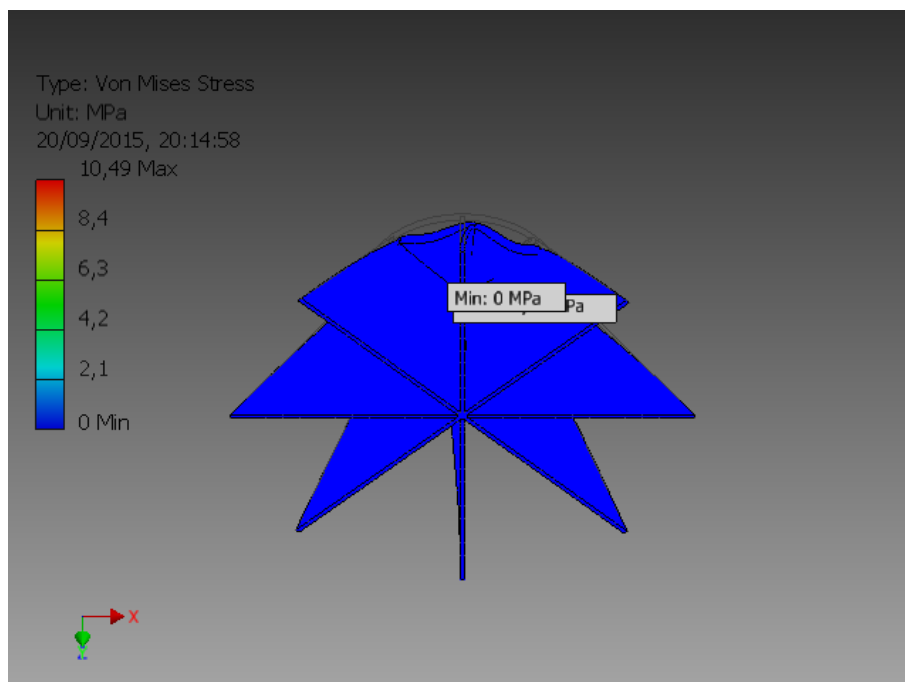
Von Mises Stress

Ilustración 4.21. Tensión Von Mises



Fuente: Autor

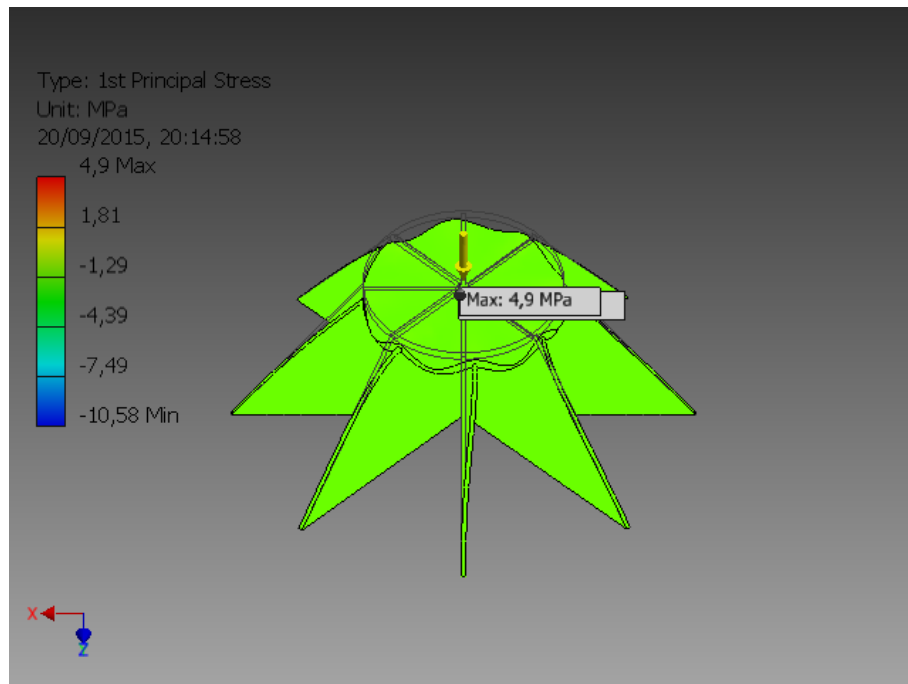
Ilustración 4.22. Tensión Von Mises



Fuente: Autor

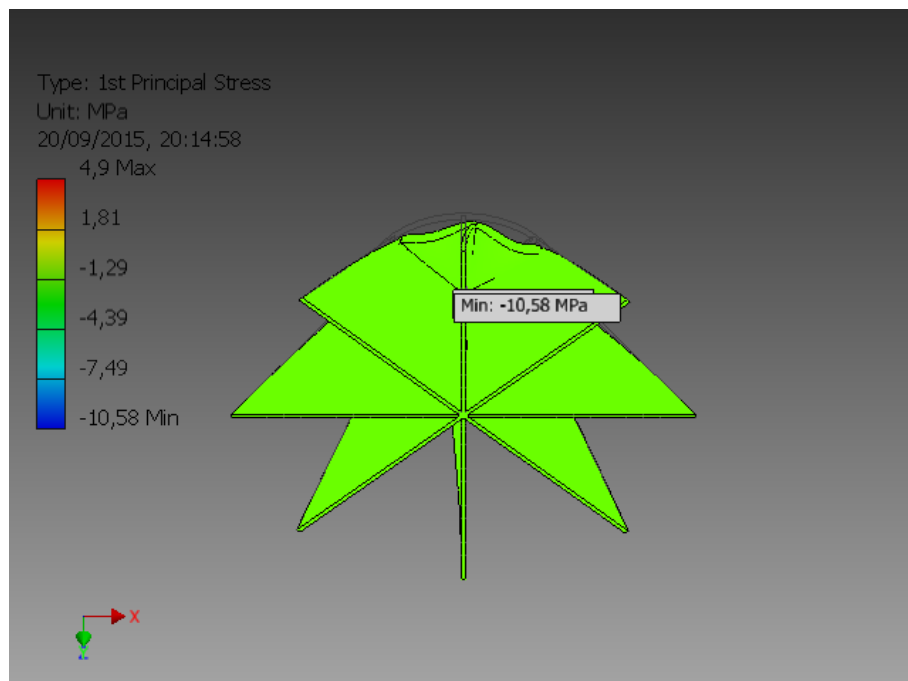
- 1st Principal Stress

Ilustración 4.23. Primera tensión principal



Fuente: Autor

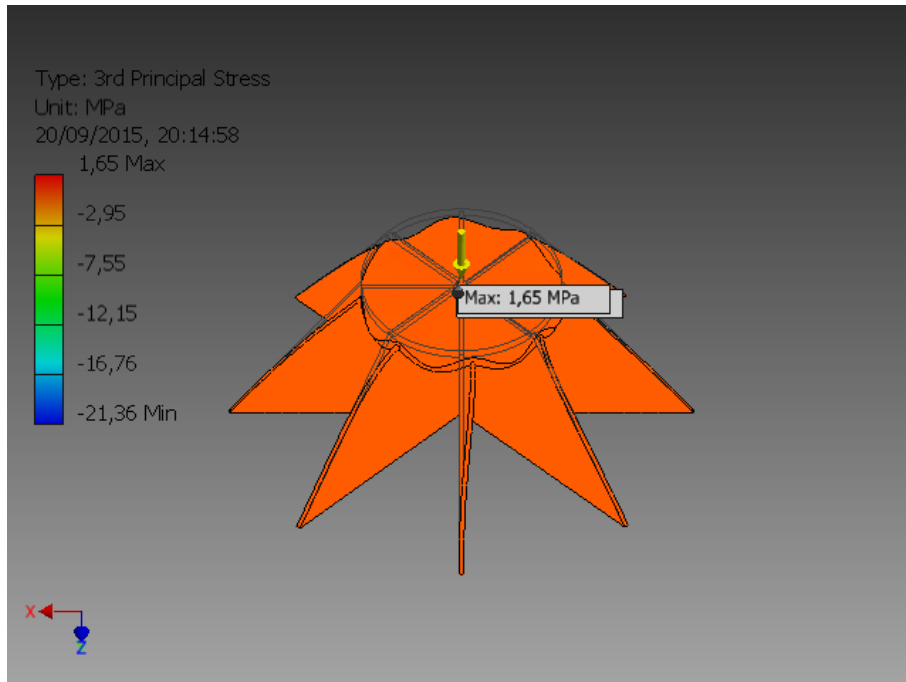
Ilustración 4.24. Primera tensión principal



Fuente: Autor

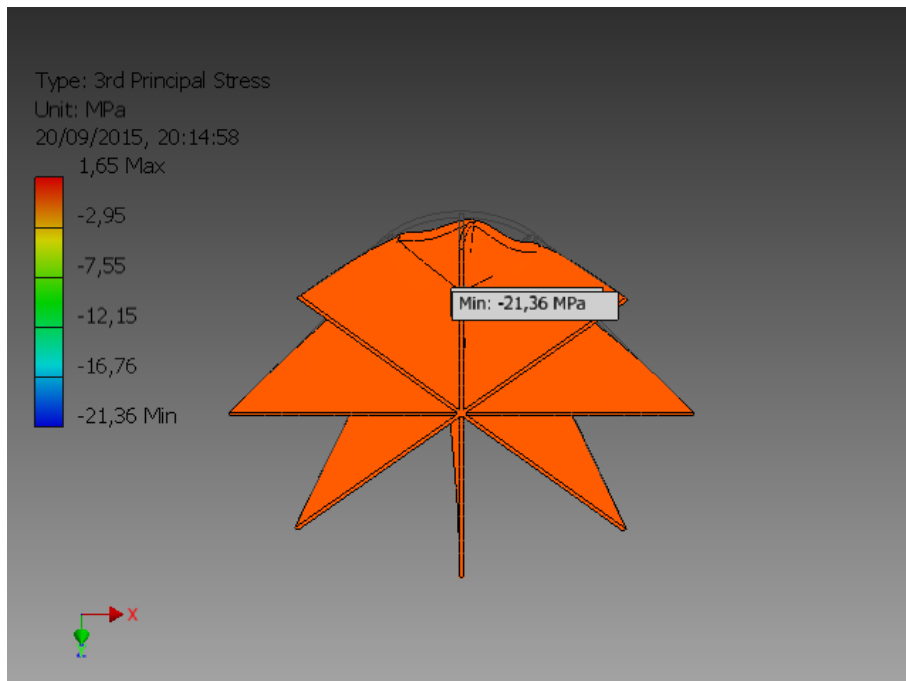
- 3rd Principal Stress

Ilustración 4.25. Tercera tensión principal



Fuente: Autor

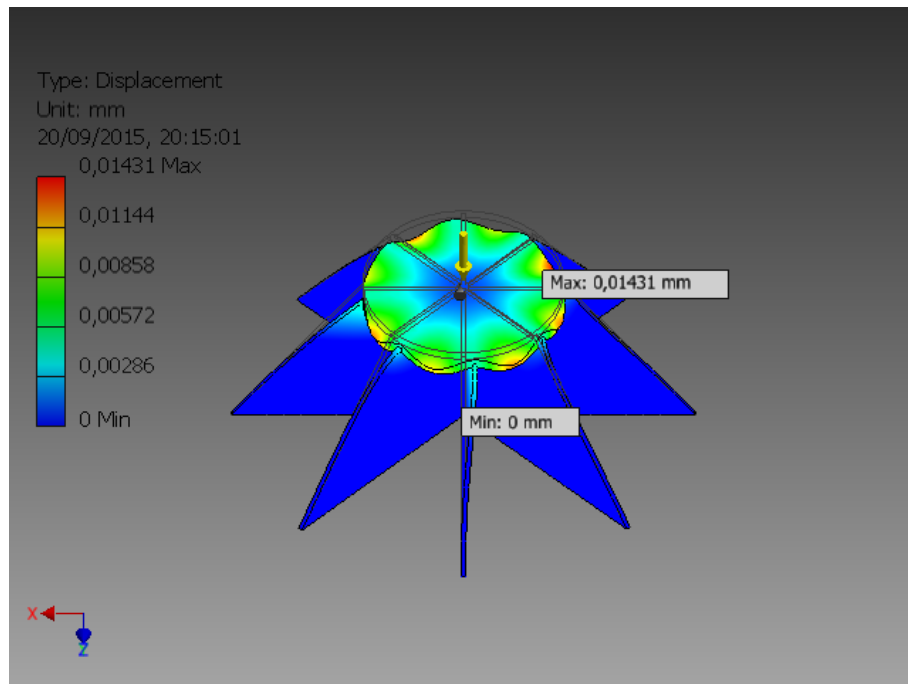
Ilustración 4.26. Tercera tensión principal



Fuente: Autor

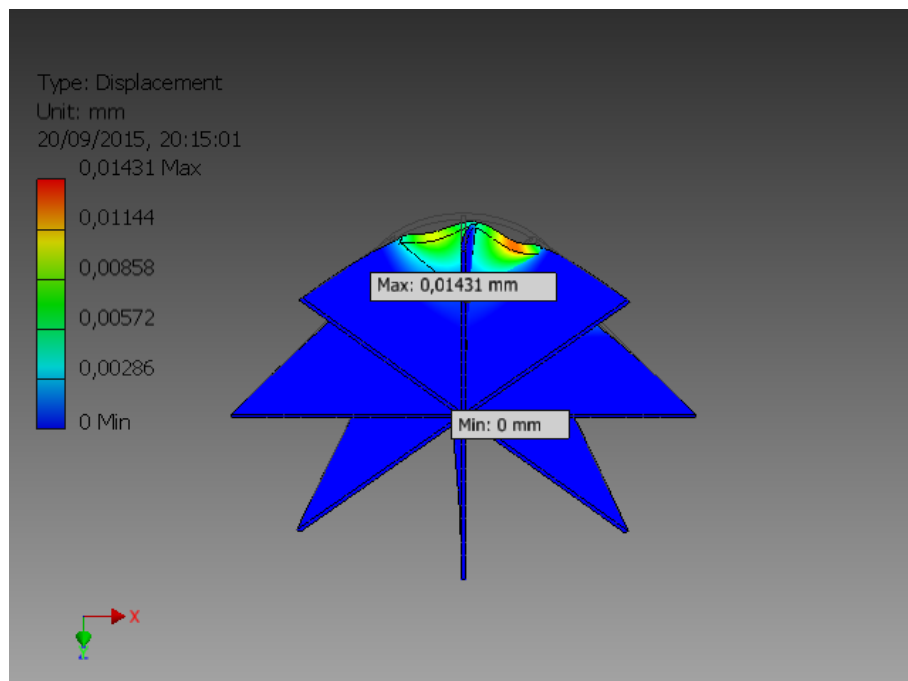
- Displacement

Ilustración 4.27. Desplazamiento



Fuente: Autor

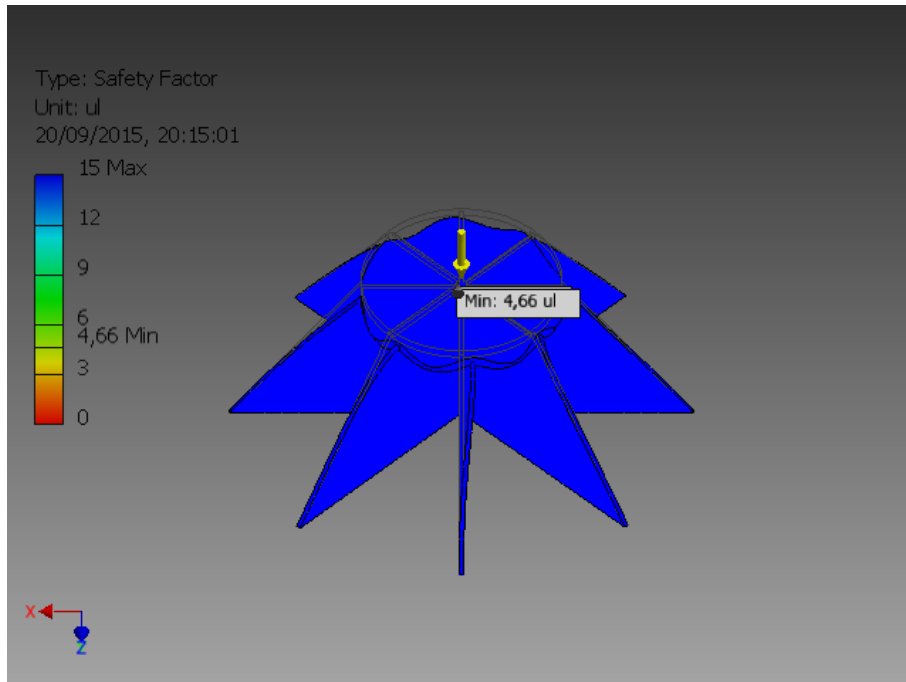
Ilustración 4.28. Desplazamiento



Fuente: Autor

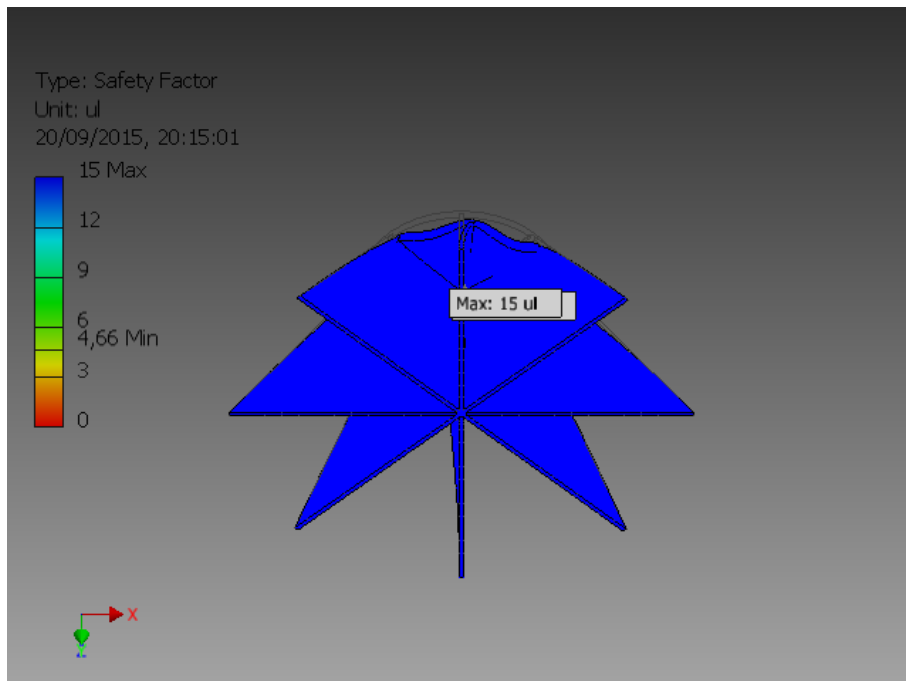
- Safety Factor

Ilustración 4.29. Factor de seguridad mínimo



Fuente: Autor

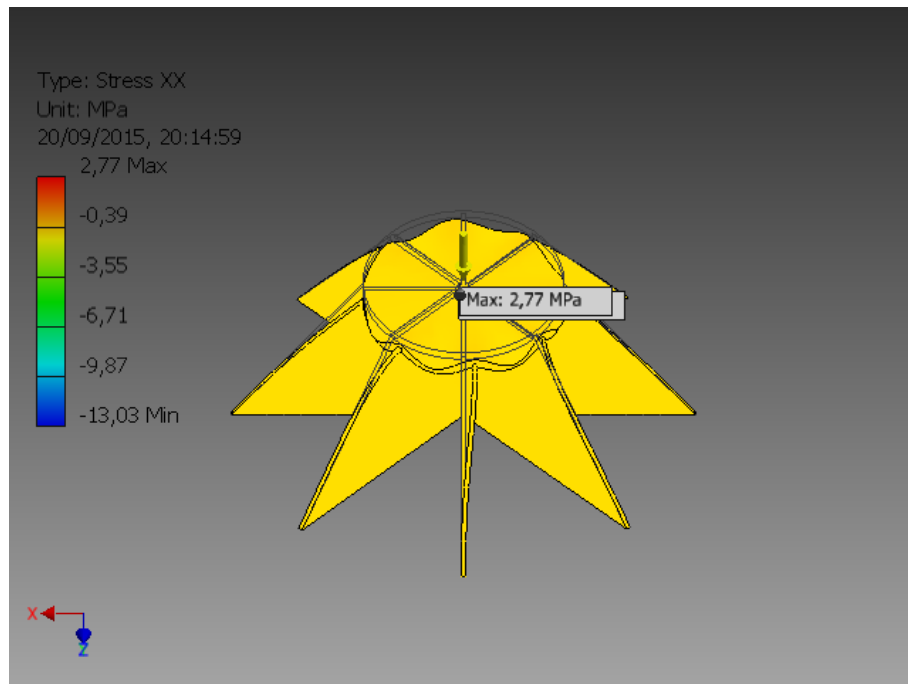
Ilustración 4.30. Factor de seguridad máximo



Fuente: Autor

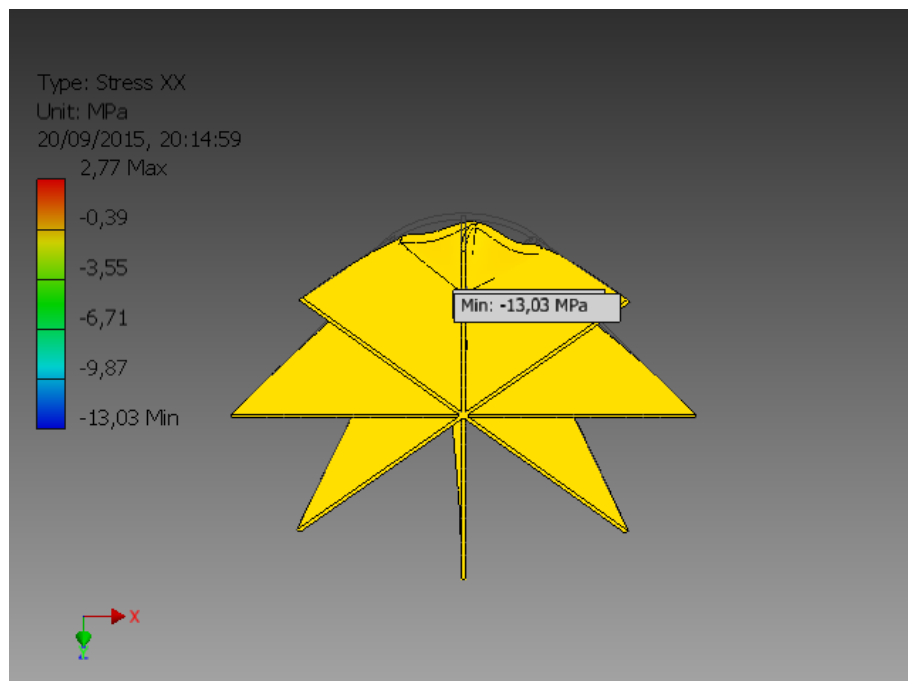
- Stress XX

Ilustración 4.31. Tensión XX máxima



Fuente: Autor

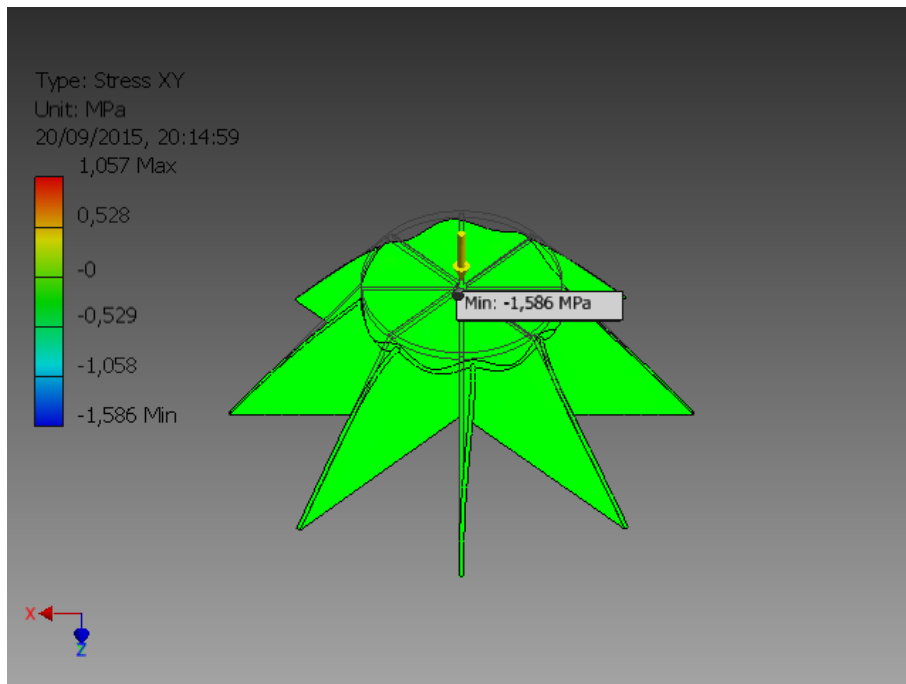
Ilustración 4.32. Tensión XX mínima



Fuente: Autor

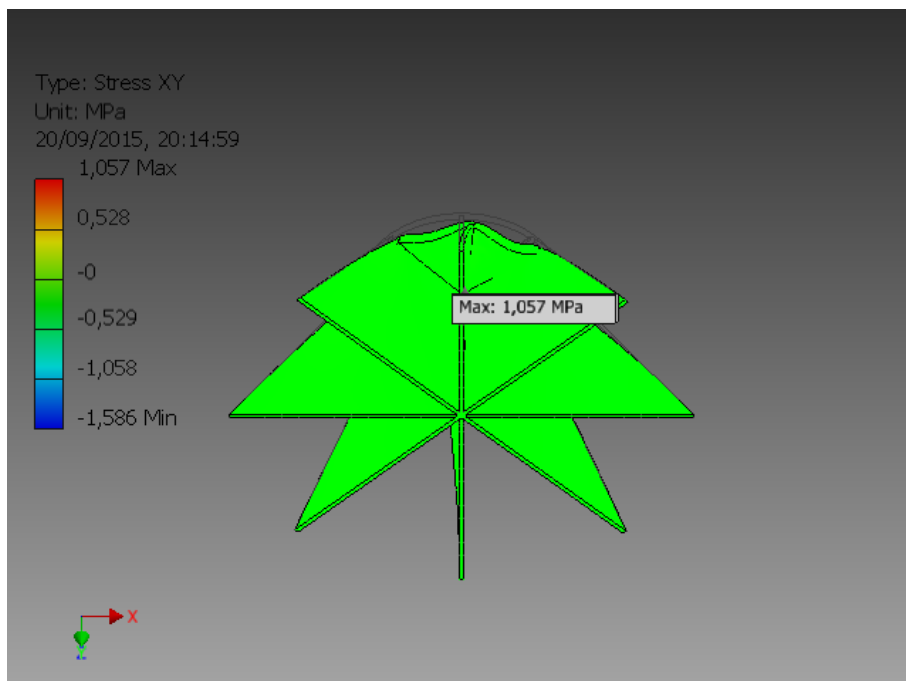
- Stress XY

Ilustración 4.33. Tensión XY mínima



Fuente: Autor

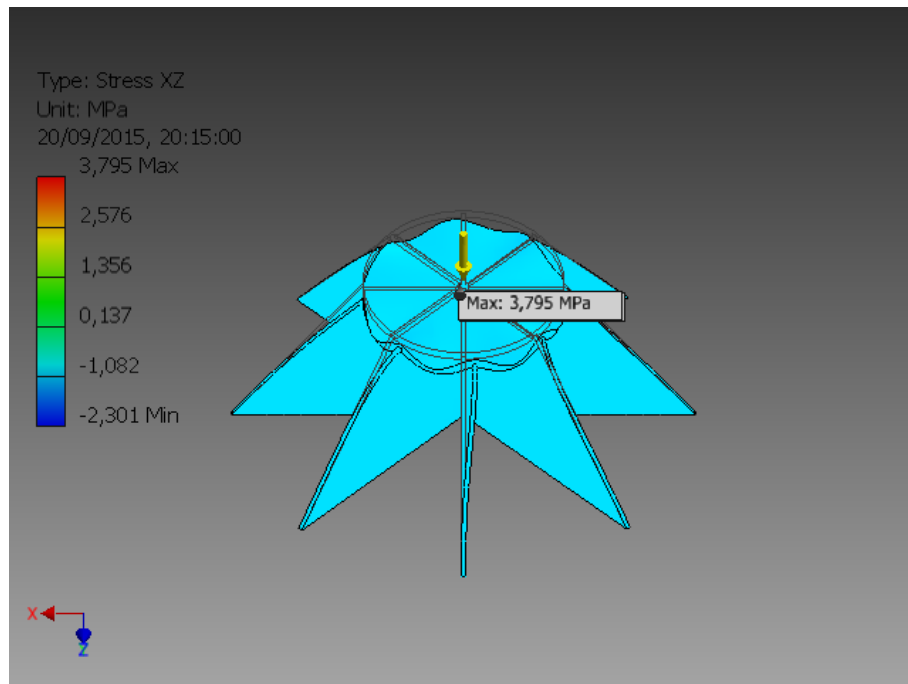
Ilustración 4.34. Tensión XY máxima



Fuente: Autor

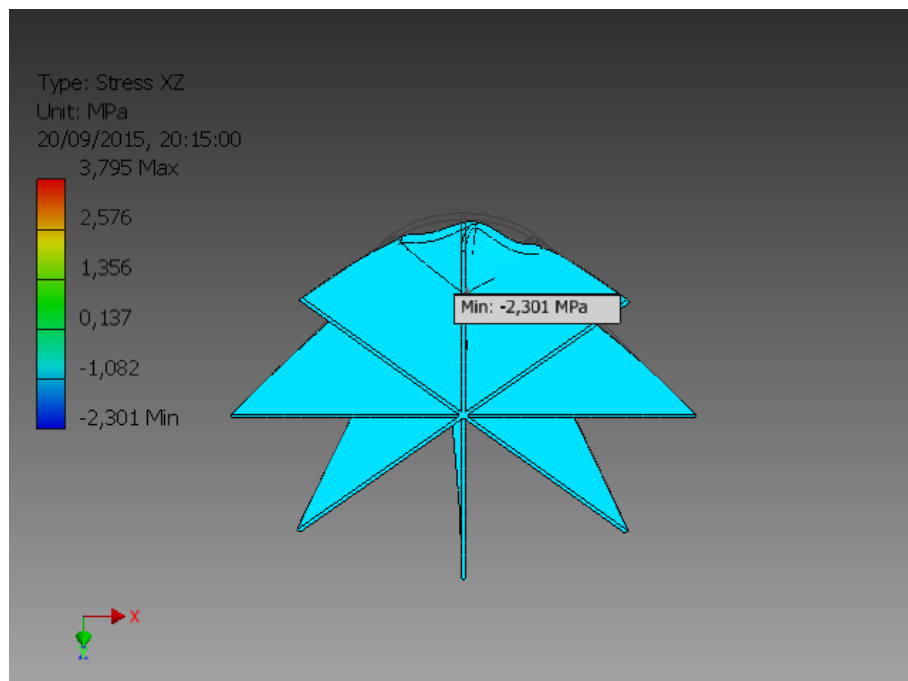
- Stress XZ

Ilustración 4.35. Tensión XZ máxima



Fuente: Autor

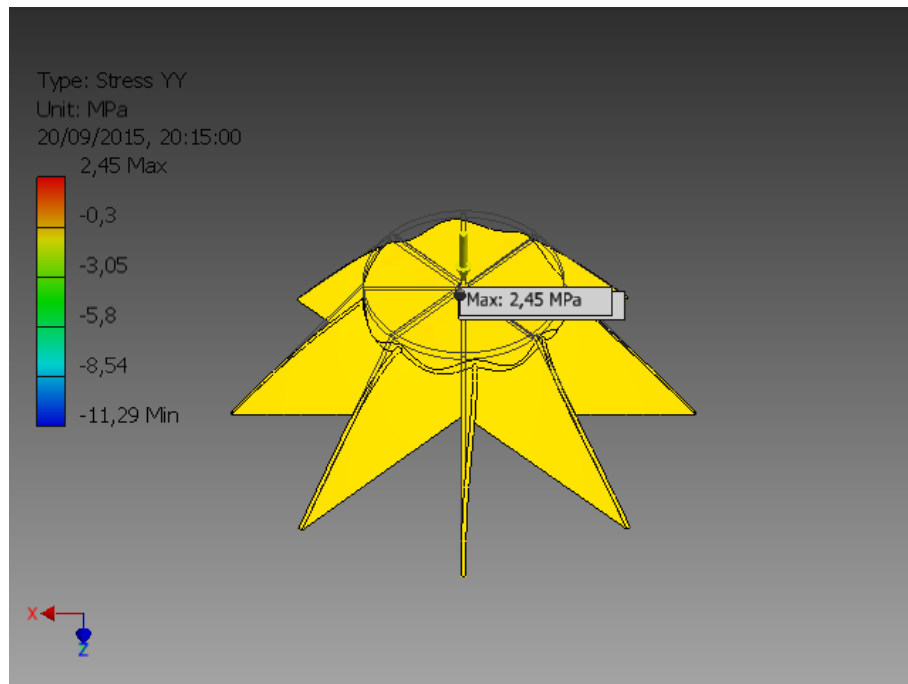
Ilustración 4.36. Tensión XZ mínima



Fuente: Autor

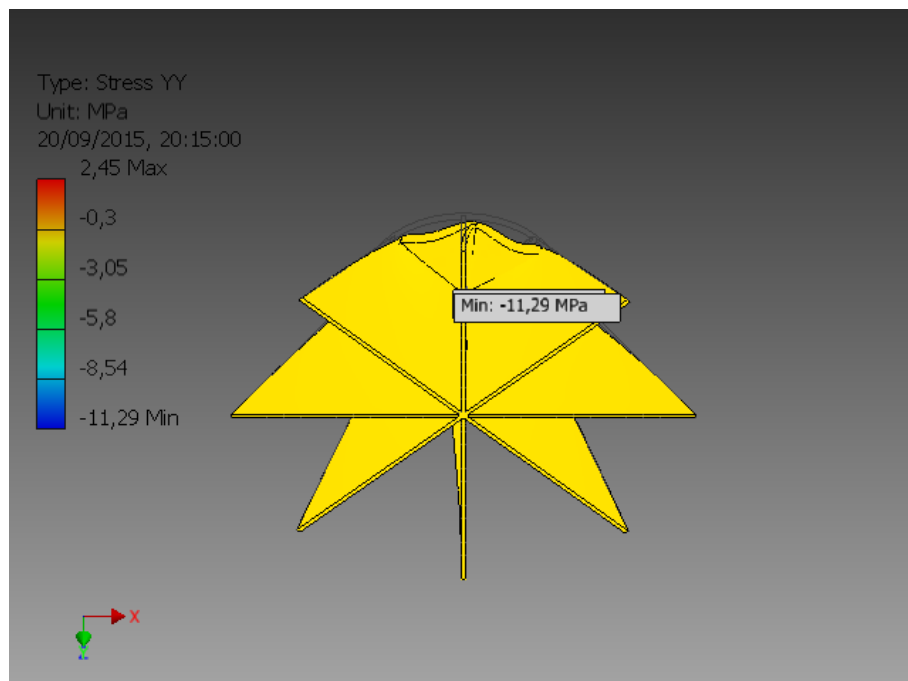
- Stress YY

Ilustración 4.37. Tensión YY máxima



Fuente: Autor

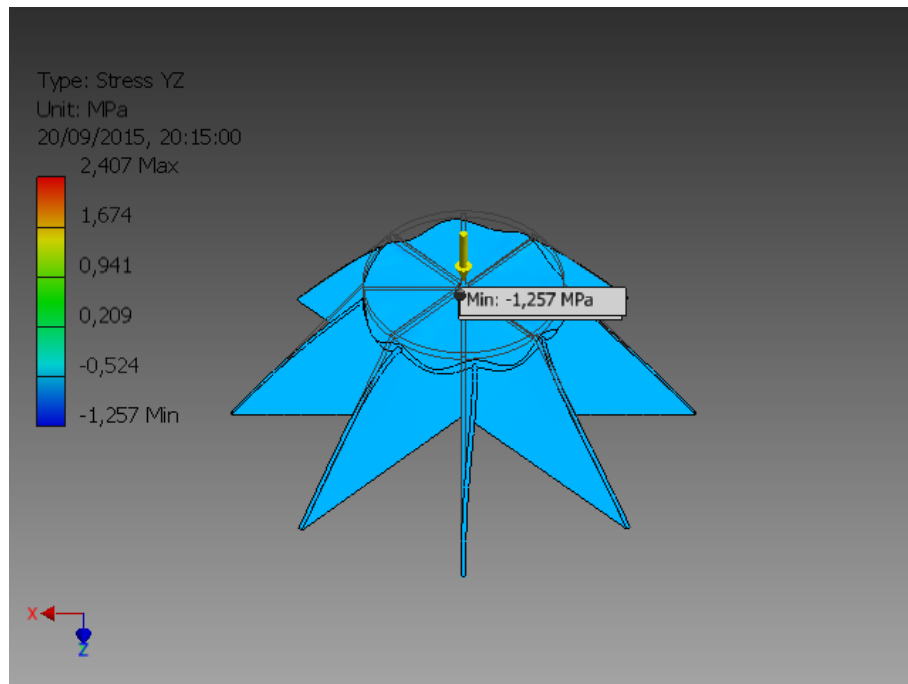
Ilustración 4.38. Tensión YY mínima



Fuente: Autor

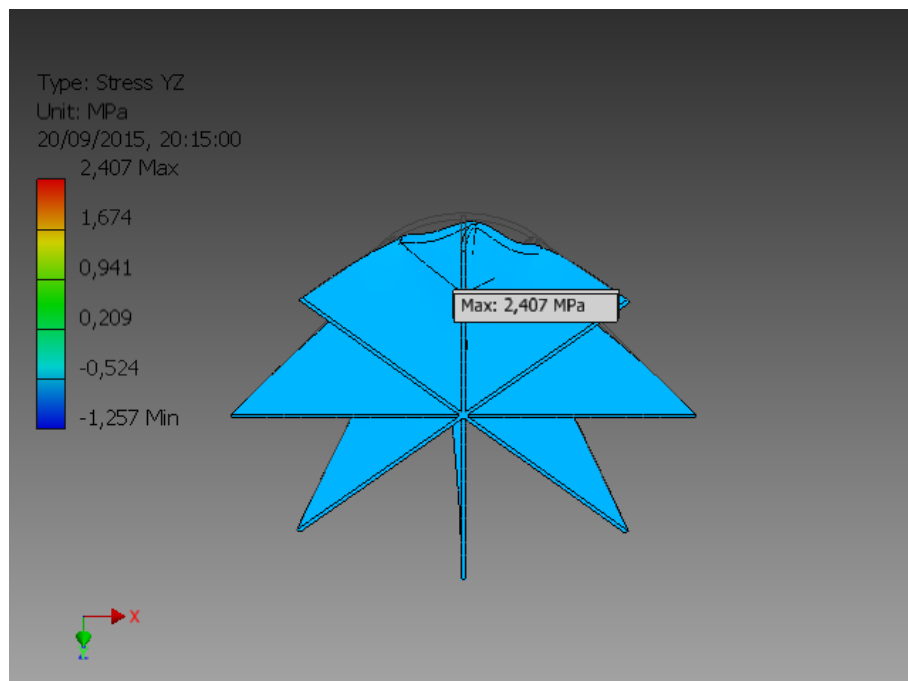
- Stress YZ

Ilustración 4.39. Tensión YZ mínima



Fuente: Autor

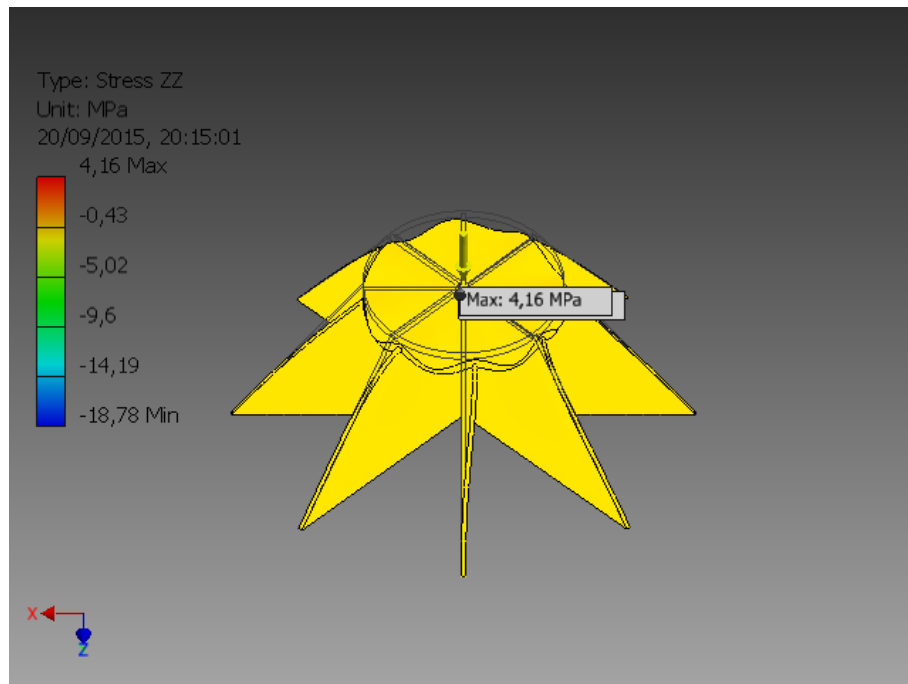
Ilustración 4.40. Tensión YZ máxima



Fuente: Autor

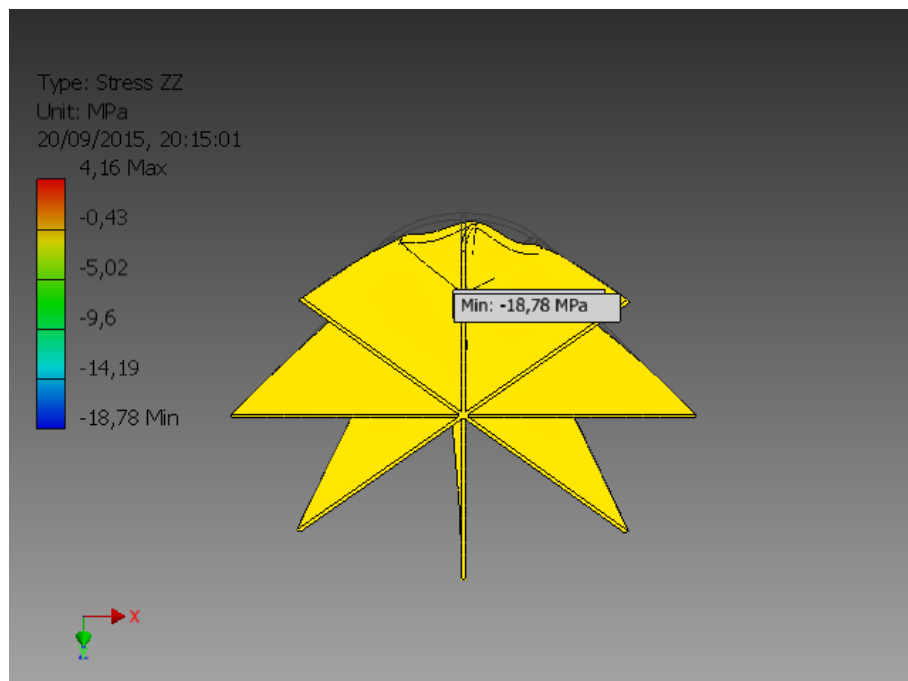
- Stress ZZ

Ilustración 4.41. Tensión ZZ máxima



Fuente: Autor

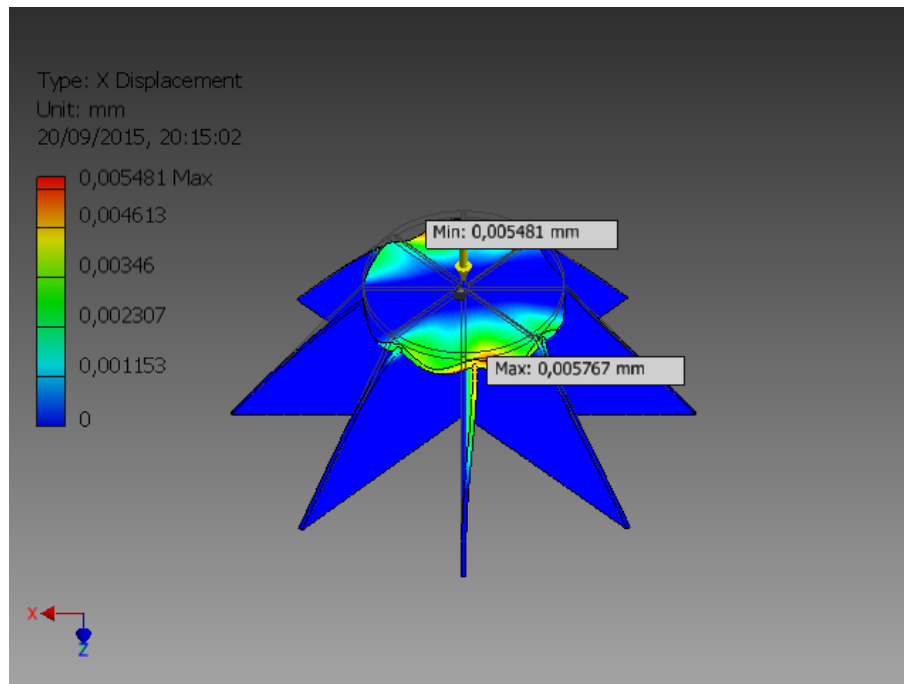
Ilustración 4.42. Tensión ZZ mínima



Fuente: Autor

- X Displacement

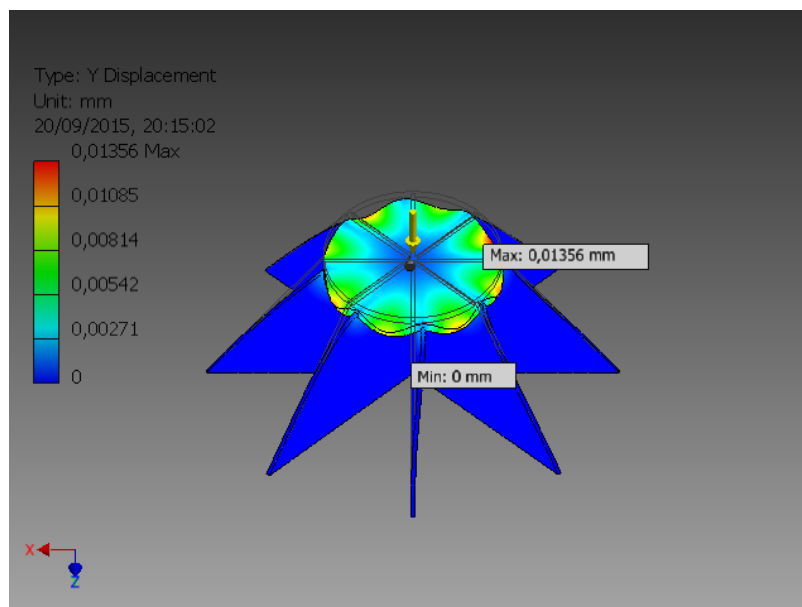
Ilustración 4.43. Desplazamiento en el eje X



Fuente: Autor

- Y Displacement

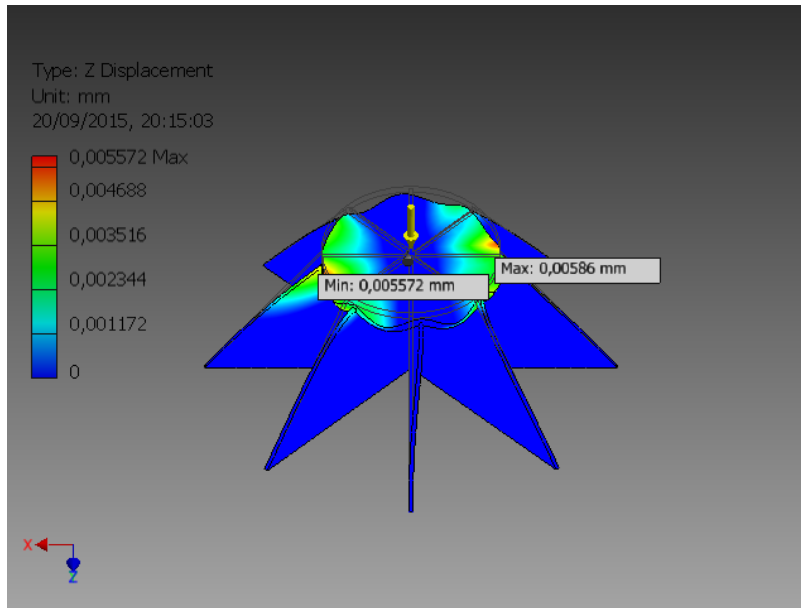
Ilustración 4.44. Desplazamiento en el eje Y



Fuente: Autor

- Z Displacement

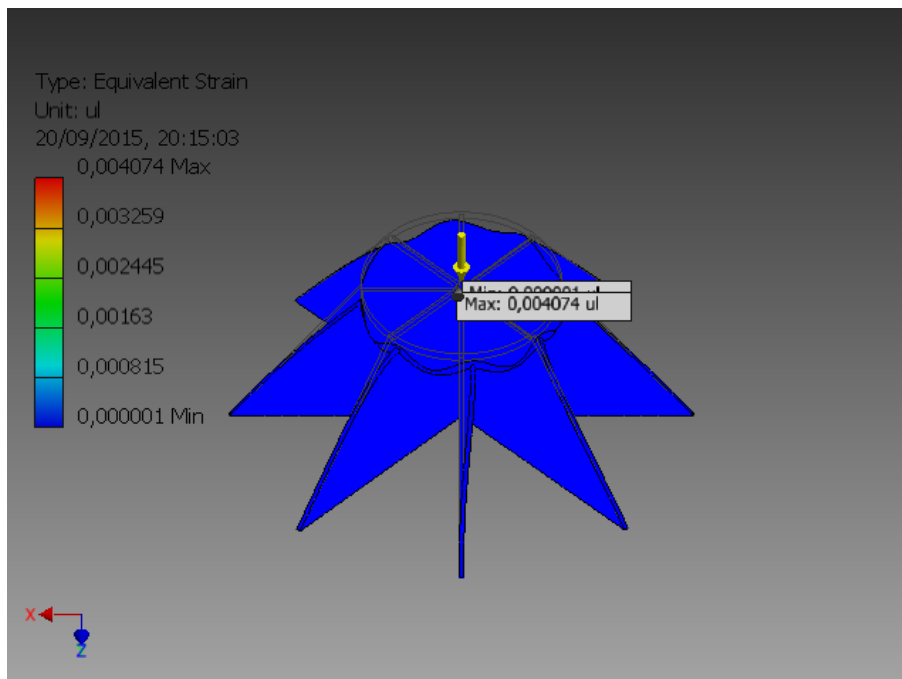
Ilustración 4.45. Desplazamiento en el eje Z



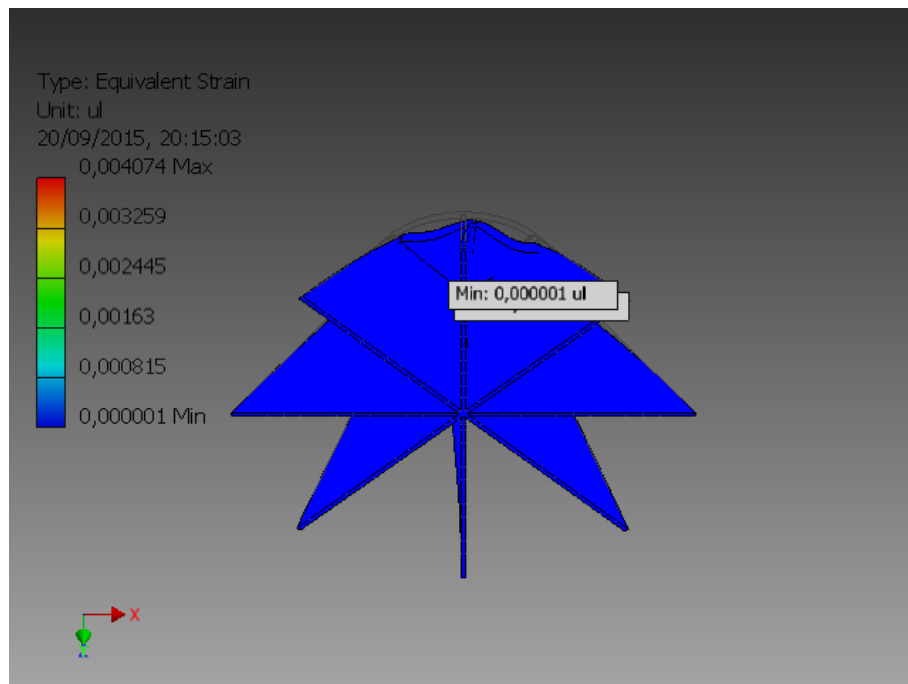
Fuente: Autor

- Equivalent Strain

Ilustración 4.46. Equivalente de deformación máximo

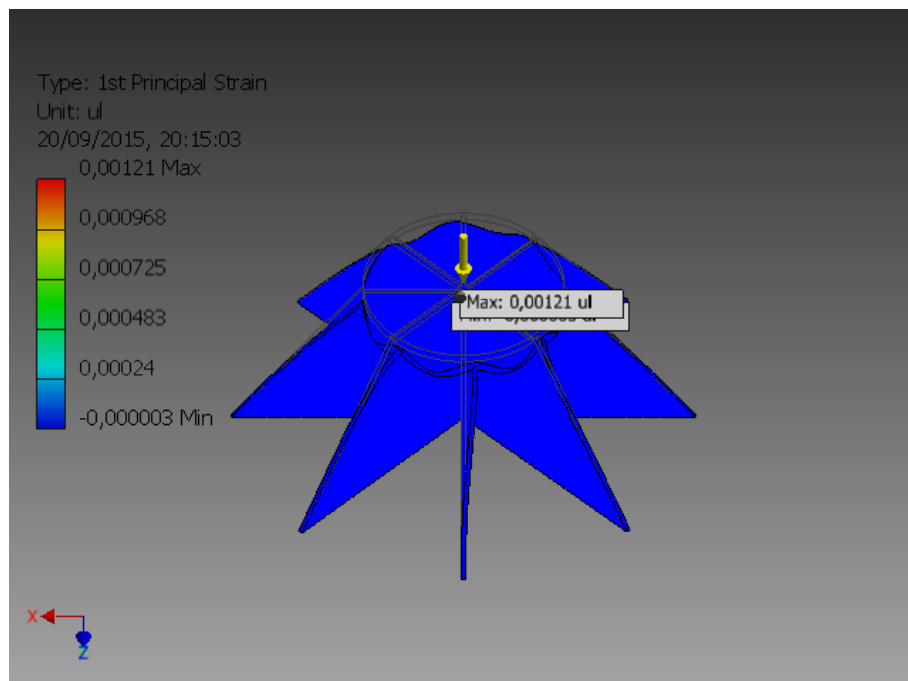


Fuente: Autor

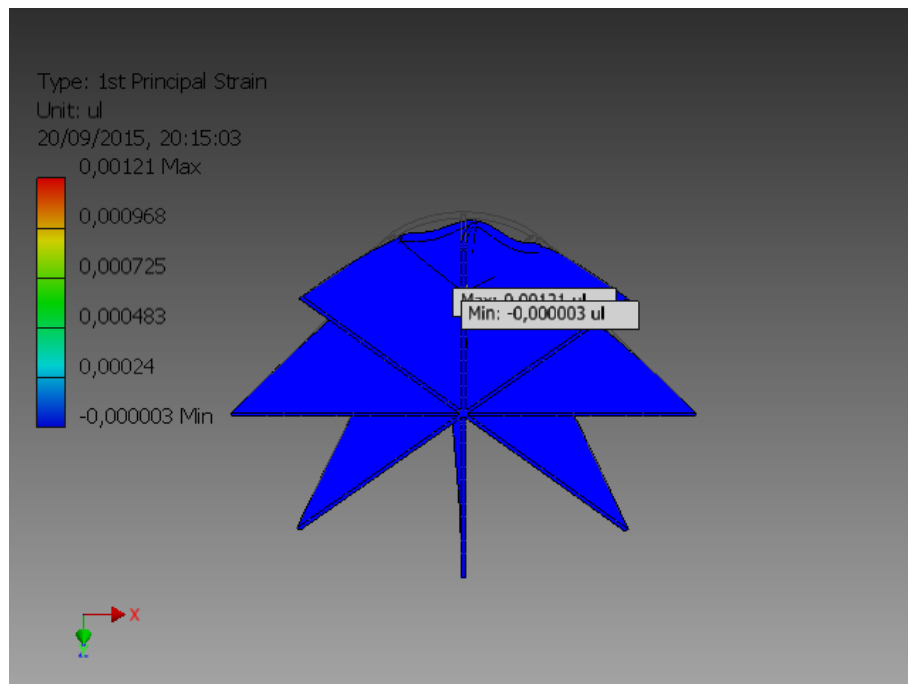
Ilustración 4.47. Equivalente de deformación mínimo

Fuente: Autor

- 1st Principal Strain

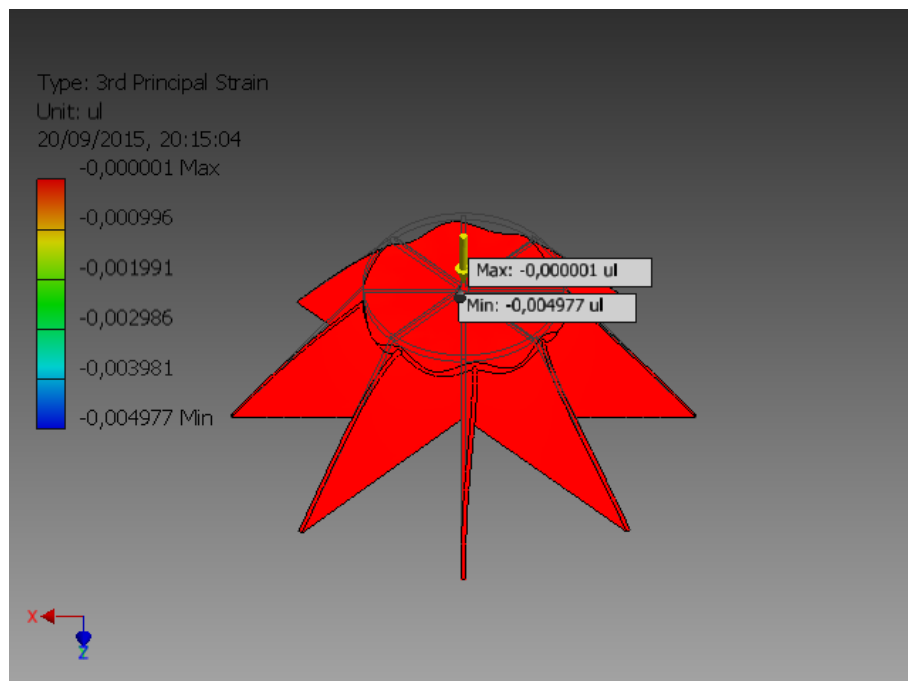
Ilustración 4.48. Primera deformación principal máxima

Fuente: Autor

Ilustración 4.49. Primera deformación principal mínima

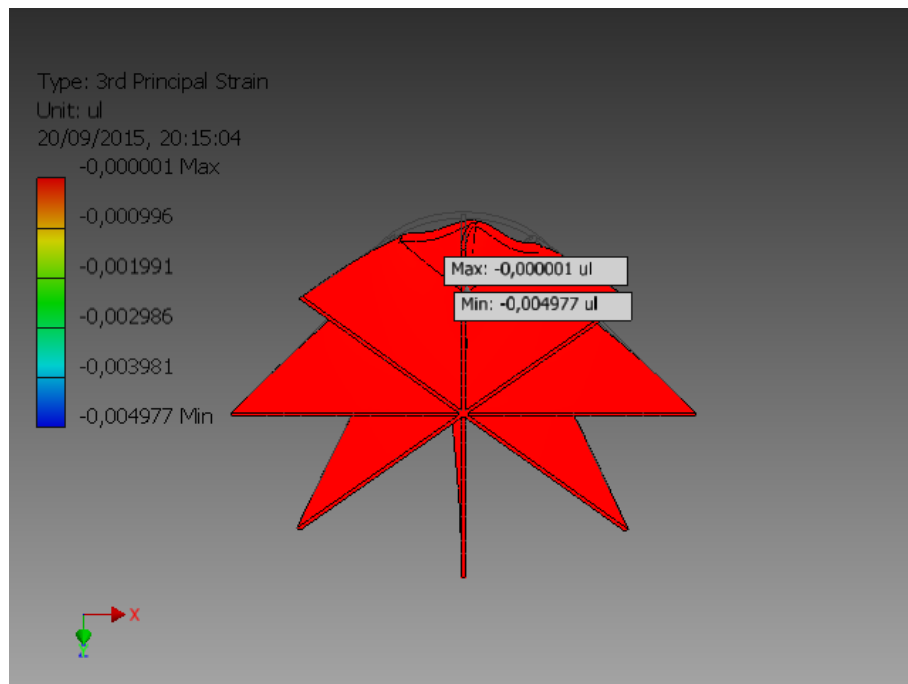
Fuente: Autor

- 3rd Principal Strain

Ilustración 4.50. Tercera deformación principal máxima

Fuente: Autor

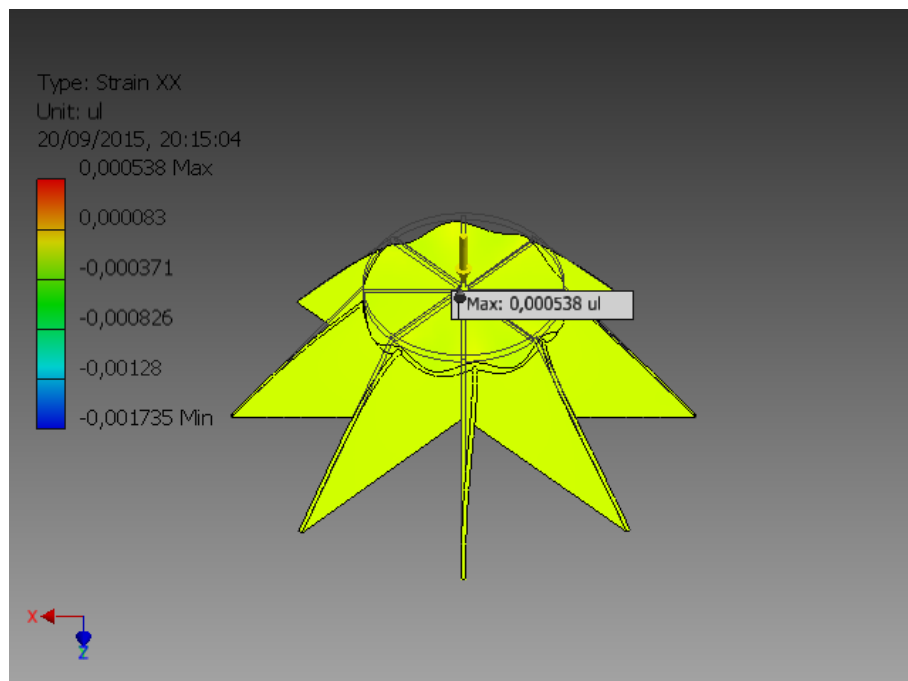
Ilustración 4.51. Tercera deformación principal mínima



Fuente: Autor

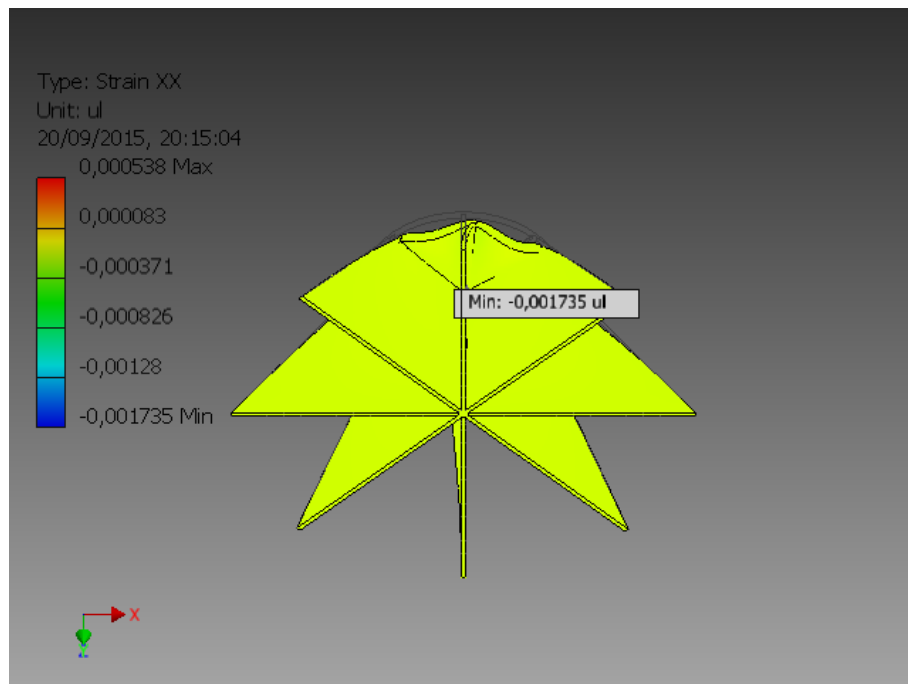
- Strain XX

Ilustración 4.52. Deformación XX máxima



Fuente: Autor

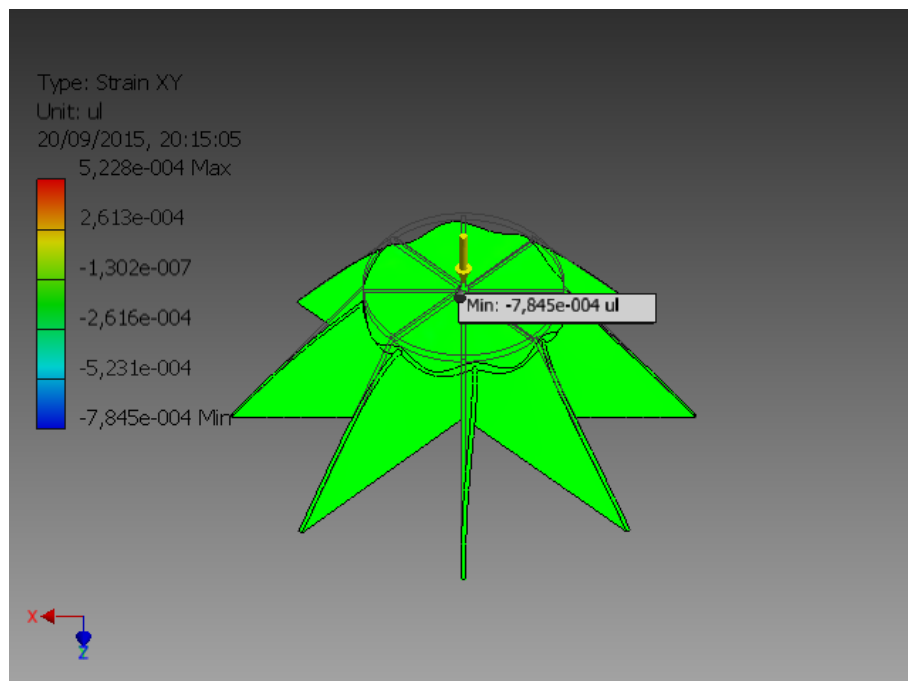
Ilustración 4.53. Deformación XX mínima



Fuente: Autor

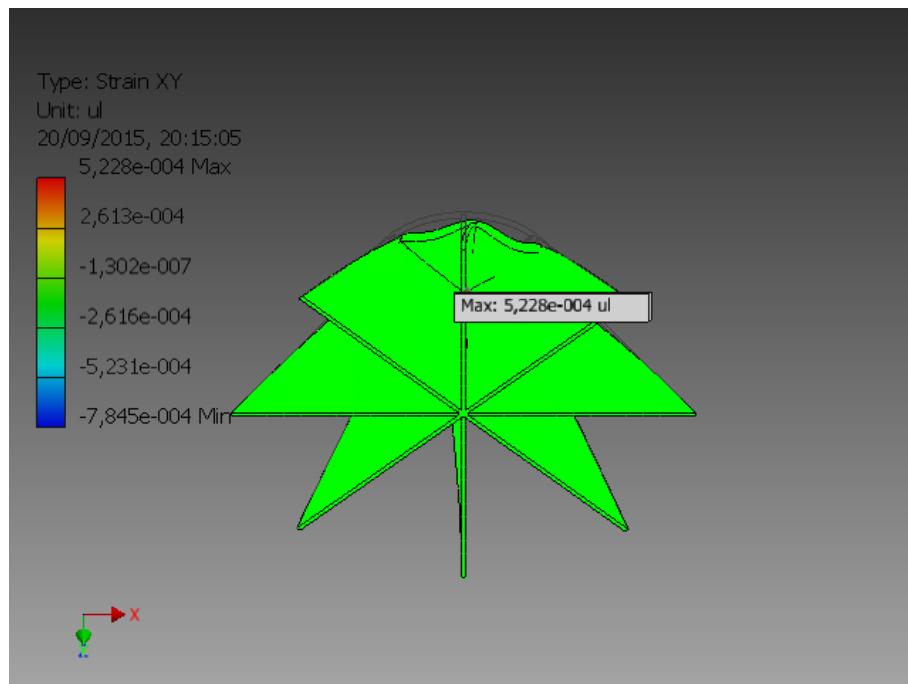
- Strain XY

Ilustración 4.54. Deformación XY mínima



Fuente: Autor

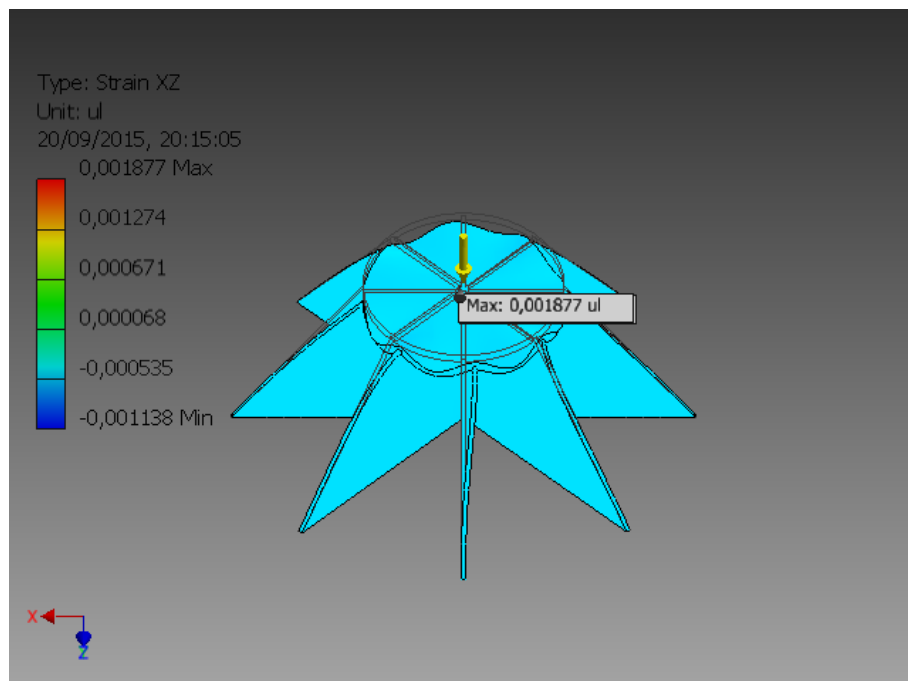
Ilustración 4.55. Deformación XY máxima



Fuente: Autor

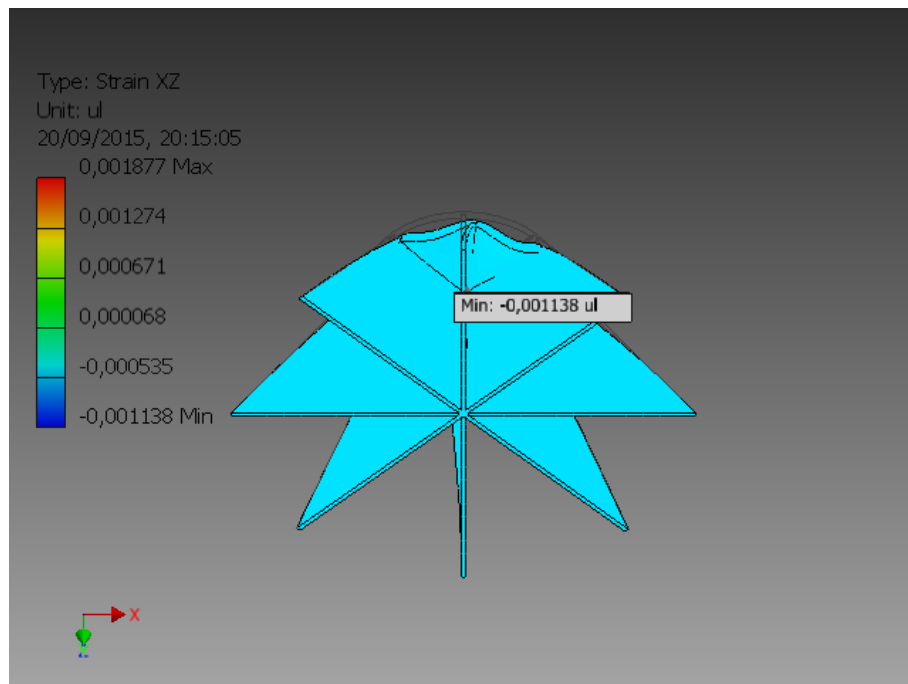
- Strain XZ

Ilustración 4.56. Deformación XZ máxima



Fuente: Autor

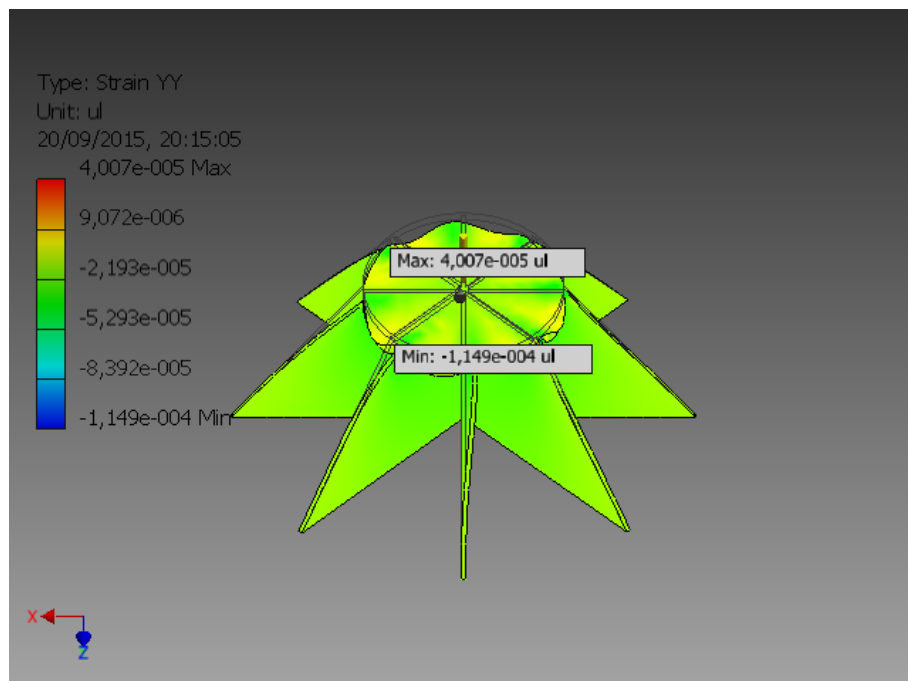
Ilustración 4.57. Deformación XZ mínima



Fuente: Autor

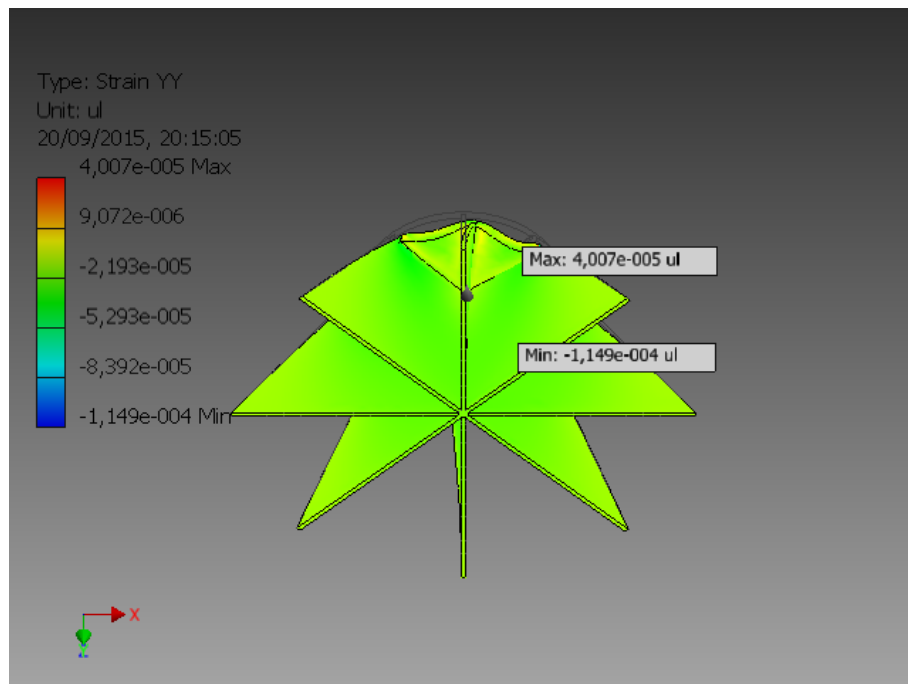
- Strain YY

Ilustración 4.58. Deformación YY máxima



Fuente: Autor

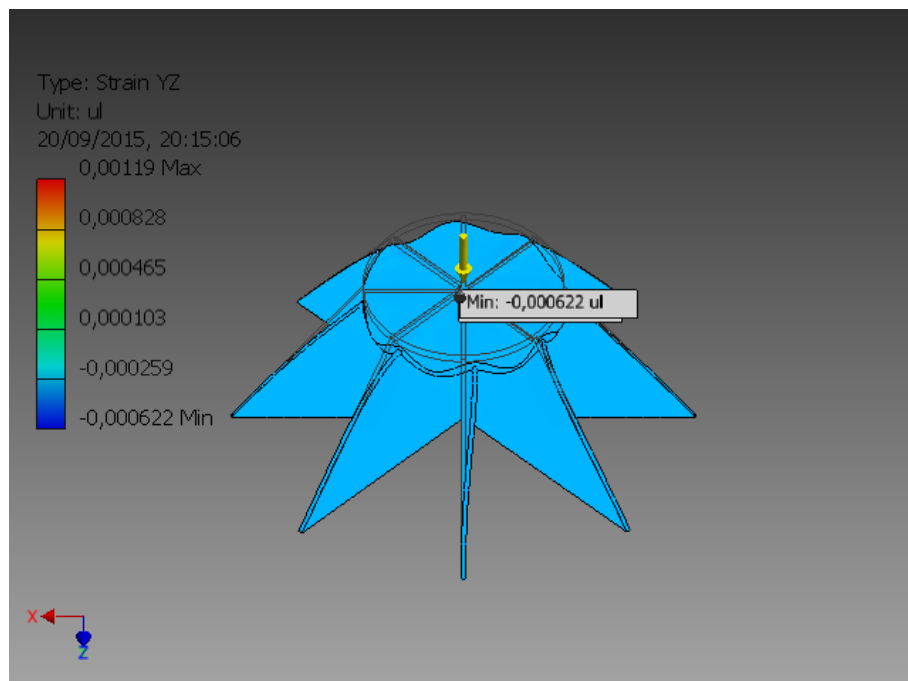
Ilustración 4.59. Deformación YY mínima



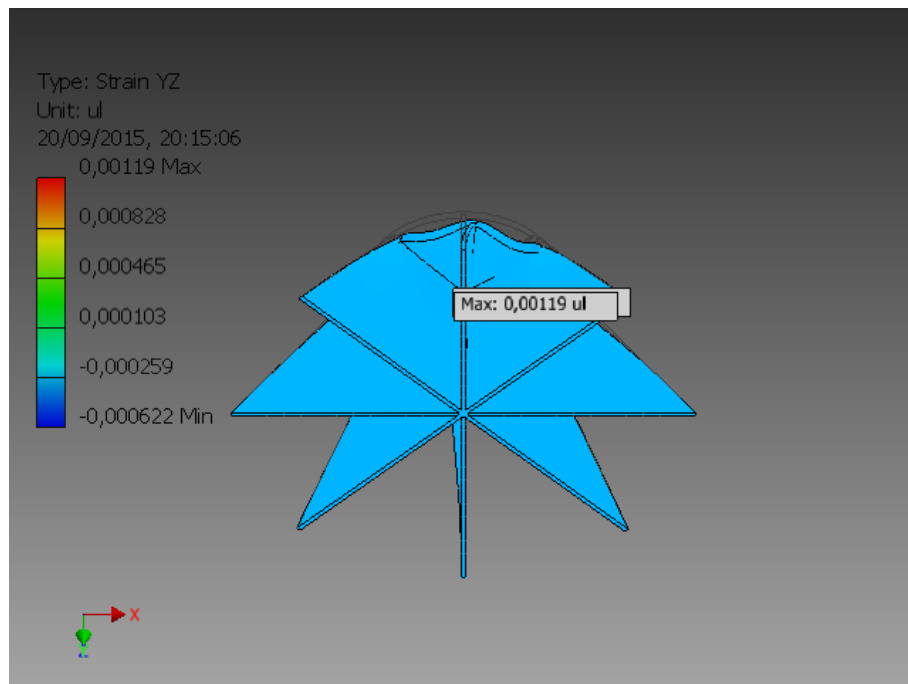
Fuente: Autor

- Strain YZ

Ilustración 4.60. Deformación YZ mínima

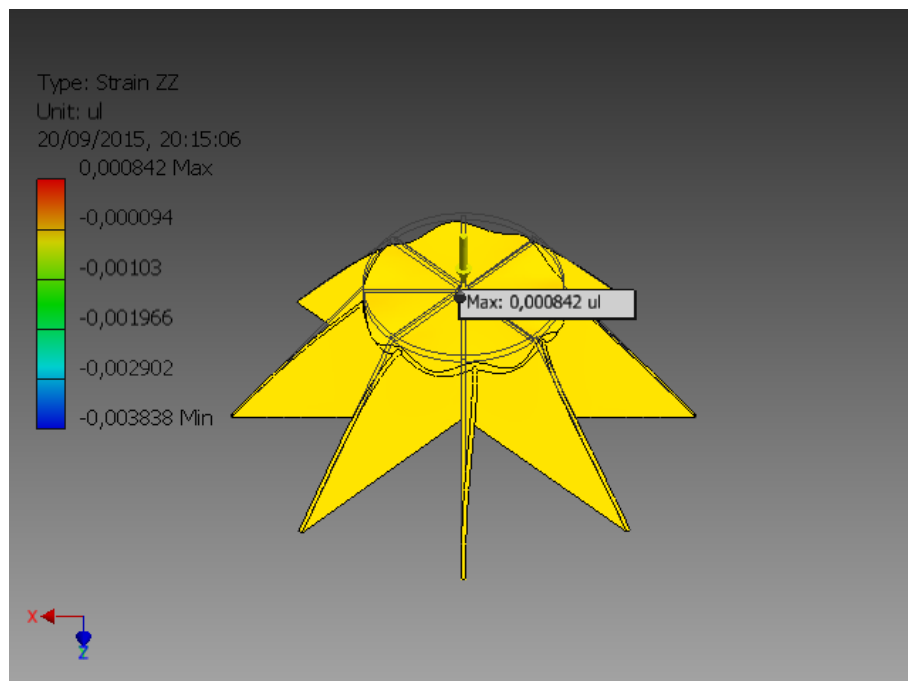


Fuente: Autor

Ilustración 4.61. Deformación YZ máxima

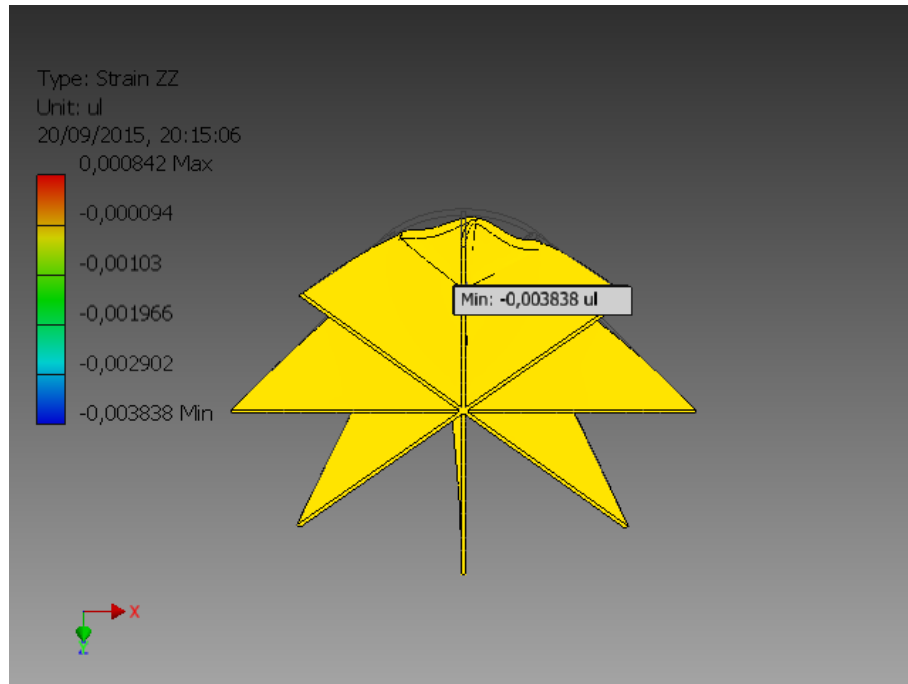
Fuente: Autor

- Strain ZZ

Ilustración 4.62. Deformación ZZ máxima

Fuente: Autor

Ilustración 4.63. Deformación ZZ mínima



Fuente: Autor

Prototipo 2: Estructura truncada

Tabla 4.3. Prototipo II: Estructura truncada

Stress Analysis Report			
Analyzed File:	Estructura truncada.ipt		
Autodesk Inventor Version:	2014 (Build 180170000, 170)		
Creation Date:	20/09/2015, 20:26		
Simulation Author:	Usuario		
Summary:			
Project Info (iProperties)			
Summary			
Project	Author	Usuario	
	Designer	Mickael Melo	
	Cost	\$ 19,64	
	Date Created	20/09/2015	
Status	Design Status	WorkInProgress	
Physical	Material	Corrugated cardboard	
	Density	0,608958 g/cm ³	
	Mass	7,46994 kg	
	Area	22177,4 cm ²	
	Volume	12266,8 cm ³	
	Center of Gravity	x	x=-0,774025 cm
		y	y=16,1818 cm
z		z=0,00145585 cm	
Note: Physical values could be different from Physical values used by FEA reported below.			

Material(s)

Name	Corrugated cardboard	
General	Mass Density	0,608958 g/cm ³
	Yield Strength	48,9 MPa
	Ultimate Tensile Strength	79,8 MPa
	Young's Modulus	2,74 GPa
Stress	Poisson's Ratio	0,355 ul
	Shear Modulus	1,01107 GPa

Part Name(s) **Estructura truncada**

Operating conditions**Force:1**

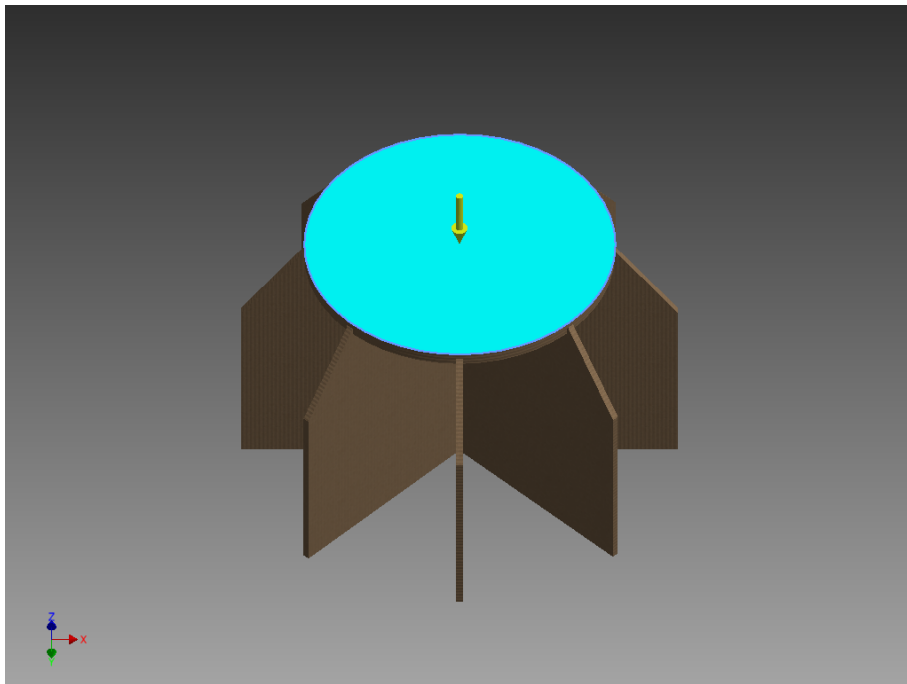
Load Type	Force
Magnitude	784.532 N
Vector X	-0.000 N
Vector Y	784.532 N
Vector Z	-0.000 N

*Datos resultantes de simulación mediante "Stress Analysis" del programa Inventor 2015.

Fuente: Autodesk Inventor 2015

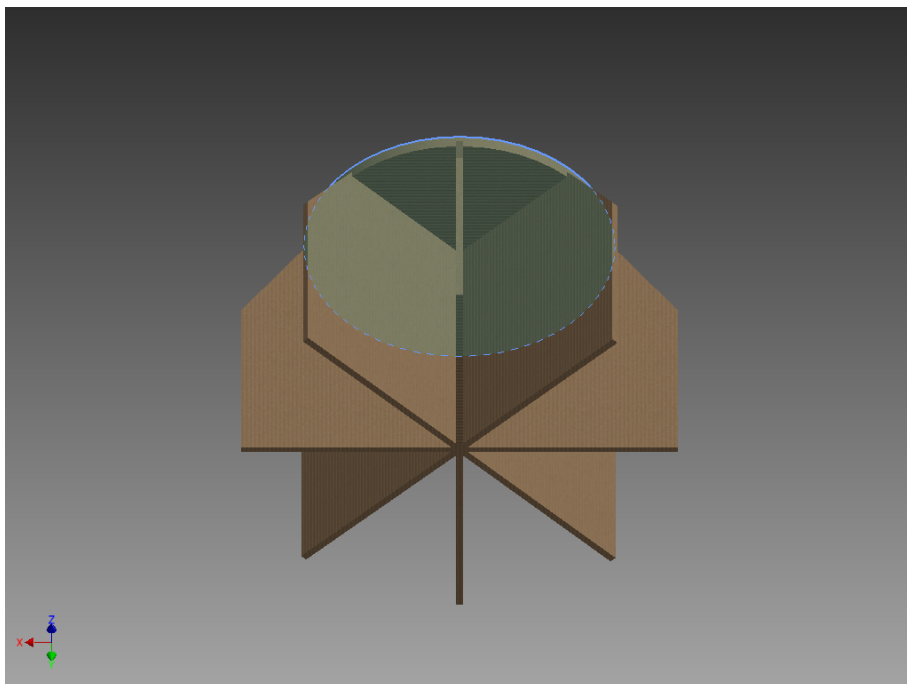
- Selected Face(s)

Ilustración 4.64. Caras seleccionadas



Fuente: Autor

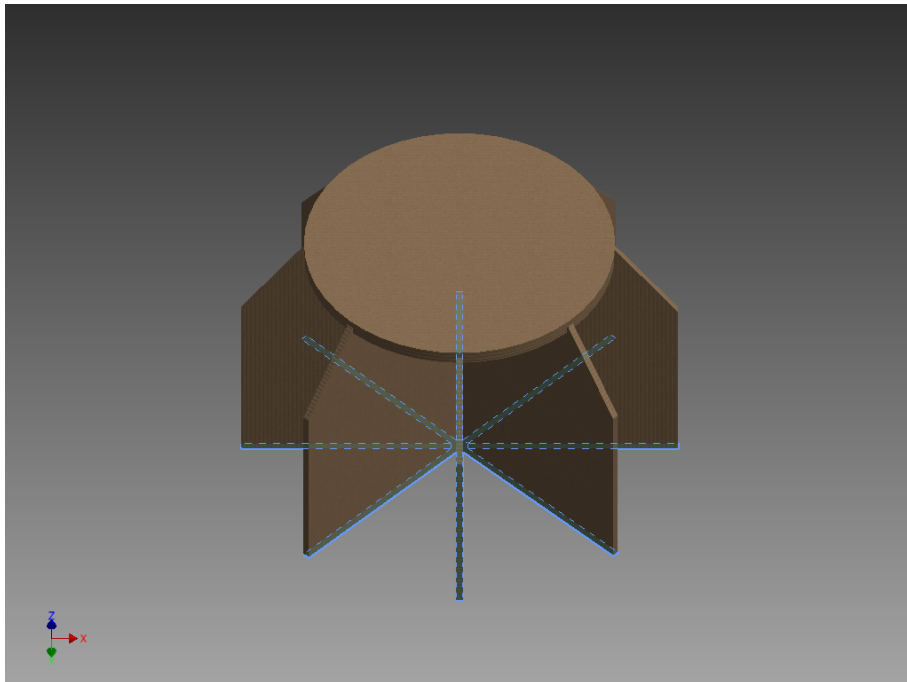
Ilustración 4.65. Caras seleccionadas



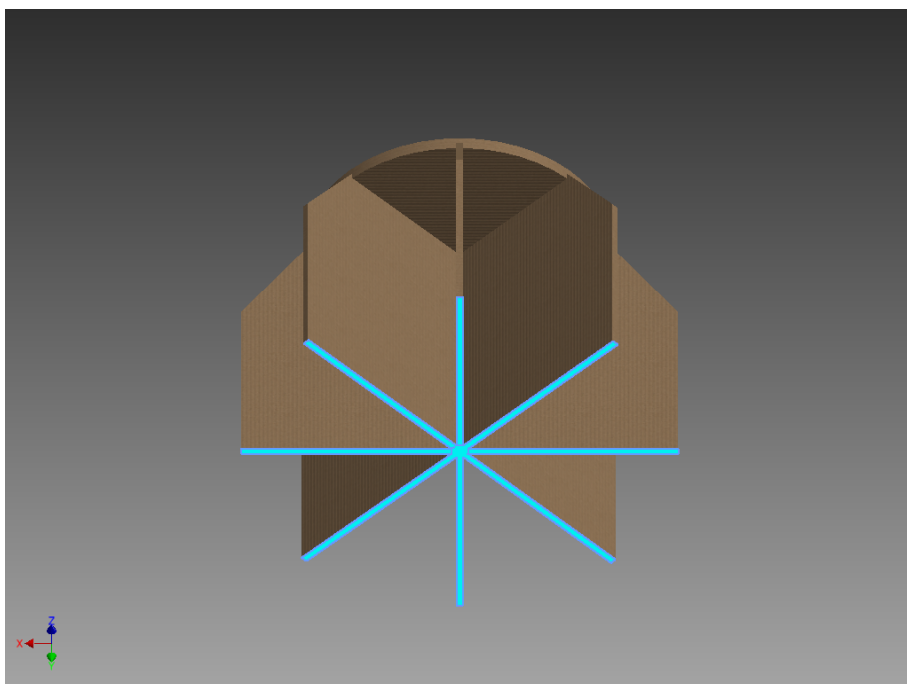
Fuente: Autor

Fixed Constraint:1

- Selected Face(s)

Ilustración 4.66. Caras seleccionadas

Fuente: Autor

Ilustración 4.67. Caras seleccionadas

Fuente: Autor

Tabla 4.4. Resultados prototipo II

Results				
Reaction Force and Moment on Constraints				
Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1		0 N		0 N m
	784,532 N	-784,532 N	0 N m	0 N m
		0 N		0 N m
1.5.3 Result Summary				
Name	Minimum	Maximum		
Volume	12266800 mm ³			
Mass	7,46994 kg			
Von Mises Stress	0,000567701 MPa	12,1297 MPa		
1st Principal Stress	-14,4292 MPa	5,95509 MPa		
3rd Principal Stress	-26,699 MPa	2,65321 MPa		
Displacement	0 mm	0,0161318 mm		
Safety Factor	4,03142 ul	15 ul		
Stress XX	-26,4474 MPa	5,70467 MPa		
Stress XY	-1,40137 MPa	1,56893 MPa		
Stress XZ	-2,98053 MPa	1,70222 MPa		
Stress YY	-14,6364 MPa	2,82059 MPa		
Stress YZ	-0,25607 MPa	2,84372 MPa		
Stress ZZ	-14,7588 MPa	2,67115 MPa		
X Displacement	-0,00713275 mm	0,00682677 mm		
Y Displacement	-0,0000000659052 mm	0,0150105 mm		
Z Displacement	-0,00738174 mm	0,00693777 mm		
Equivalent Strain	0,00000018733 ul	0,00487386 ul		
1st Principal Strain	-0,00000362733 ul	0,00165675 ul		
3rd Principal Strain	-0,00596826 ul	-0,00000014738 ul		
Strain XX	-0,00584383 ul	0,00142673 ul		
Strain XY	-0,000693012 ul	0,000775876 ul		
Strain XZ	-0,00147395 ul	0,000841792 ul		
Strain YY	-0,0000904188 ul	0,0000683732 ul		
Strain YZ	-0,000126633 ul	0,00140629 ul		
Strain ZZ	-0,00313891 ul	0,000592985 ul		

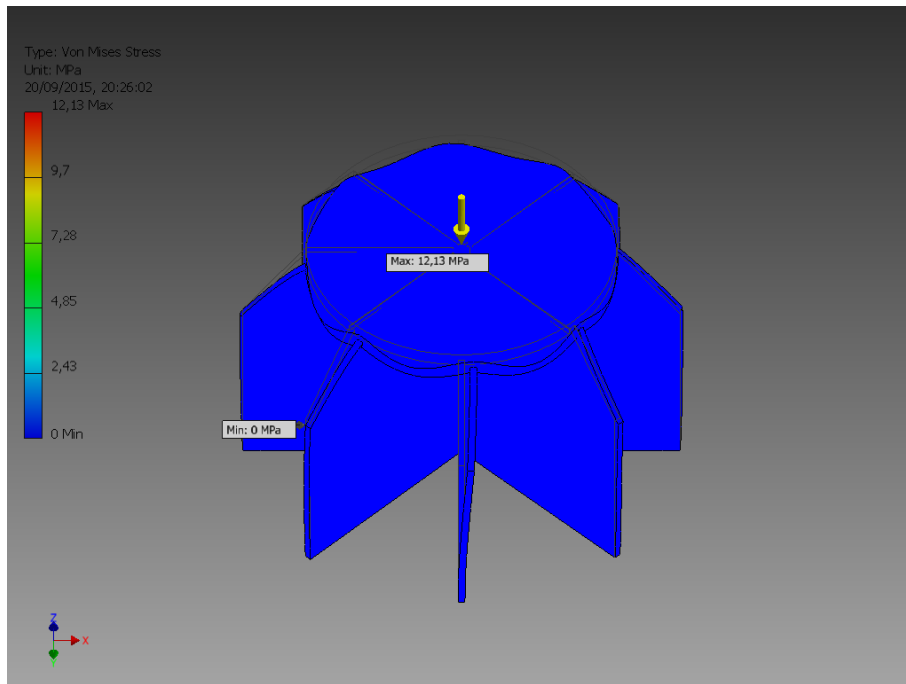
*Datos resultantes de simulación mediante "Stress Analysis" del programa Inventor 2015.

Fuente: Autodesk Inventor 2015

Figures

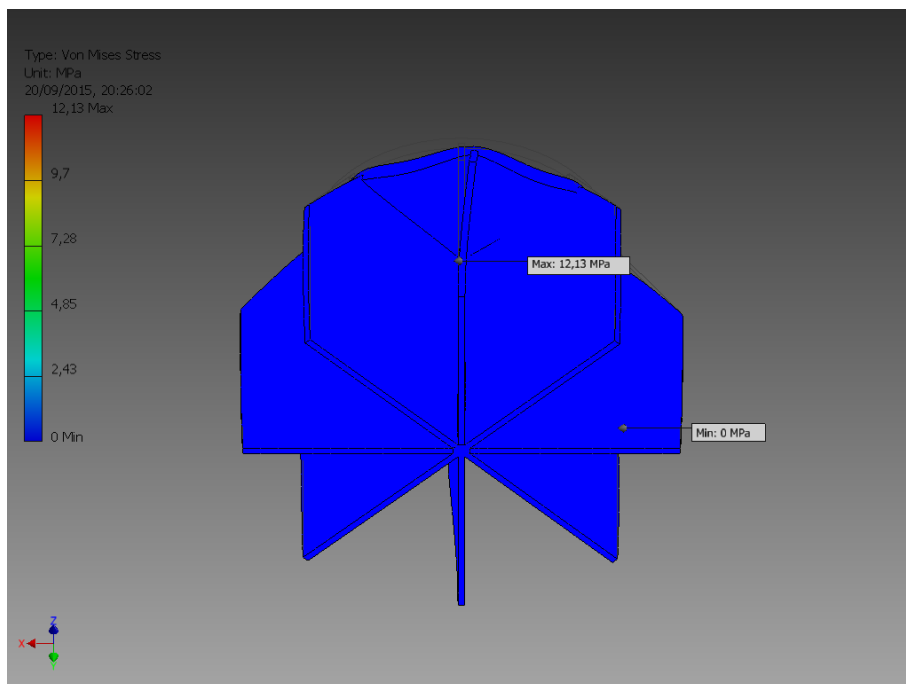
- Von Mises Stress

Ilustración 4.68. Tensión Von Mises máxima



Fuente: Autor

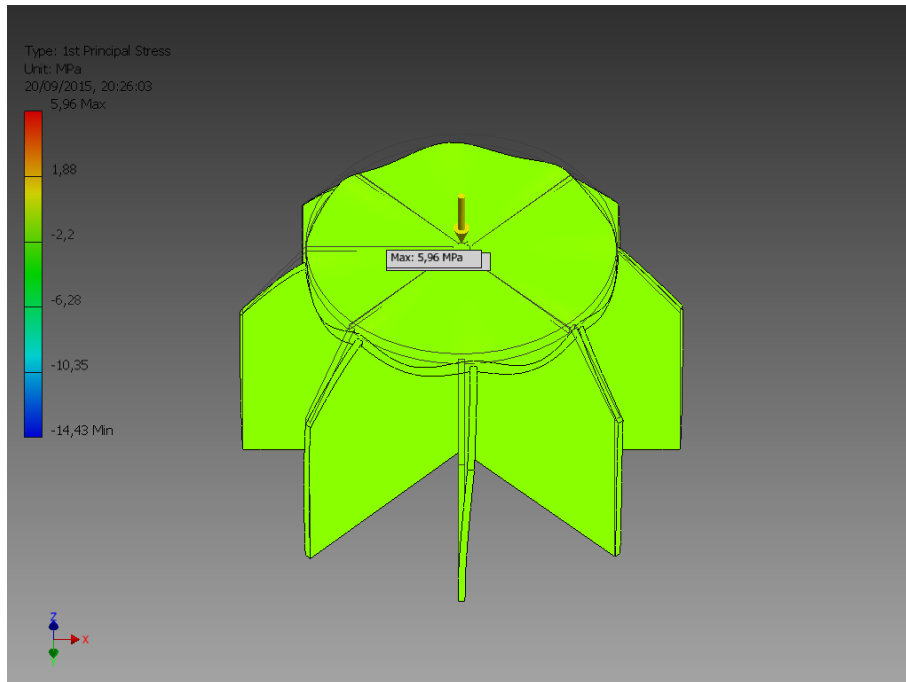
Ilustración 4.69. Tensión Von Mises mínima



Fuente: Autor

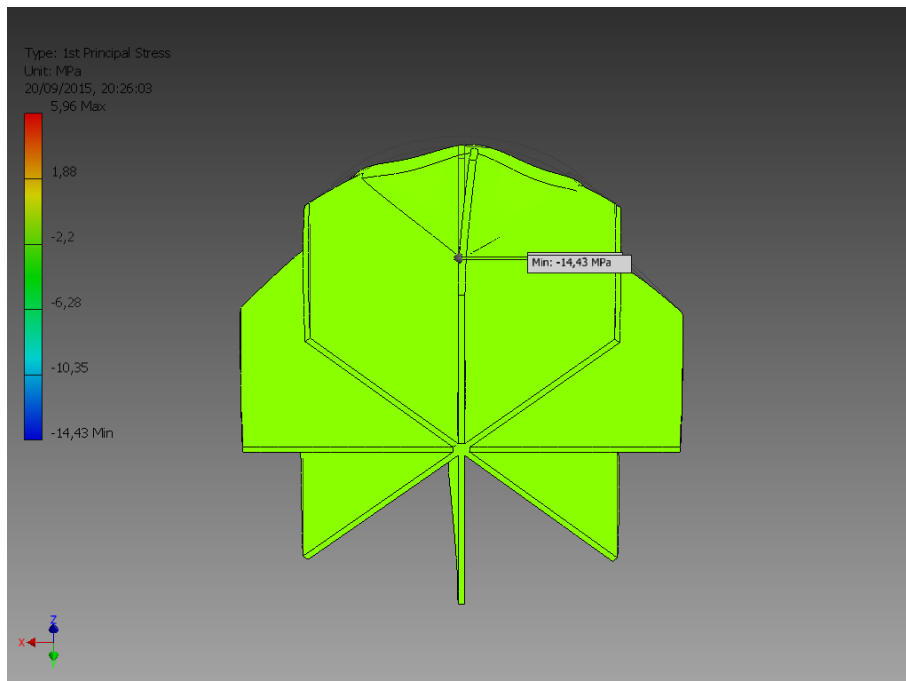
- 1st Principal Stress

Ilustración 4.70. Primera tensión principal máxima



Fuente: Autor

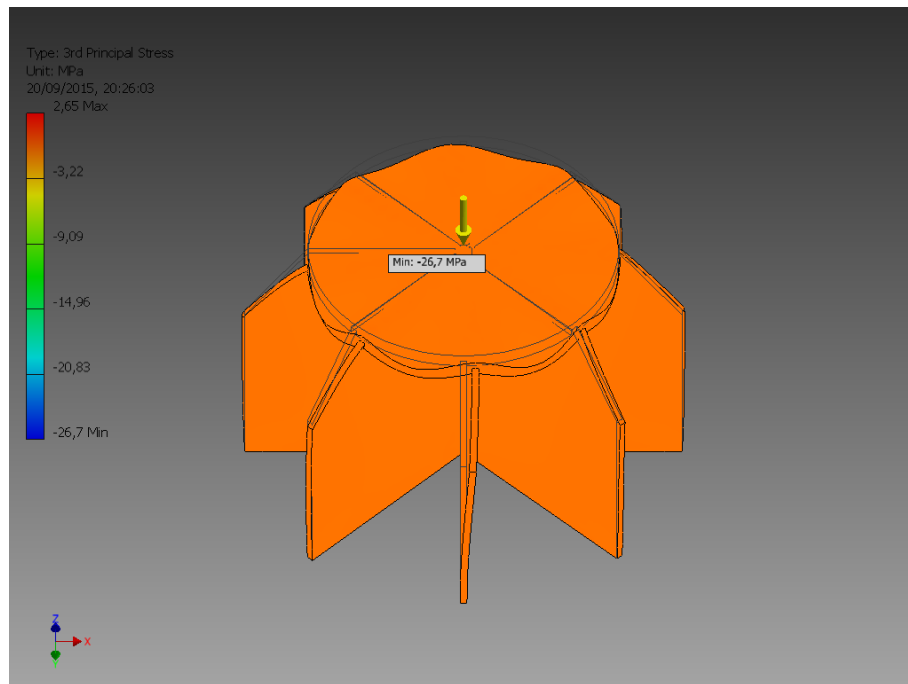
Ilustración 4.71. Primera tensión principal mínima



Fuente: Autor

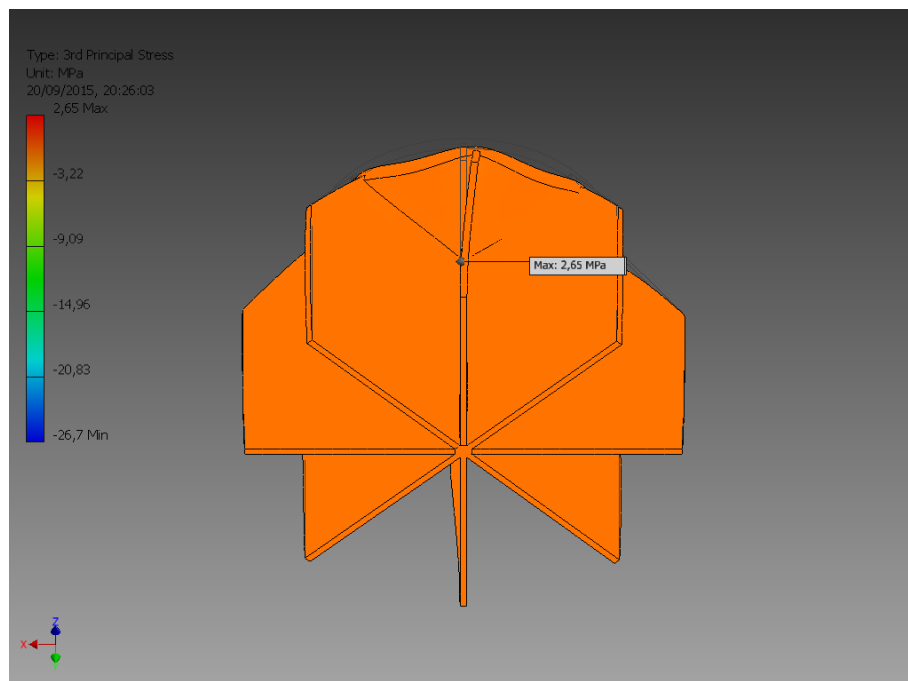
- 3rd Principal Stress

Ilustración 4.72. Tercera tensión principal mínima



Fuente: Autor

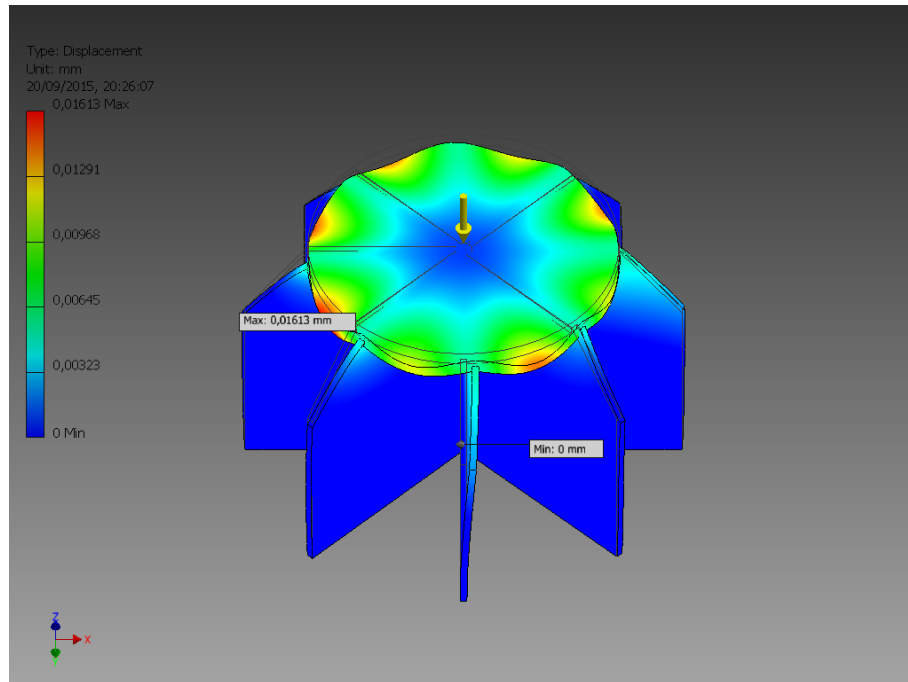
Ilustración 4.73. Tercera tensión principal máxima



Fuente: Autor

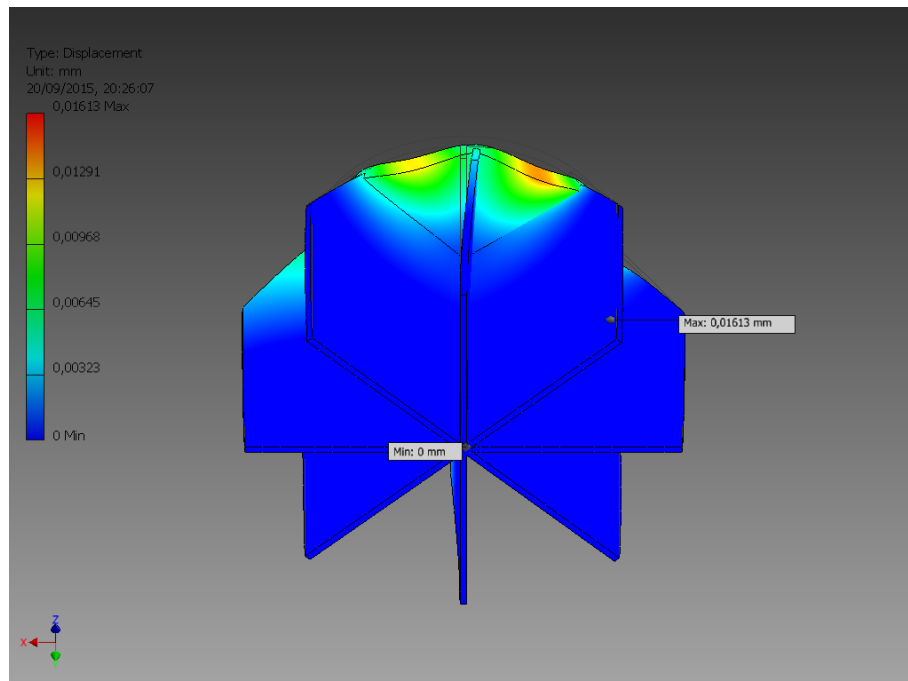
- Displacement

Ilustración 4.74. Desplazamiento máximo



Fuente: Autor

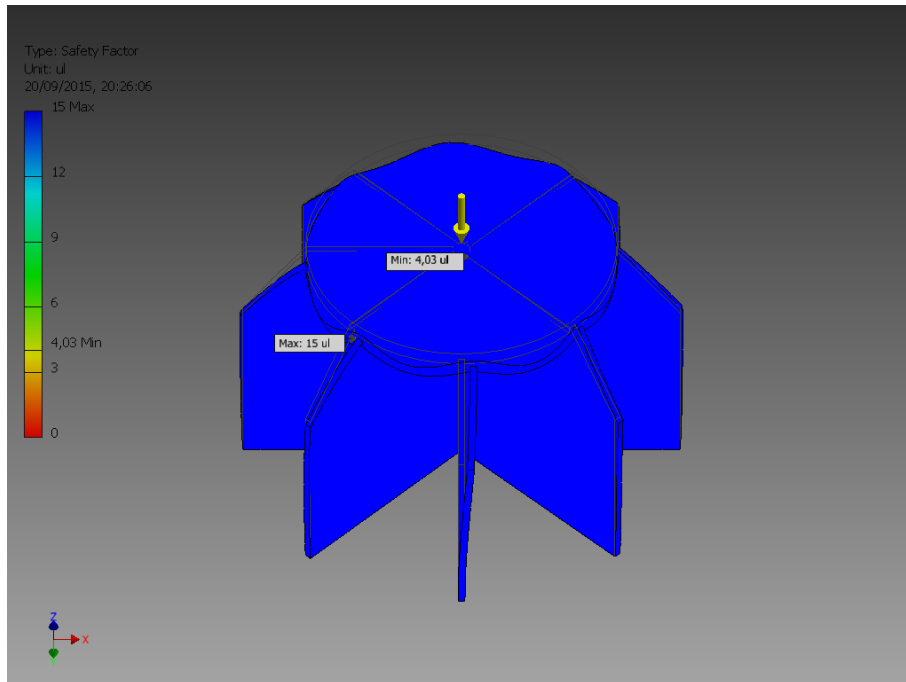
Ilustración 4.75. Desplazamiento mínimo



Fuente: Autor

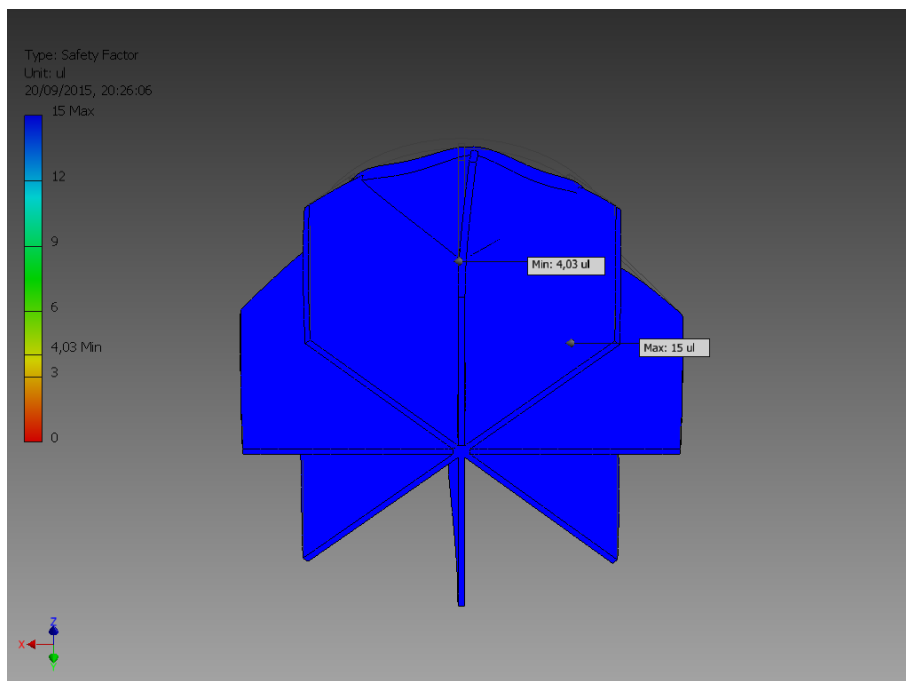
- Safety Factor

Ilustración 4.76. Factor de seguridad



Fuente: Autor

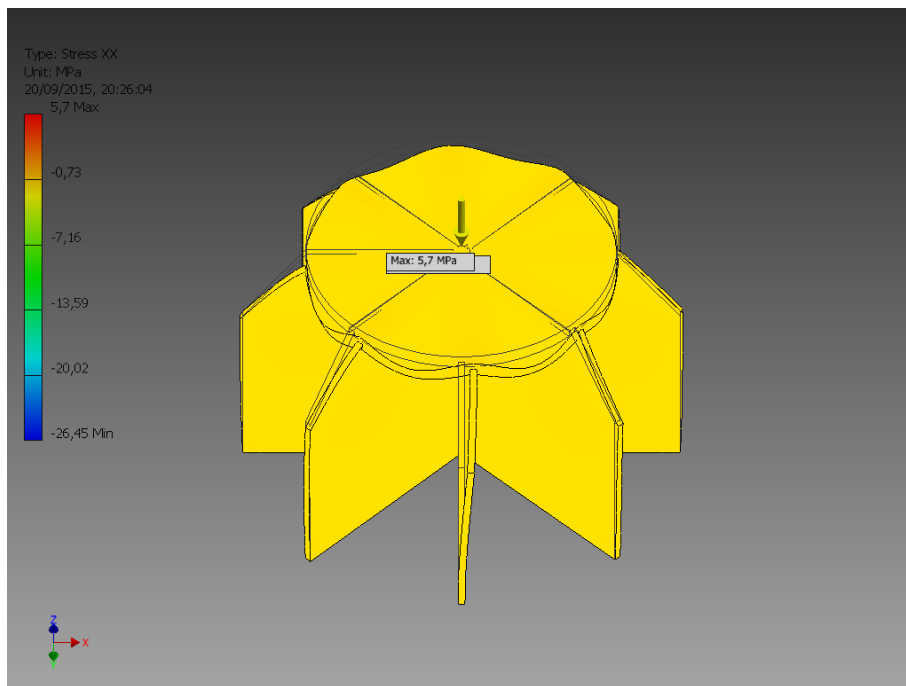
Ilustración 4.77. Factor de seguridad



Fuente: Autor

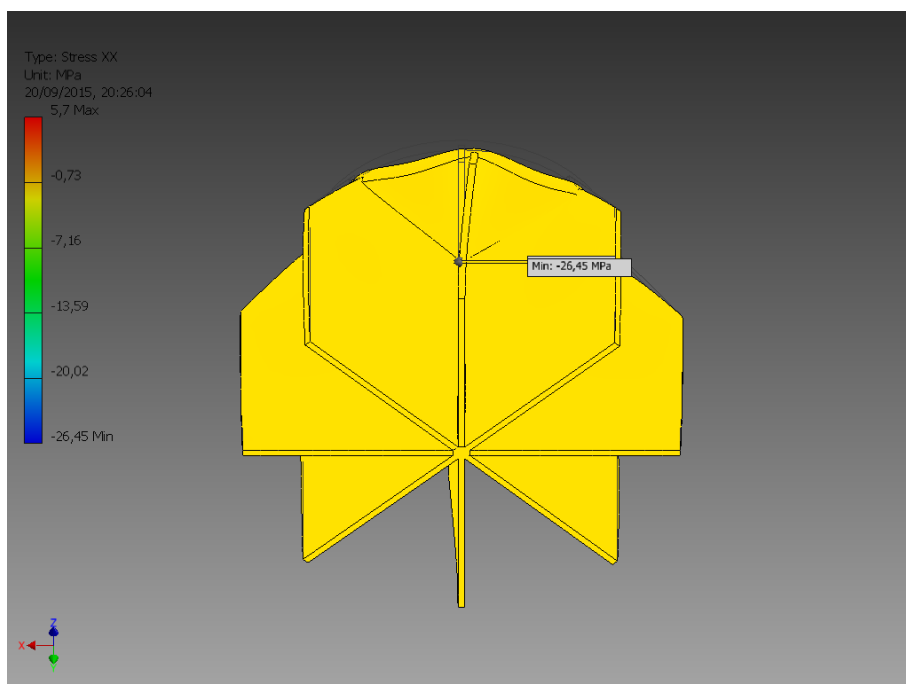
- Stress XX

Ilustración 4.78. Tensión XX máxima



Fuente: Autor

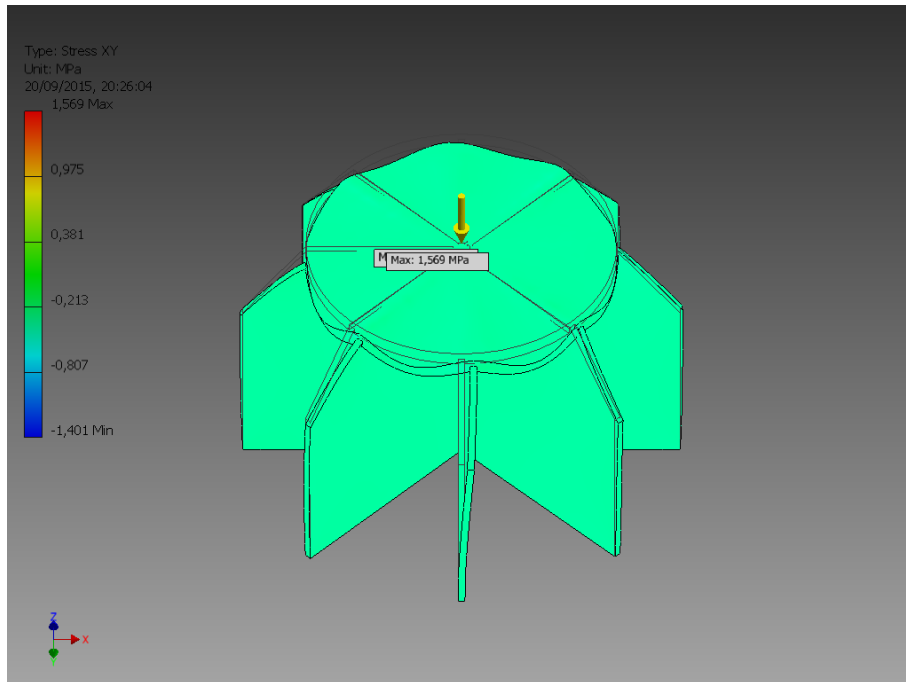
Ilustración 4.79. Tensión XX mínima



Fuente: Autor

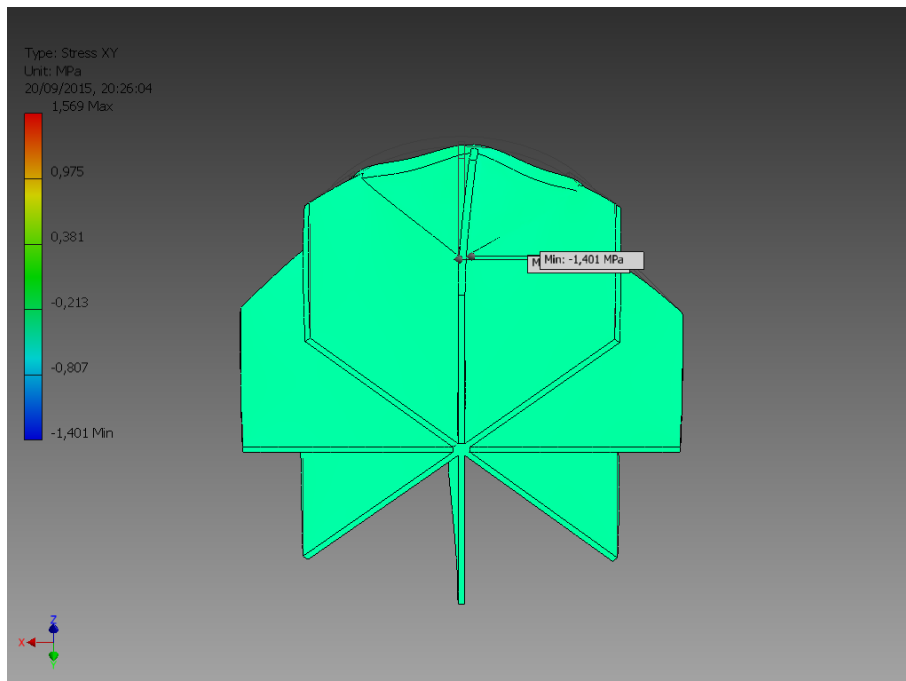
- Stress XY

Ilustración 4.80. Tensión XY máxima



Fuente: Autor

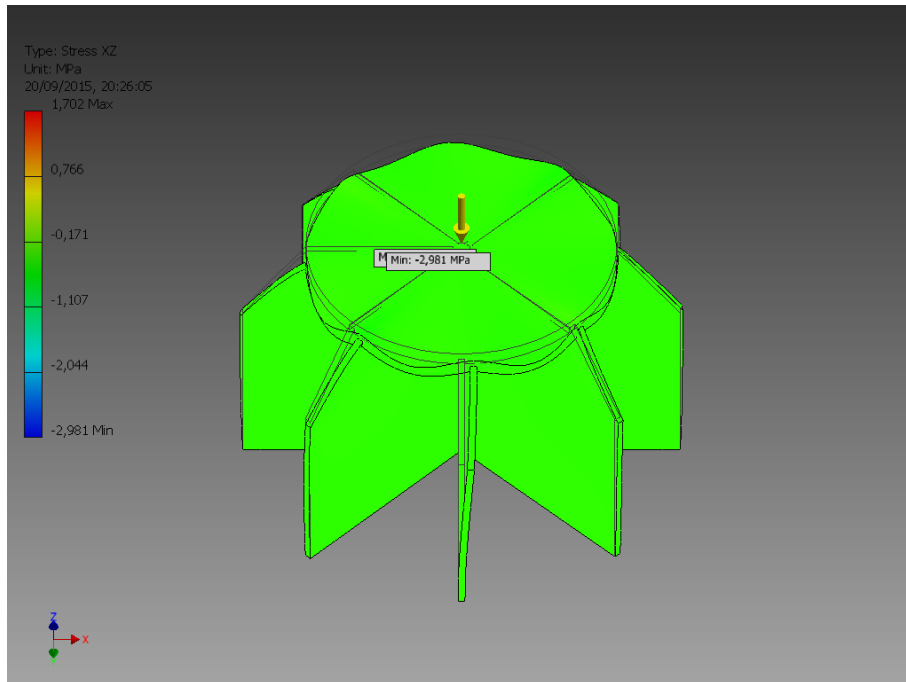
Ilustración 4.81. Tensión XY mínima



Fuente: Autor

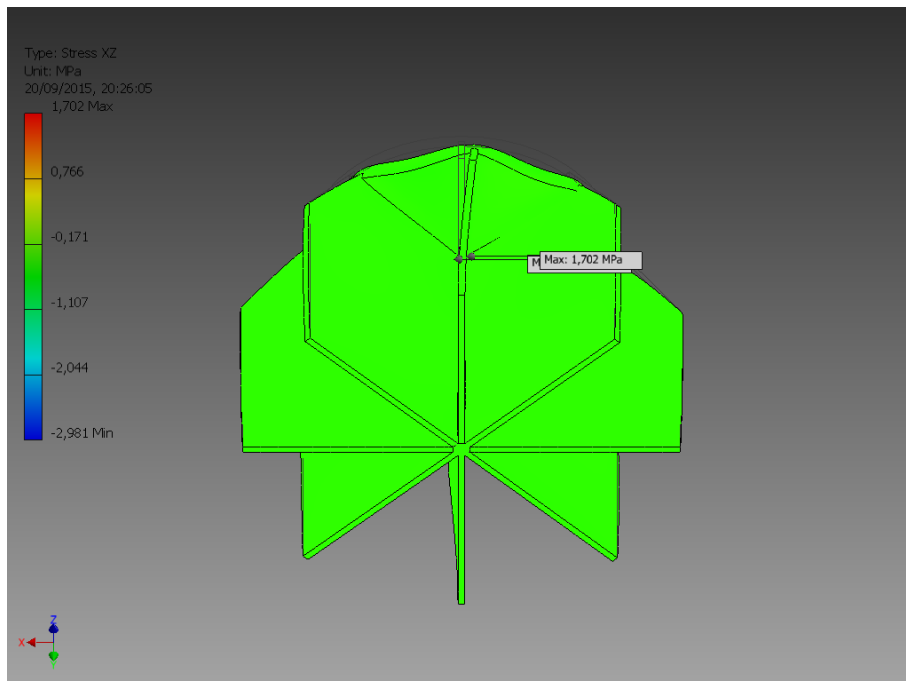
- Stress XZ

Ilustración 4.82. Tensión XZ mínima



Fuente: Autor

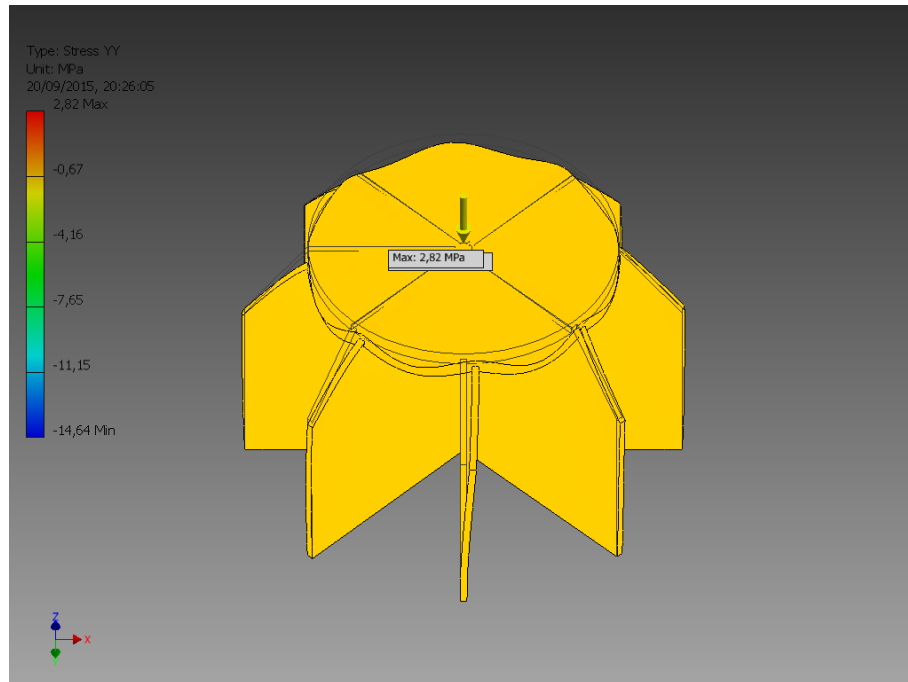
Ilustración 4.83. Tensión XZ máxima



Fuente: Autor

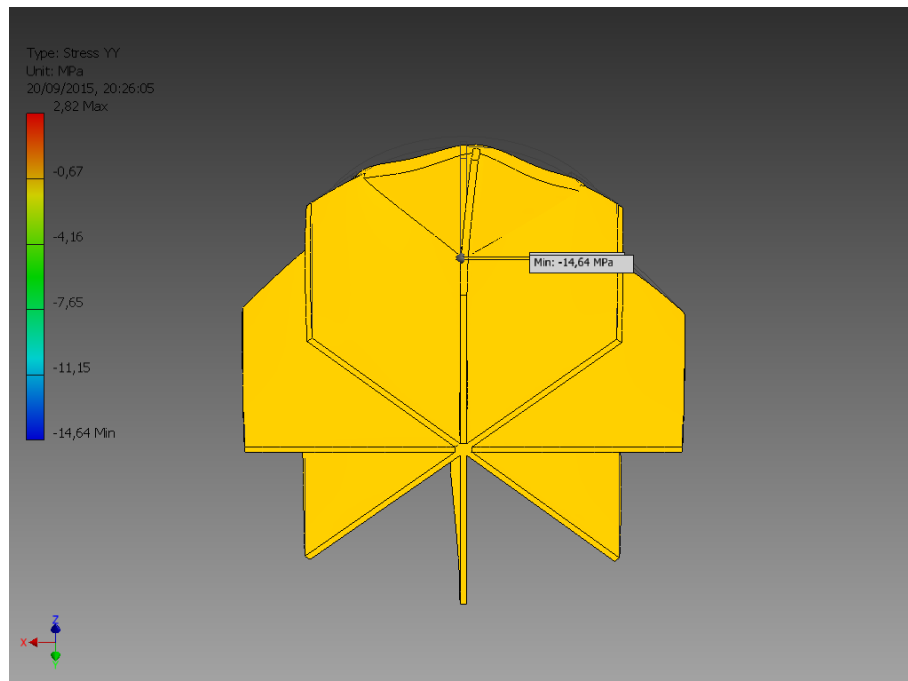
- Stress YY

Ilustración 4.84. Tensión YY máxima



Fuente: Autor

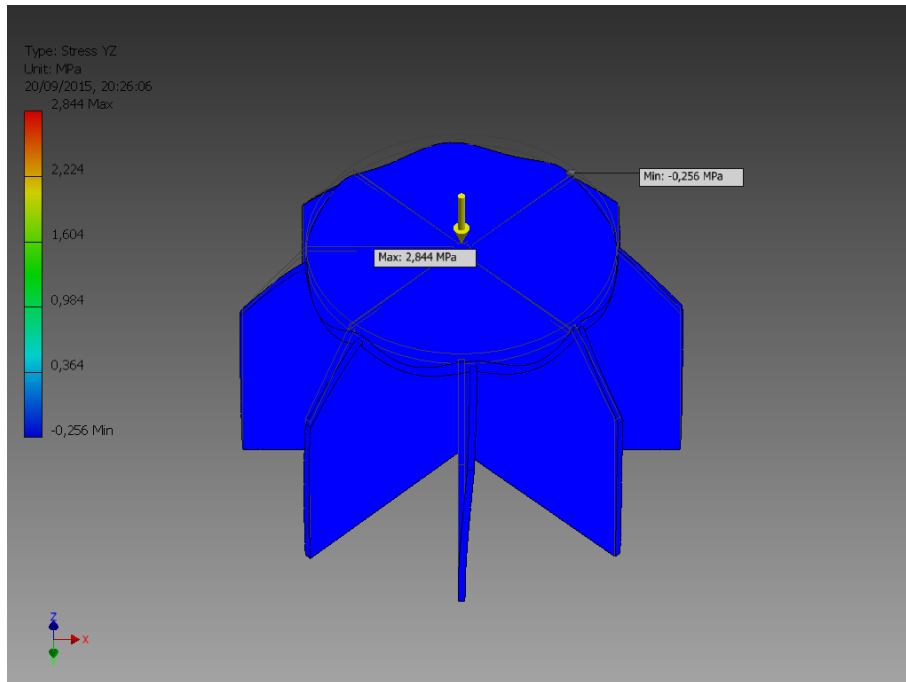
Ilustración 4.85. Tensión YY mínima



Fuente: Autor

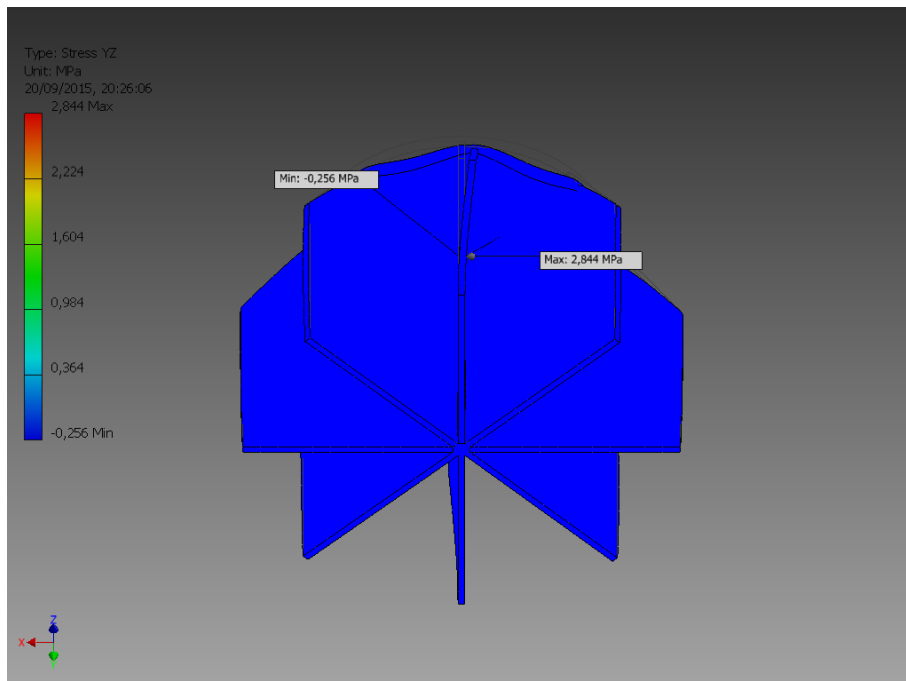
- Stress YZ

Ilustración 4.86. Tensión YZ máxima



Fuente: Autor

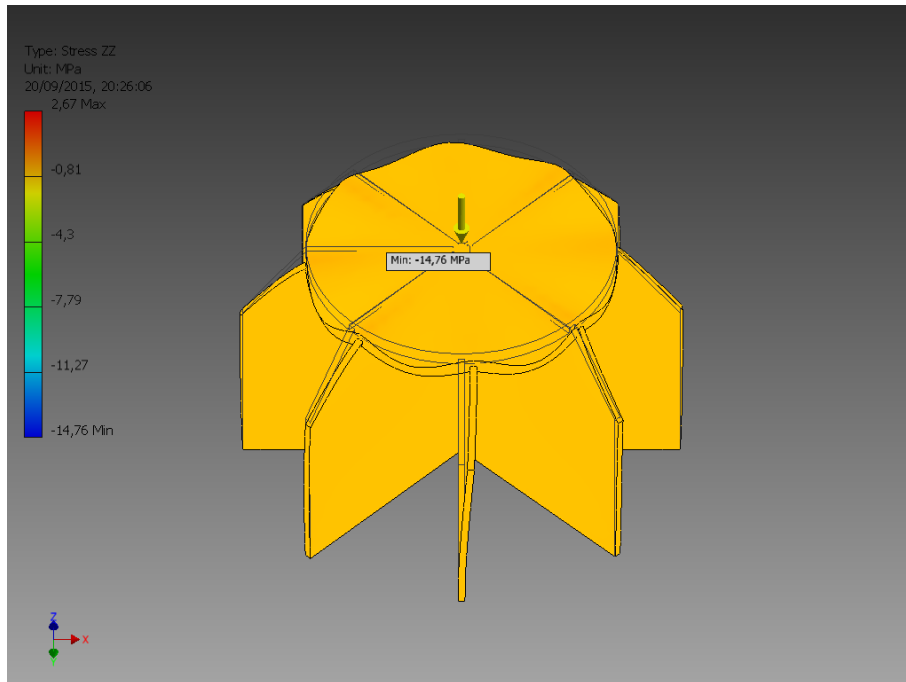
Ilustración 4.87. Tensión YZ mínima



Fuente: Autor

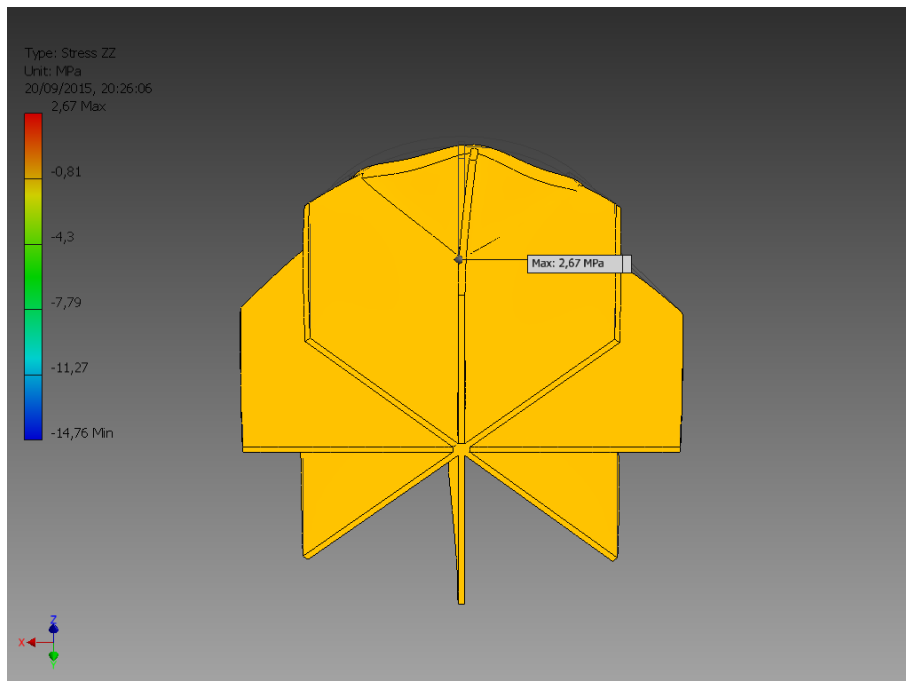
- Stress ZZ

Ilustración 4.88. Tensión ZZ mínima



Fuente: Autor

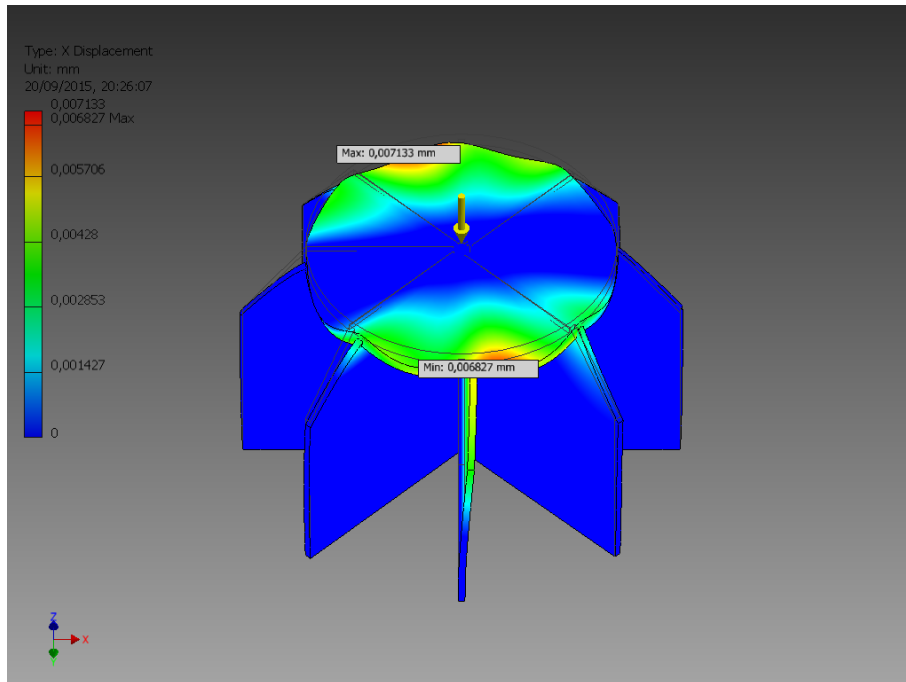
Ilustración 4.89. Tensión ZZ máxima



Fuente: Autor

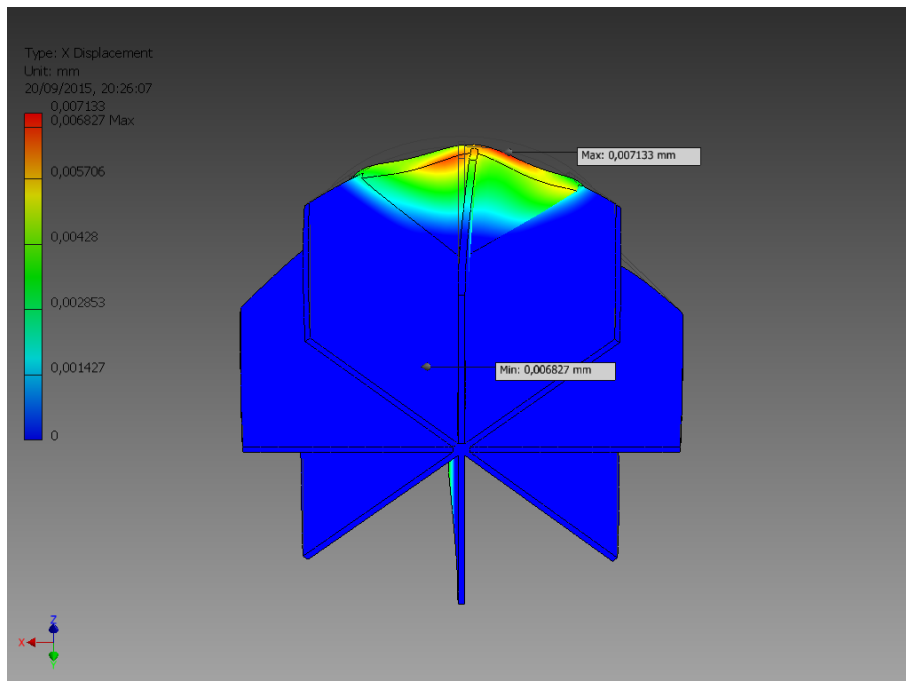
- X Displacement

Ilustración 4.90. Desplazamiento máximo en el eje X



Fuente: Autor

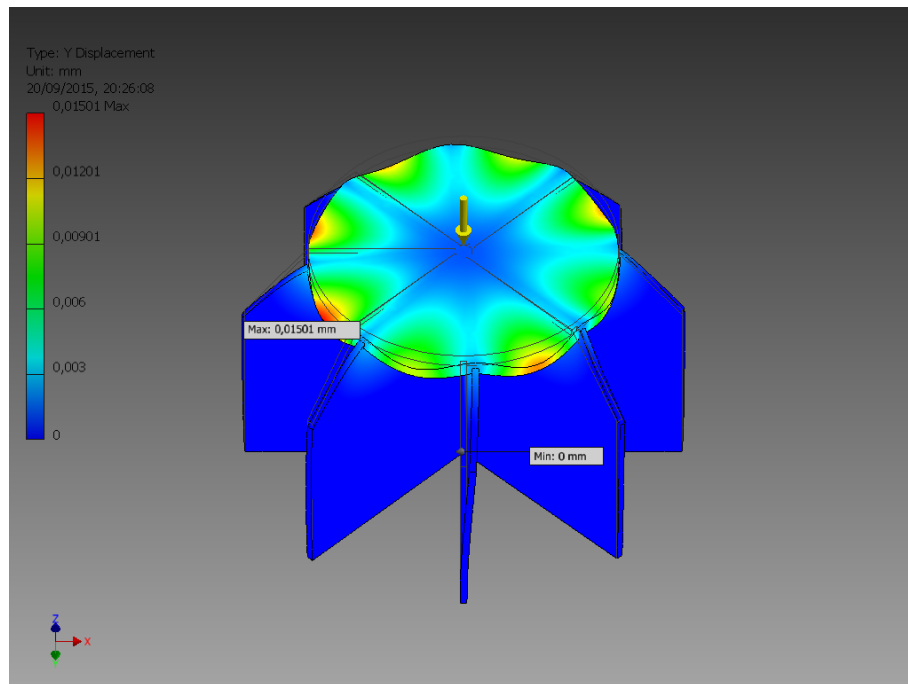
Ilustración 4.91. Desplazamiento mínimo en el eje X



Fuente: Autor

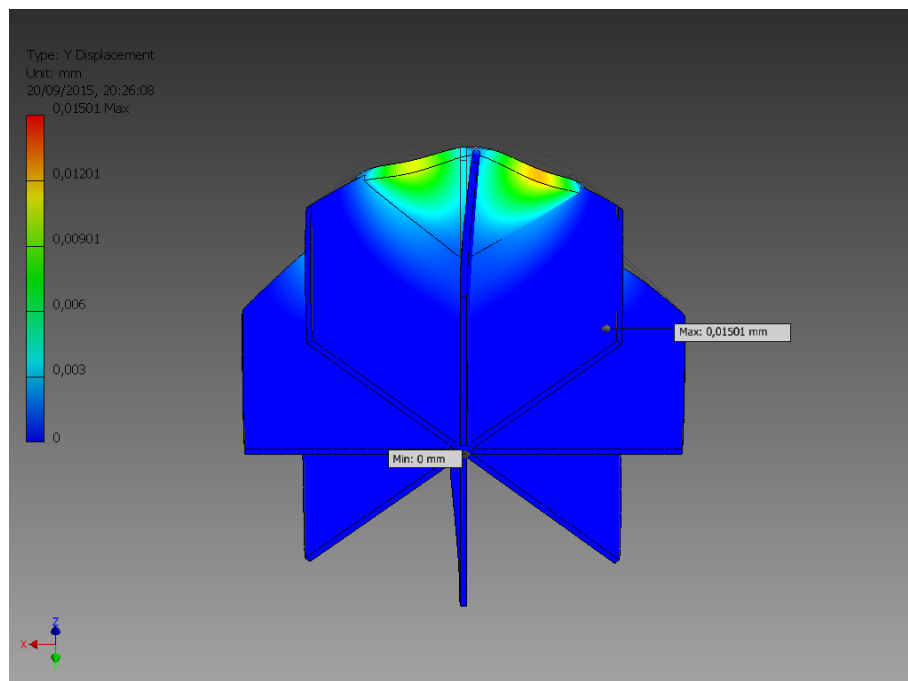
- Y Displacement

Ilustración 4.92. Desplazamiento máximo en el eje Y



Fuente: Autor

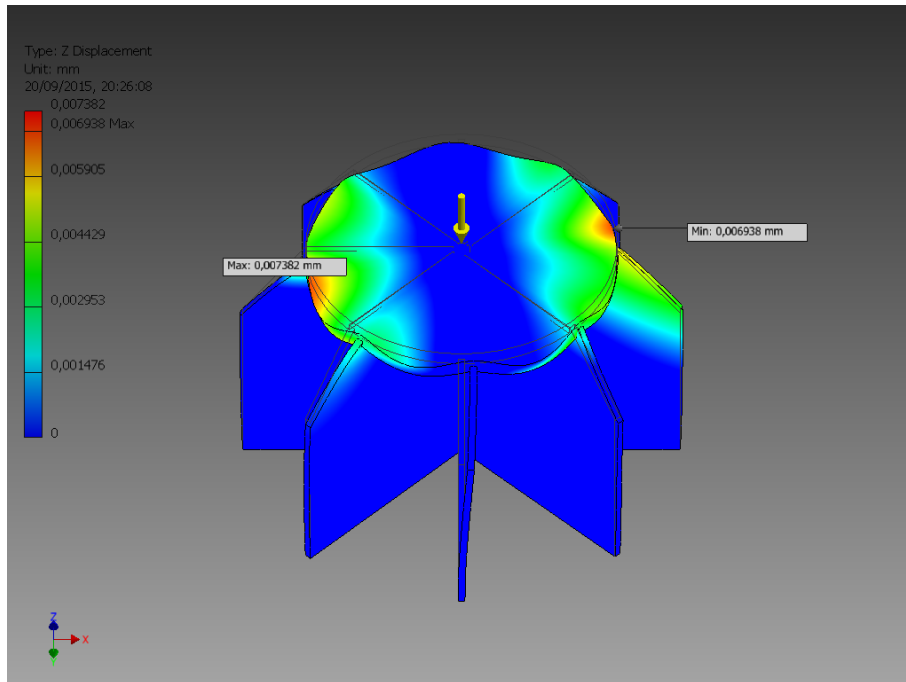
Ilustración 4.93. Desplazamiento mínimo en el eje Y



Fuente: Autor

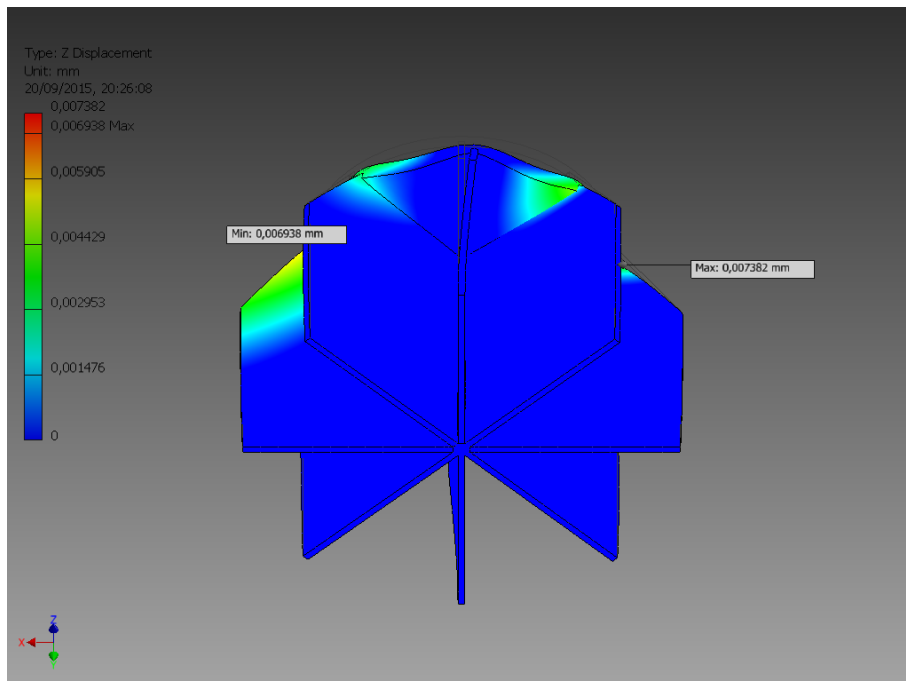
- Z Displacement

Ilustración 4.94. Desplazamiento máximo en el eje Z



Fuente: Autor

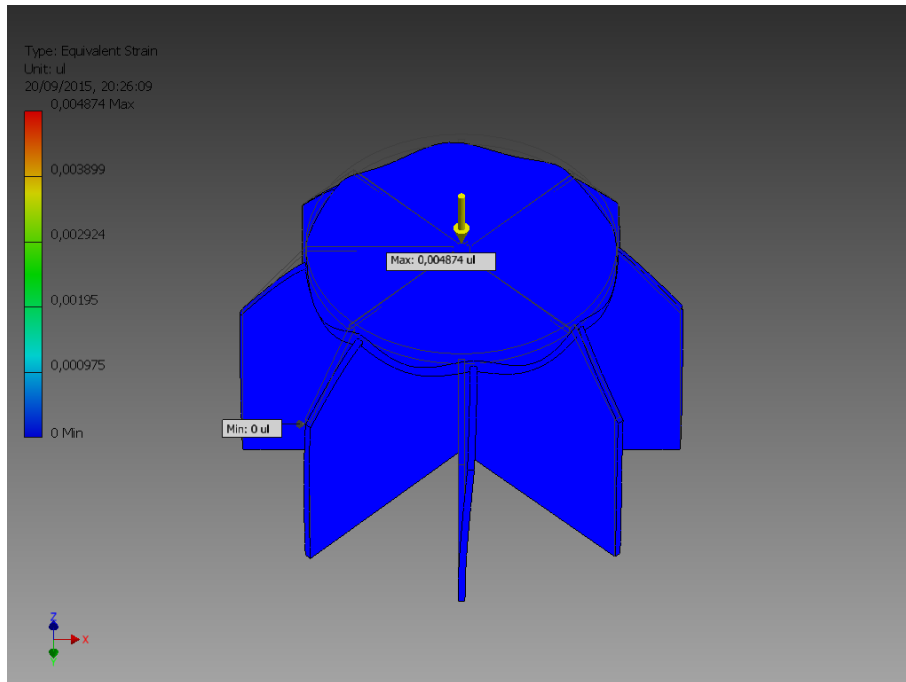
Ilustración 4.95. Desplazamiento mínimo en el eje Z



Fuente: Autor

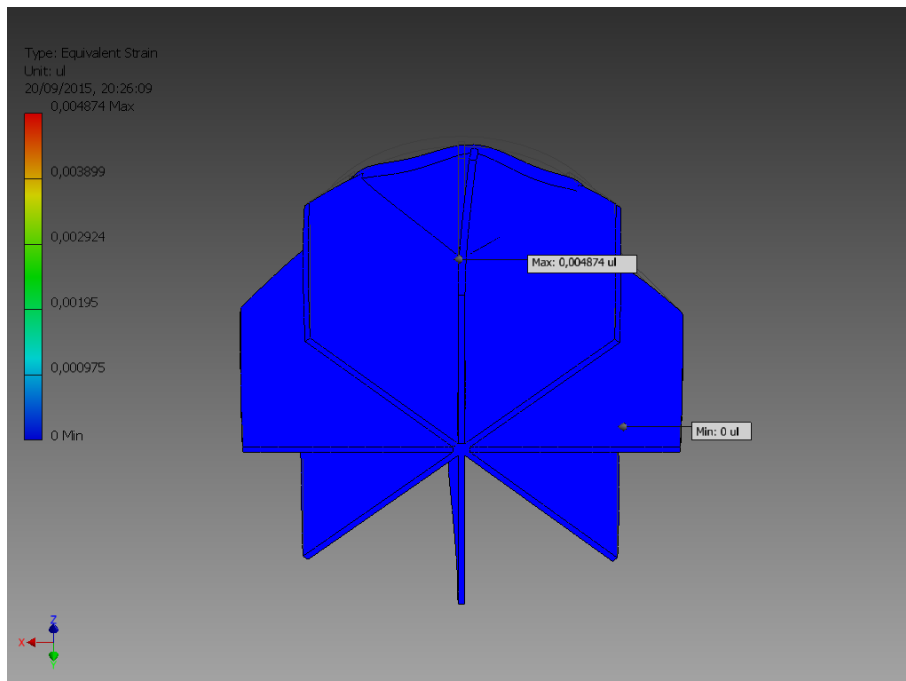
- Equivalent Strain

Ilustración 4.96. Deformación equivalente



Fuente: Autor

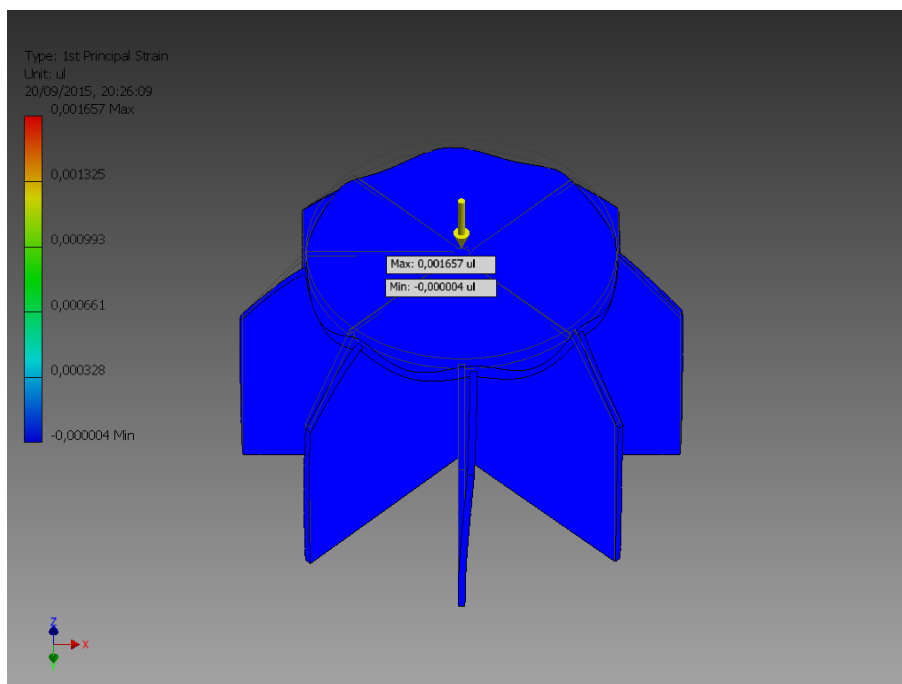
Ilustración 4.97. Deformación equivalente



Fuente: Autor

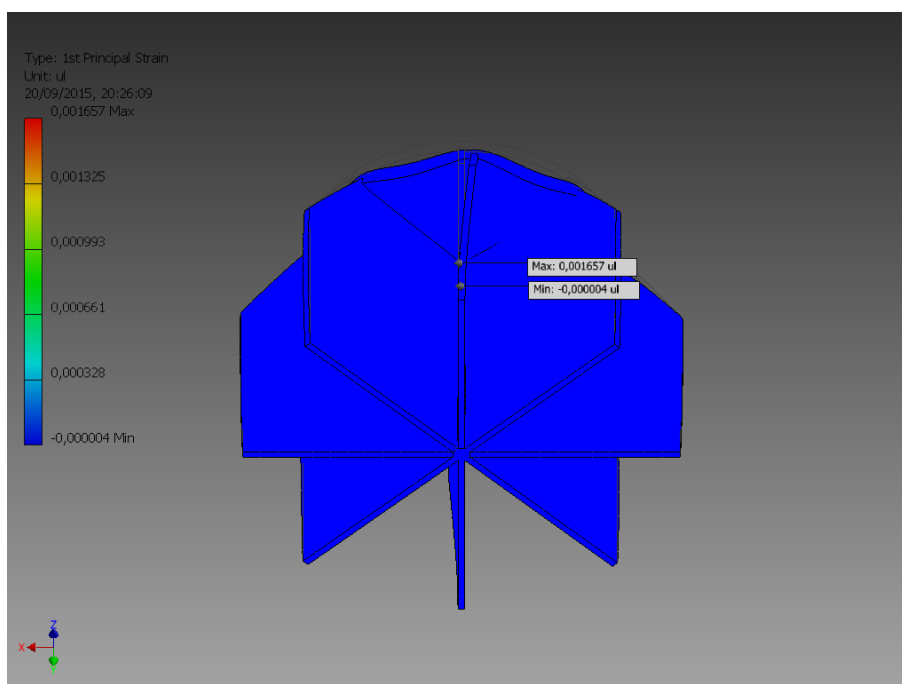
- 1st Principal Strain

Ilustración 4.98. Primera deformación principal



Fuente: Autor

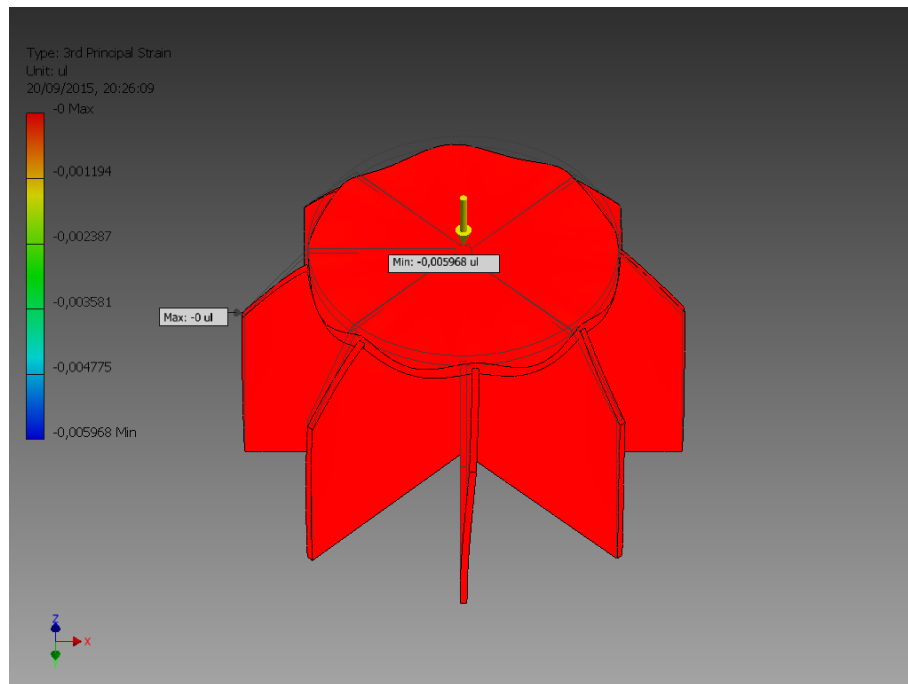
Ilustración 4.99. Primera deformación principal



Fuente: Autor

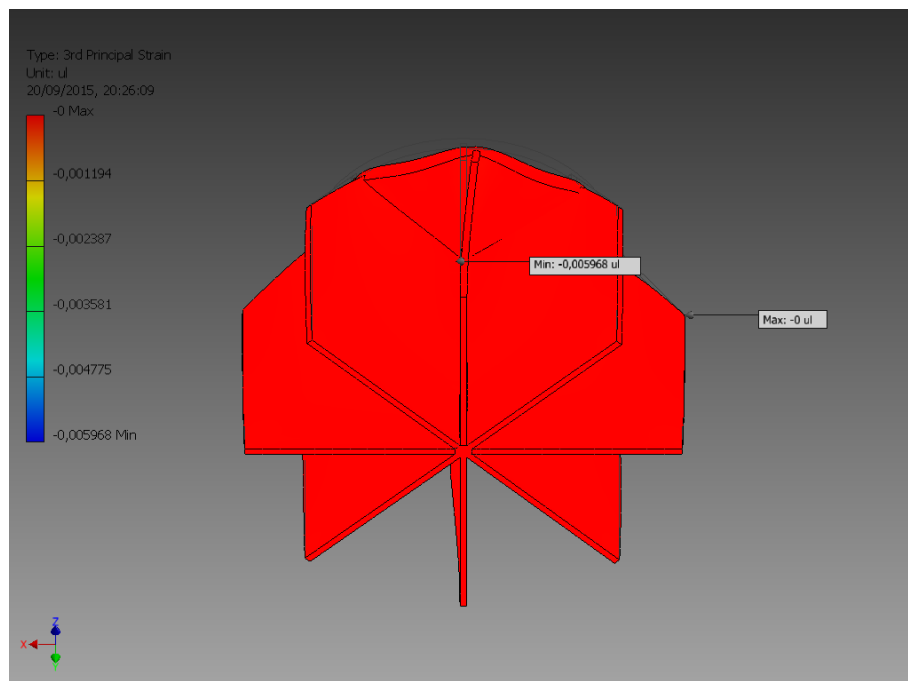
- 3rd Principal Strain

Ilustración 4.100. Tercera deformación principal



Fuente: Autor

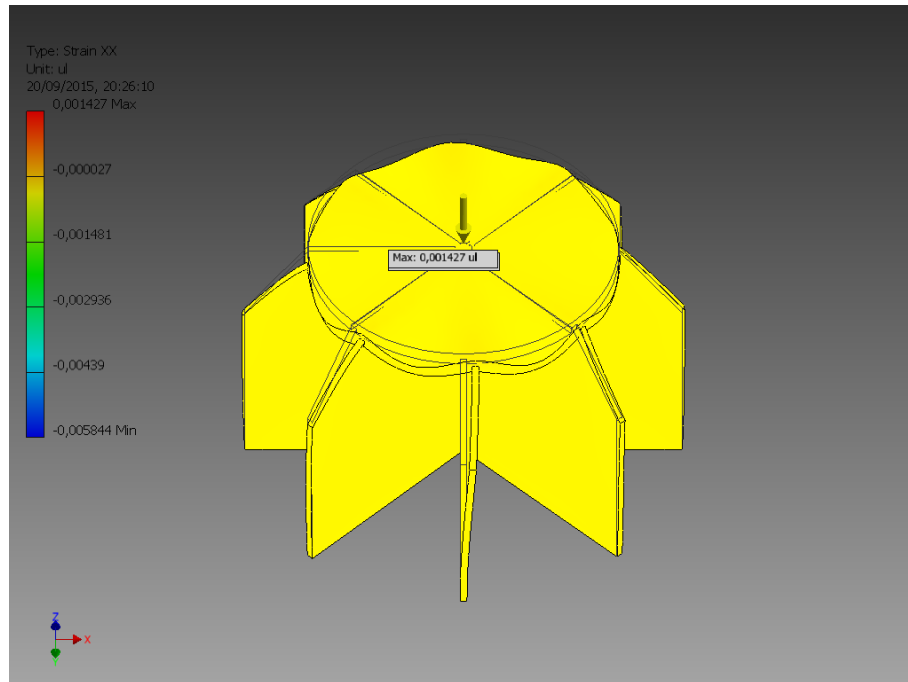
Ilustración 4.101. Tercera deformación principal



Fuente: Autor

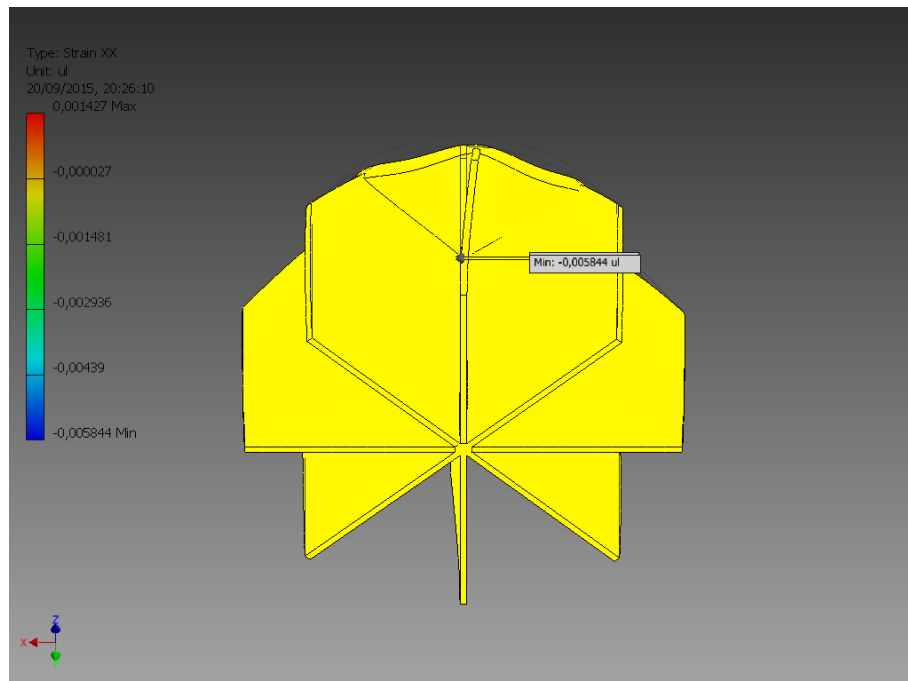
- Strain XX

Ilustración 4.102. Deformación XX máxima



Fuente: Autor

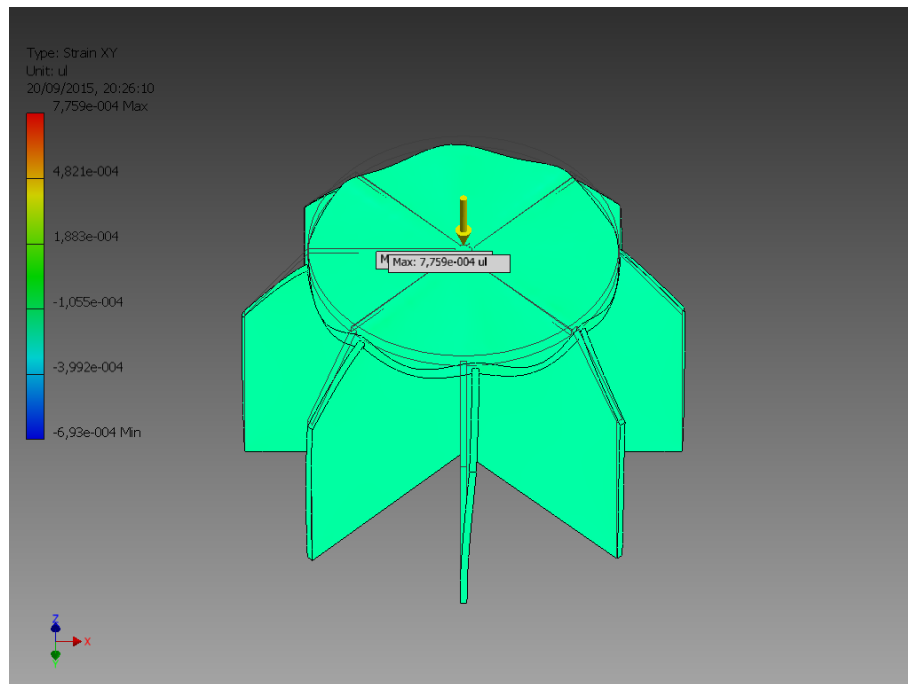
Ilustración 4.103. Deformación XX mínima



Fuente: Autor

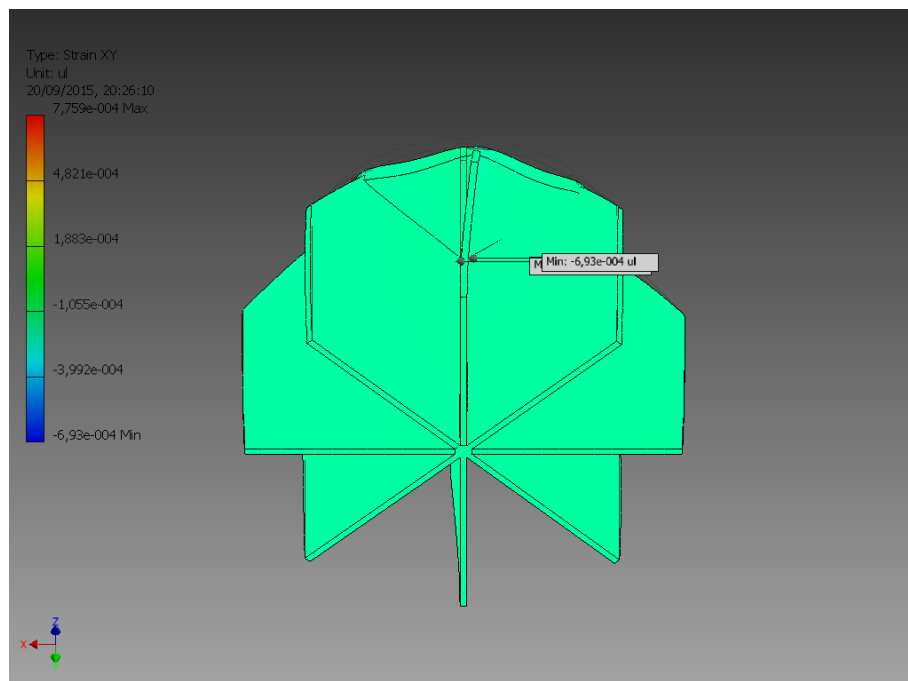
- Strain XY

Ilustración 4.104. Deformación XY máxima



Fuente: Autor

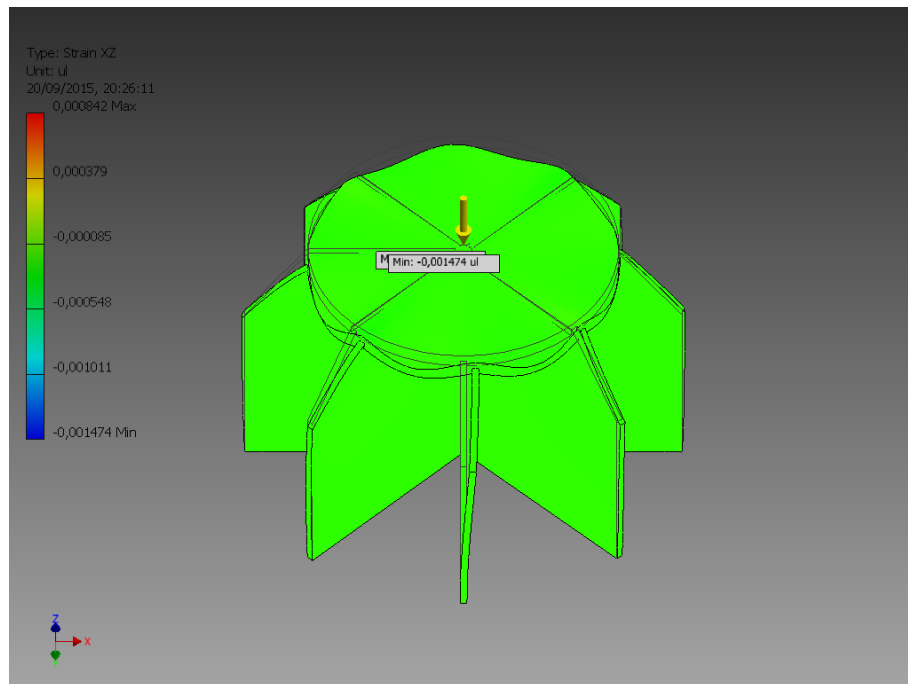
Ilustración 4.105. Deformación XY mínima



Fuente: Autor

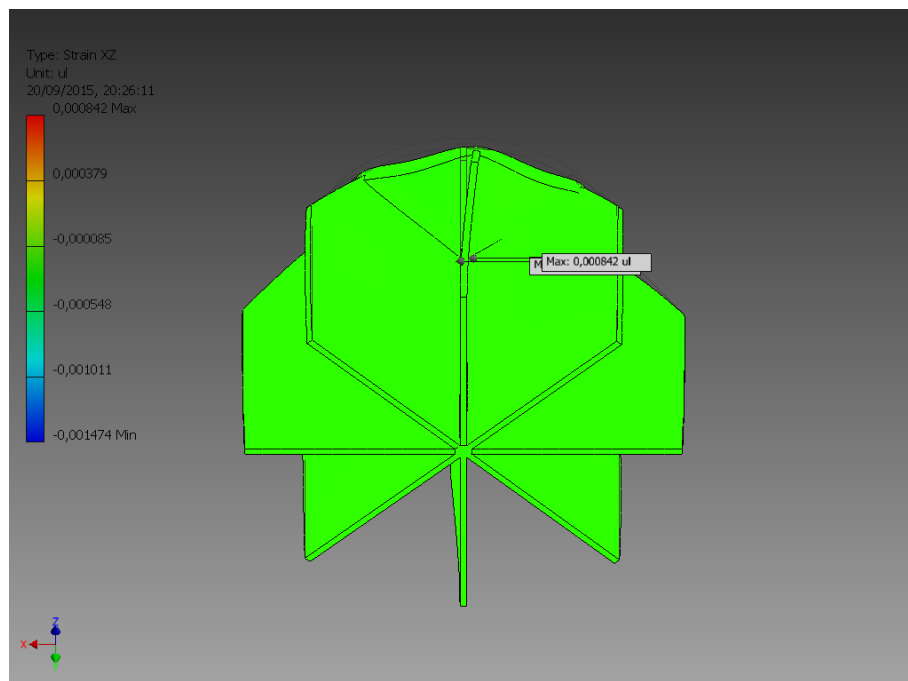
- Strain XZ

Ilustración 4.106. Deformación XZ máxima



Fuente: Autor

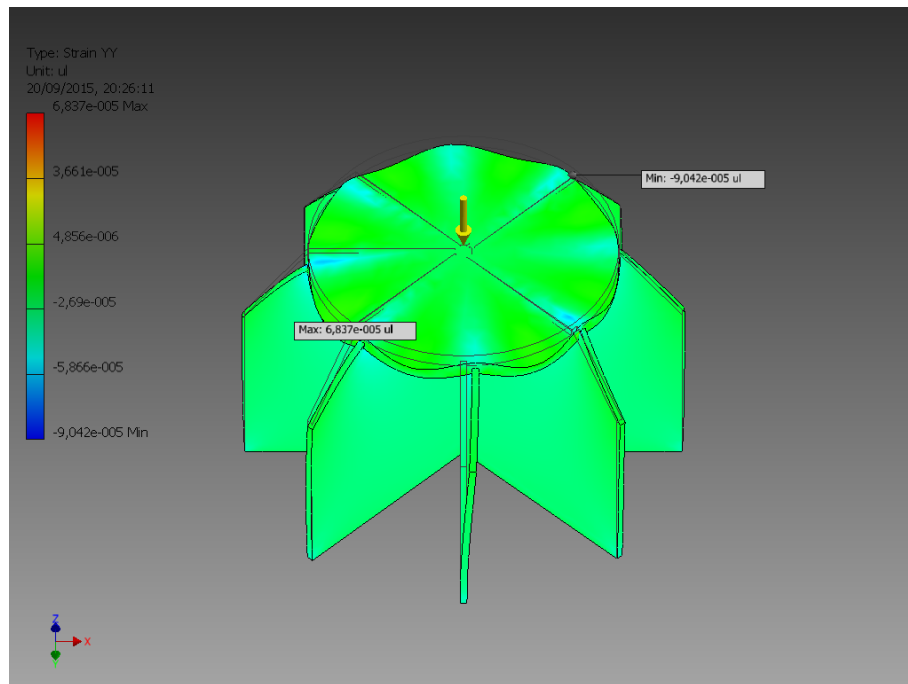
Ilustración 4.107. Deformación XZ mínima



Fuente: Autor

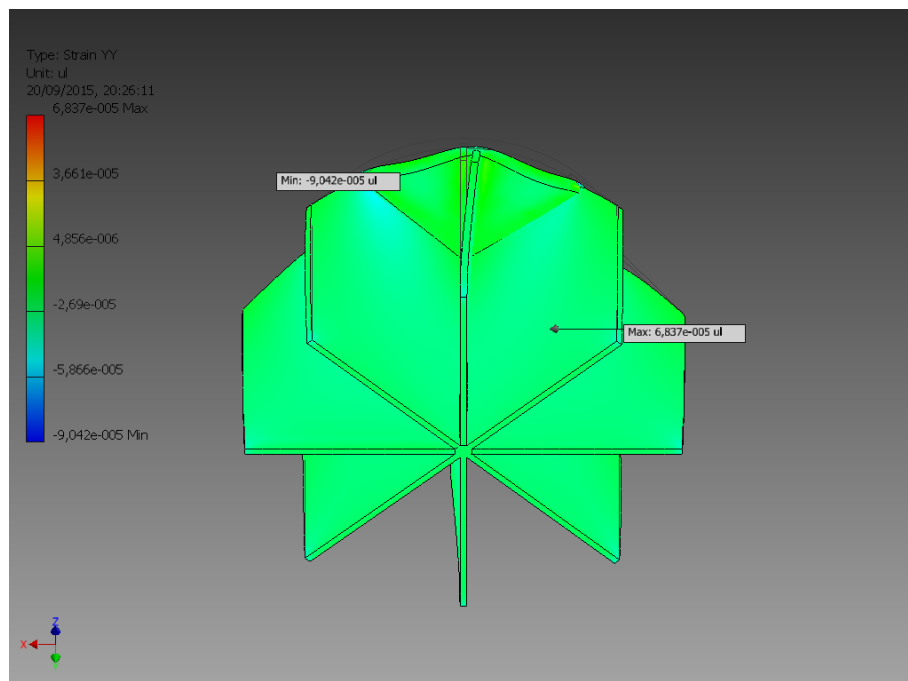
- Strain YY

Ilustración 4.108. Deformación YY máxima



Fuente: Autor

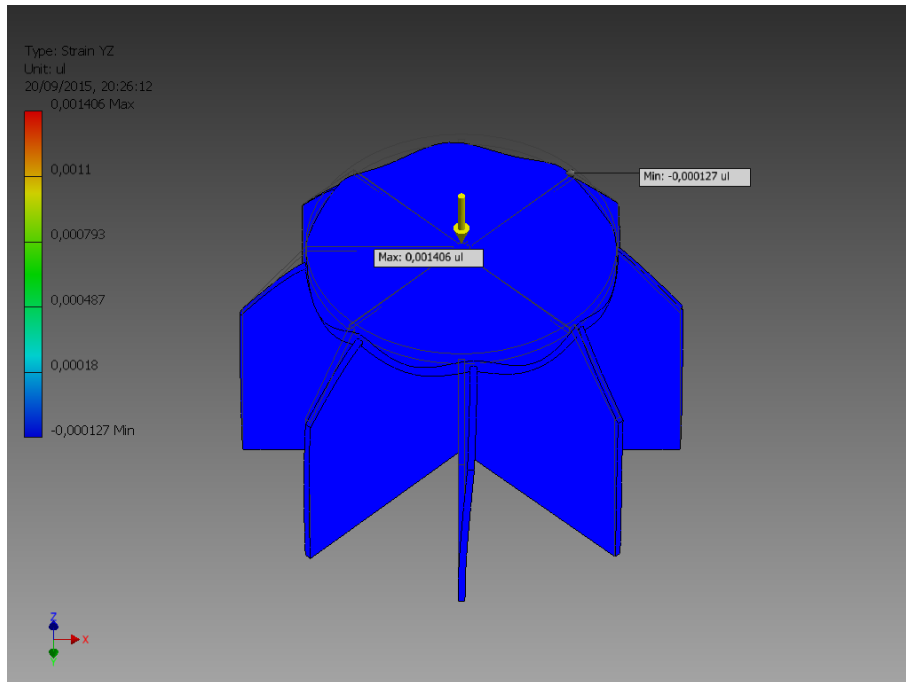
Ilustración 4.109. Deformación YY mínima



Fuente: Autor

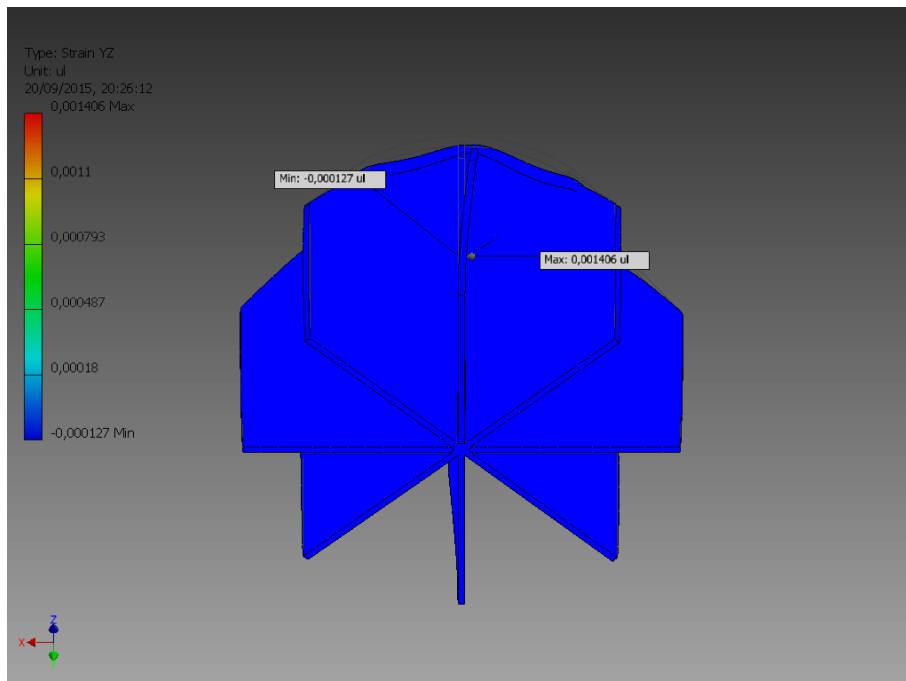
- Strain YZ

Ilustración 4.110. Deformación YZ máxima



Fuente: Autor

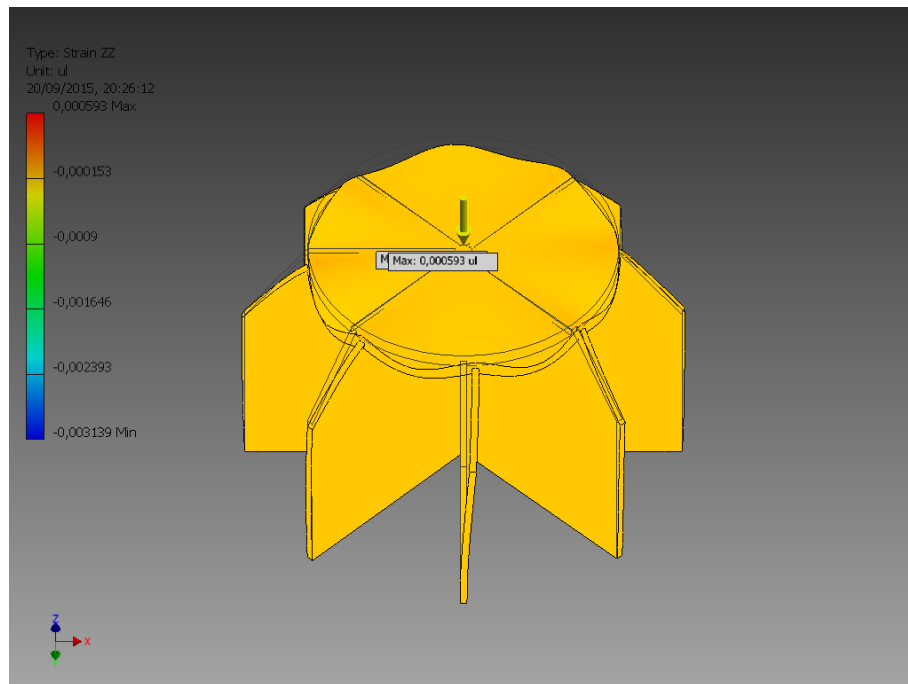
Ilustración 4.111. Deformación YZ mínima



Fuente: Autor

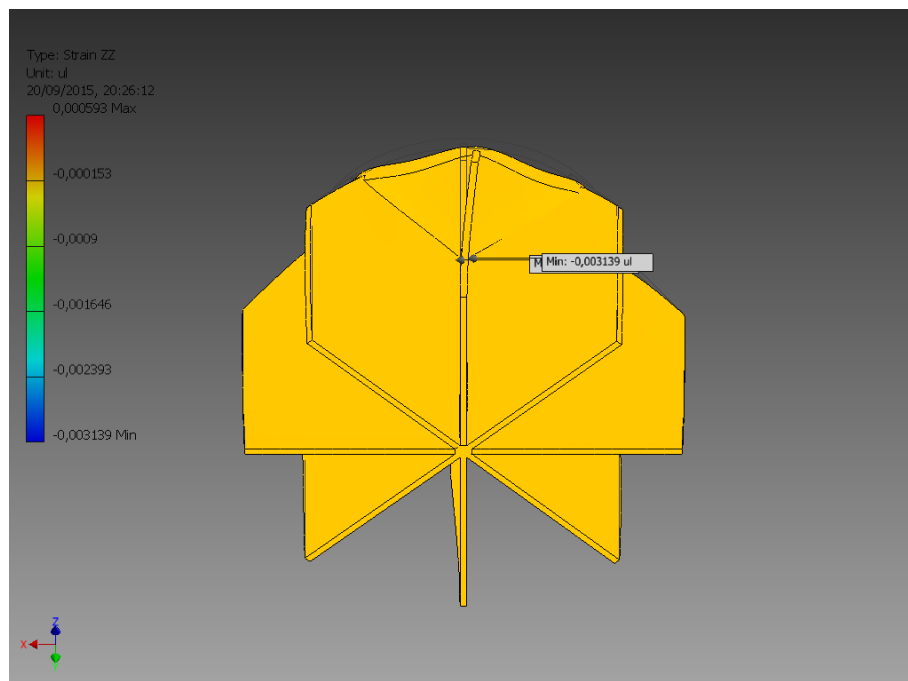
- Strain ZZ

Ilustración 4.112. Deformación ZZ máxima



Fuente: Autor

Ilustración 4.113. Deformación ZZ mínima



Fuente: Autor

Prototipo 3: Estructura ovoidal

Tabla 4.5. Prototipo III: Estructura ovoidal

Stress Analysis Report	
Analyzed File:	sim1.ipt
Autodesk Inventor Version:	2014 (Build 180170000, 170)
Creation Date:	20/09/2015, 20:12
Simulation Author:	Mickael Melo
Summary:	
Project Info (iProperties)	
Summary	
Author	Mickael Melo
Project	
Part Number	
Designer	Usuario
Cost	\$ 19,64
Date Created	20/07/2015
Status	
Design Status	WorkInProgress
Physical	
Material	Corrugated cardboard
Density	0,608958 g/cm ³
Mass	6,22926 kg
Area	1798260 mm ²
Volume	10229400 mm ³
Center of Gravity	x=-7,7549 mm y=140,772 mm z=0,0151874 mm
Note: Physical values could be different from Physical values used by FEA reported below.	

Simulation:1**General objective and settings:**

Design Objective	Single Point
Simulation Type	Static Analysis
Last Modification Date	20/07/2015, 10:32
Detect and Eliminate Rigid Body Modes	No

Mesh settings:

Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0,1
Min. Element Size (fraction of avg. size)	0,2
Grading Factor	1,5
Max. Turn Angle	60 deg
Create Curved Mesh Elements	Yes

Material(s)

Name	Corrugated cardboard	
General	Mass Density	0,608958 g/cm ³
	Yield Strength	48,9 MPa
	Ultimate Tensile Strength	79,8 MPa
	Young's Modulus	2,74 GPa
Stress	Poisson's Ratio	0,355 ul
	Shear Modulus	1,01107 GPa

Part Name(s) Estructura Ovoidal

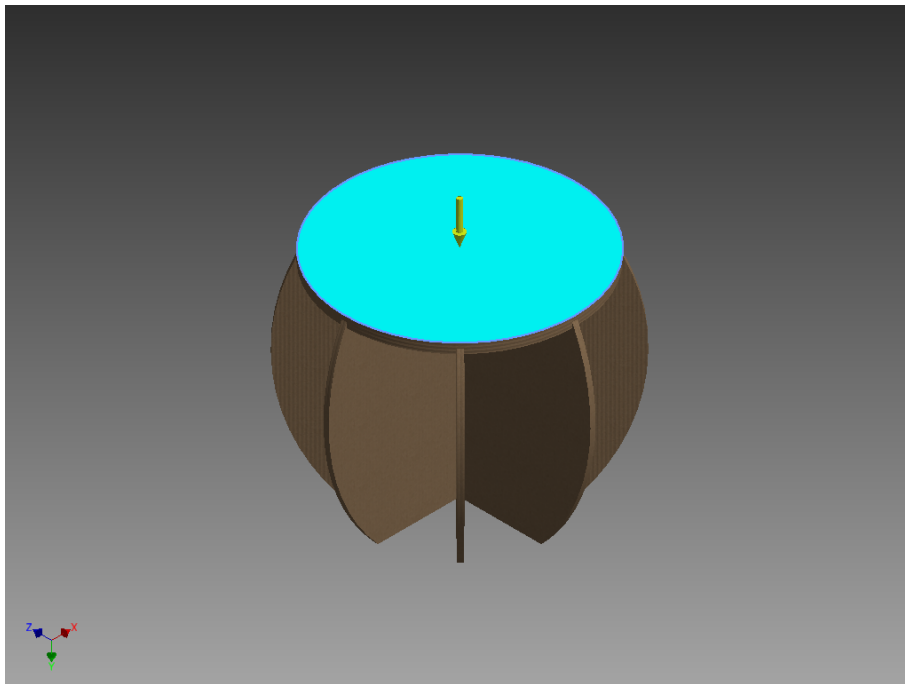
Operating conditions**Force:3**

Load Type	Force
Magnitude	784,532 N
Vector X	-0,000 N
Vector Y	784,532 N
Vector Z	-0,000 N

*Datos resultantes de simulación mediante "Stress Analysis" del programa Inventor 2015.

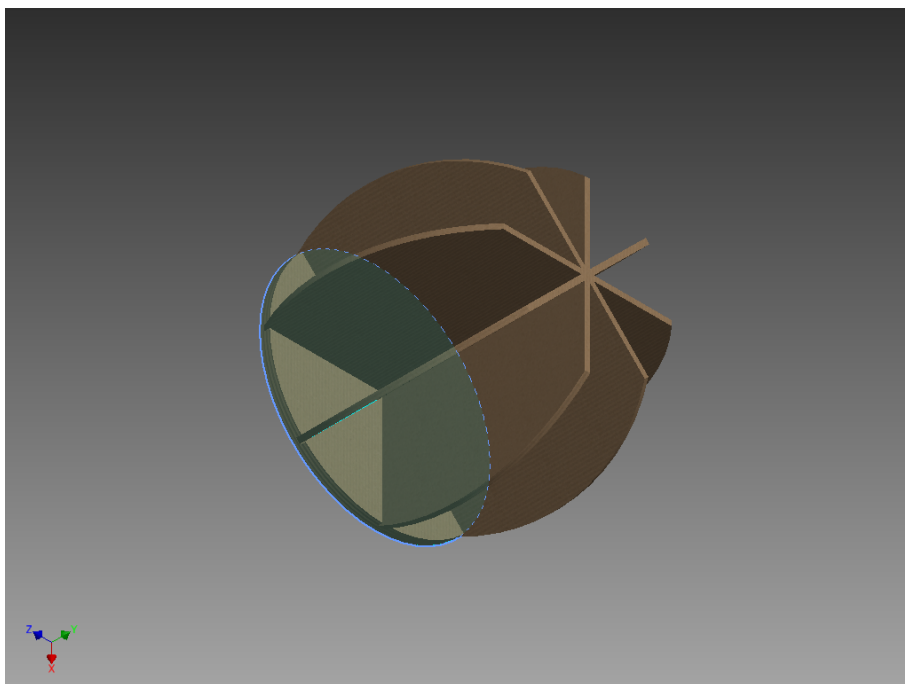
- **Selected faces**

Ilustración 4.114. Caras seleccionadas



Fuente: Autor

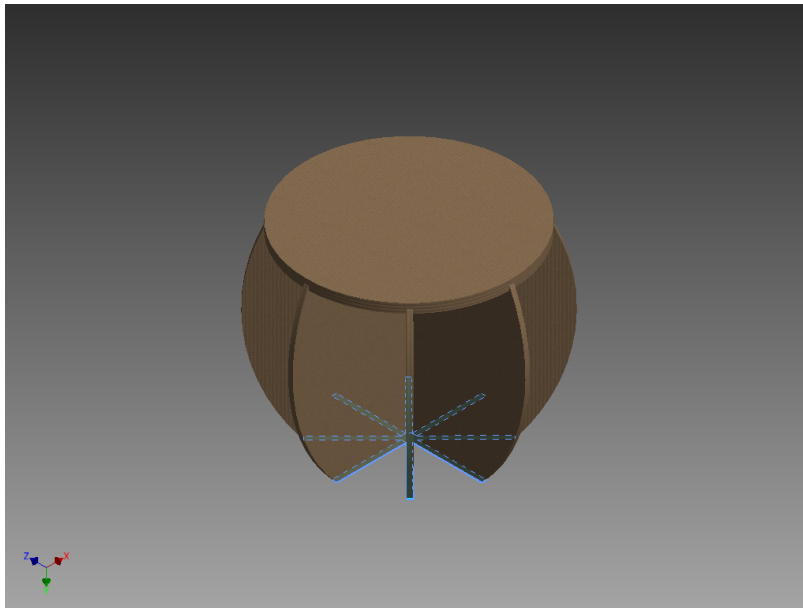
Ilustración 4.115. Caras seleccionadas



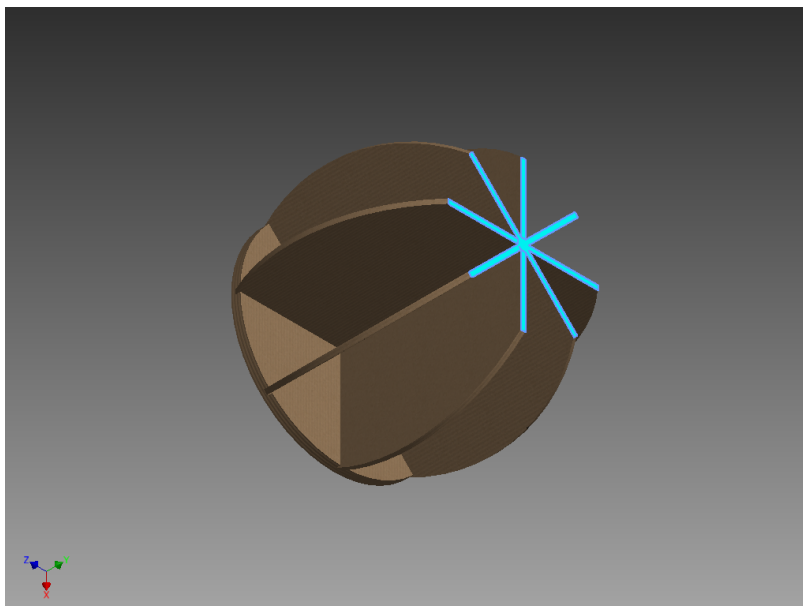
Fuente: Autor

Fixed Constraint:1

- Selected Face(s)

Ilustración 4.116. Caras seleccionadas

Fuente: Autor

Ilustración 4.117. Caras seleccionadas

Fuente: Autor

Tabla 4.6. Resultados prototipo III

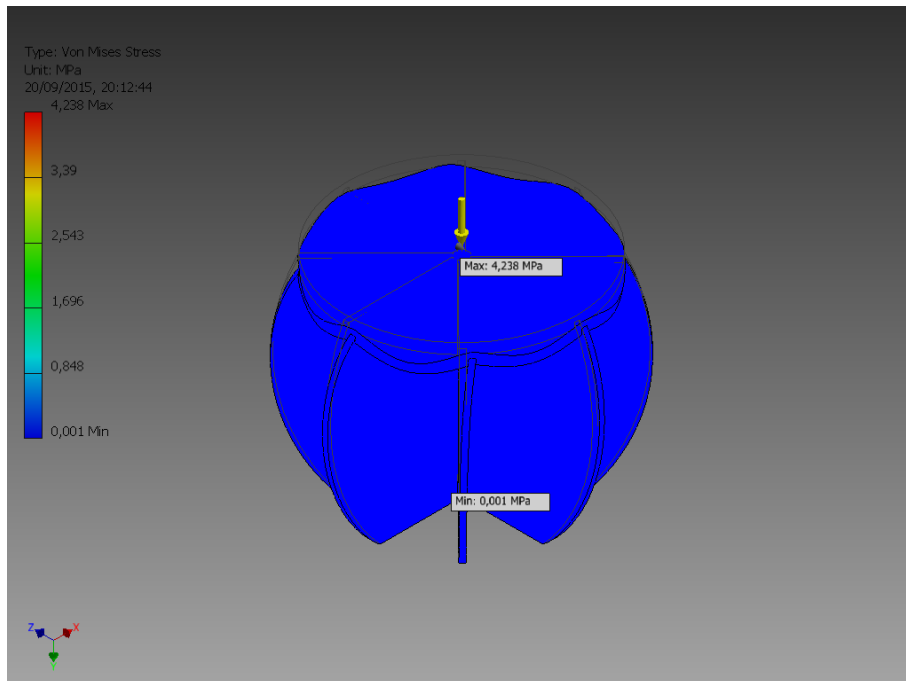
Results				
Reaction Force and Moment on Constraints				
Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1		0 N		0 N m
	784,532 N	-784,532 N	0 N m	0 N m
		0 N		0 N m
Result Summary				
Name	Minimum	Maximum		
Volume	10229400 mm ³			
Mass	6,22926 kg			
Von Mises Stress	0,000775762 MPa	4,23789 MPa		
1st Principal Stress	-3,05369 MPa	4,75034 MPa		
3rd Principal Stress	-6,62787 MPa	1,08533 MPa		
Displacement	0 mm	0,0181847 mm		
Safety Factor	11,5388 ul	15 ul		
Stress XX	-6,26487 MPa	2,32297 MPa		
Stress XY	-0,621825 MPa	1,13595 MPa		
Stress XZ	-1,8866 MPa	0,833643 MPa		
Stress YY	-3,41729 MPa	1,91796 MPa		
Stress YZ	-0,362727 MPa	1,74324 MPa		
Stress ZZ	-3,41351 MPa	3,83461 MPa		
X Displacement	-0,0076424 mm	0,00726728 mm		
Y Displacement	-0,0000000625791 mm	0,0170642 mm		
Z Displacement	-0,00776868 mm	0,00742613 mm		
Equivalent Strain	0,000000312585 ul	0,00150677 ul		
1st Principal Strain	-0,00000756813 ul	0,00139665 ul		
3rd Principal Strain	-0,00179161 ul	-0,0000000016976 ul		
Strain XX	-0,00140144 ul	0,00058933 ul		
Strain XY	-0,000307508 ul	0,000561757 ul		
Strain XZ	-0,000932971 ul	0,000412258 ul		
Strain YY	-0,000110054 ul	0,0000576545 ul		
Strain YZ	-0,000179378 ul	0,000862076 ul		
Strain ZZ	-0,000645752 ul	0,000943796 ul		
*Datos resultantes de simulación mediante "Stress Analysis" del programa Inventor 2015.				

Fuente: Autodesk Inventor 2015

Figures

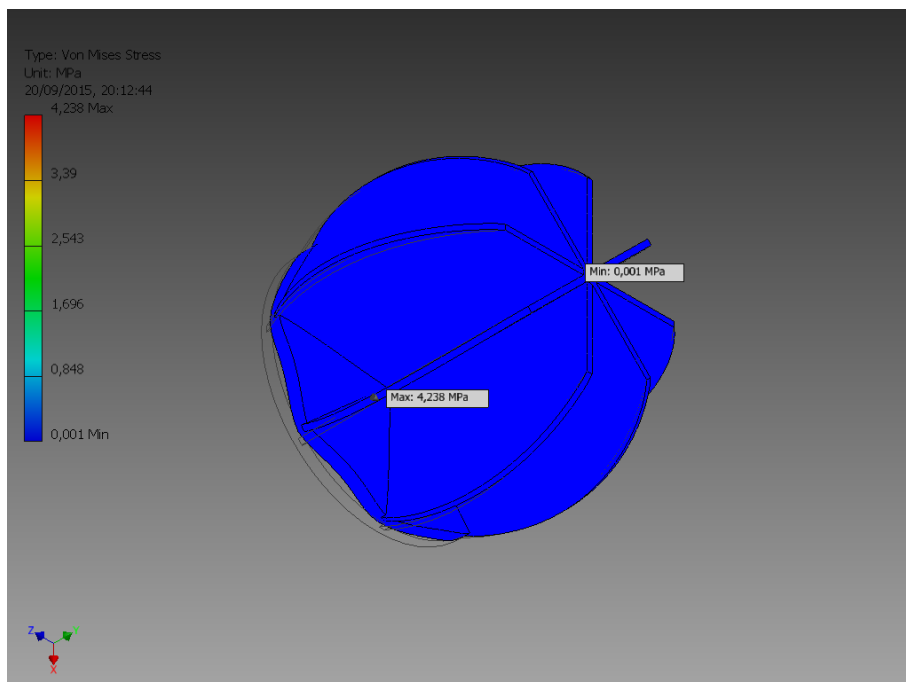
- Von Mises Stress

Ilustración 4.118. Tensión Von Mises



Fuente: Autor

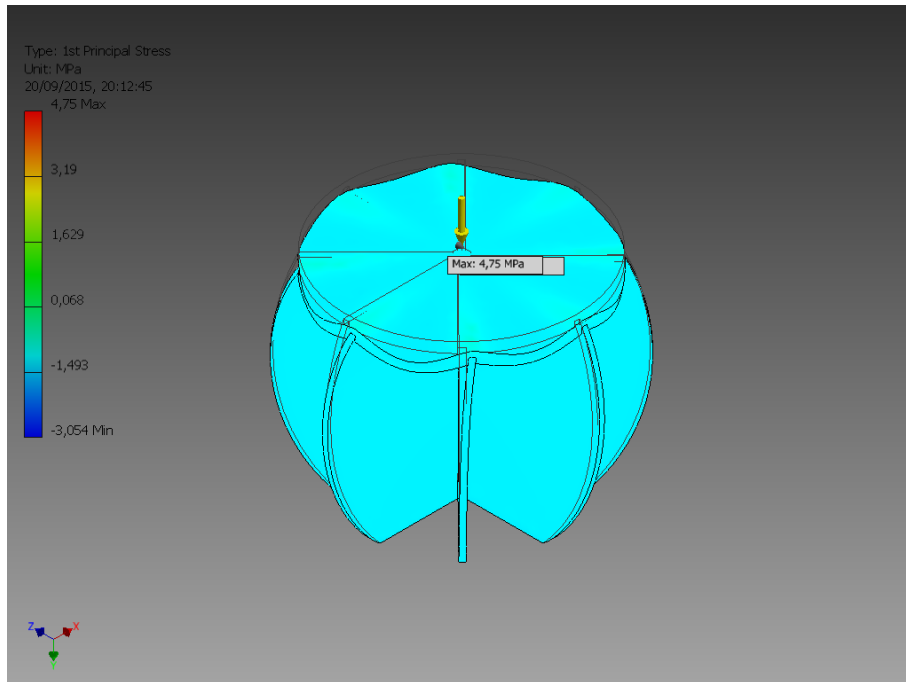
Ilustración 4.119. Tensión Von Mises



Fuente: Autor

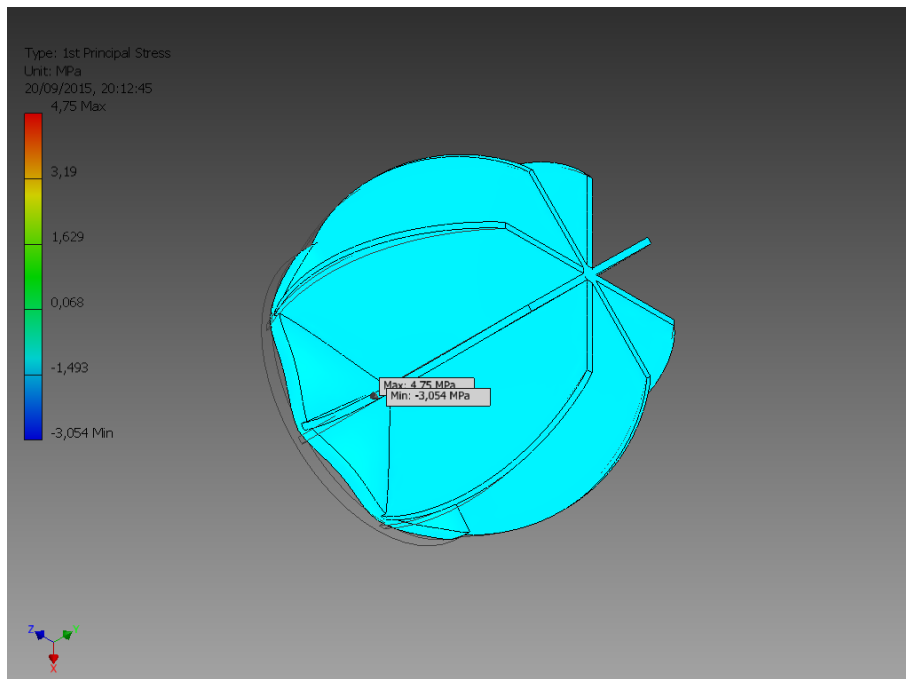
- 1st Principal Stress

Ilustración 4.120. Primera tensión principal máxima



Fuente: Autor

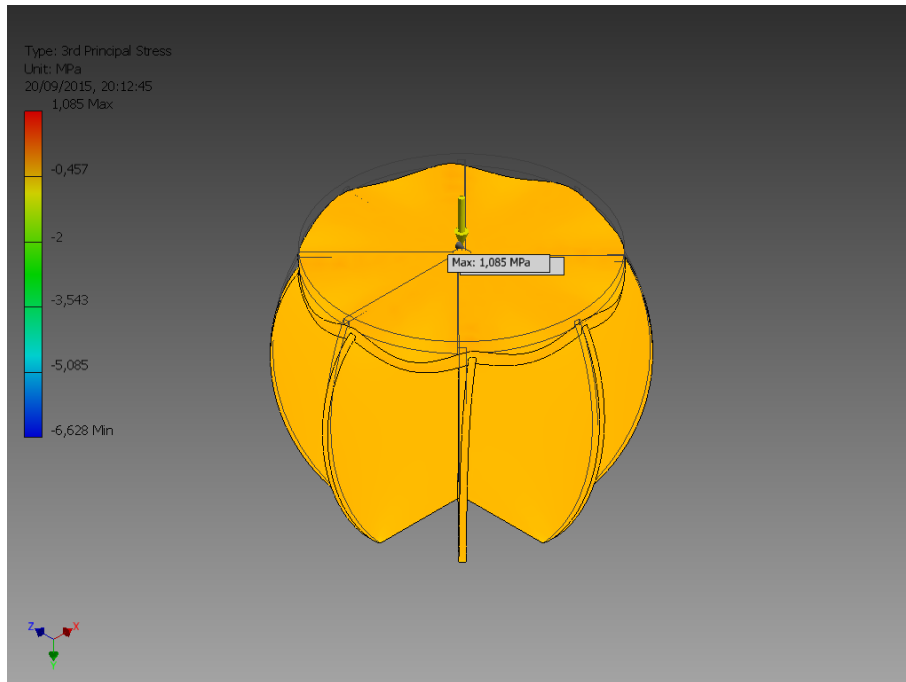
Ilustración 4.121. Primera tensión principal mínima



Fuente: Autor

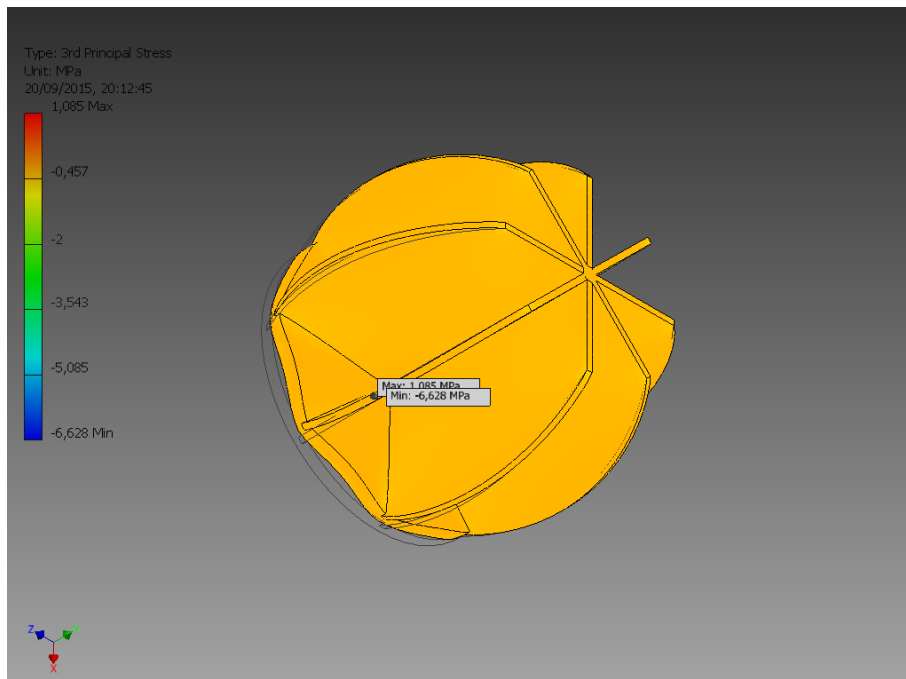
- 3rd Principal Stress

Ilustración 4.122. Tercera tensión principal máxima



Fuente: Autor

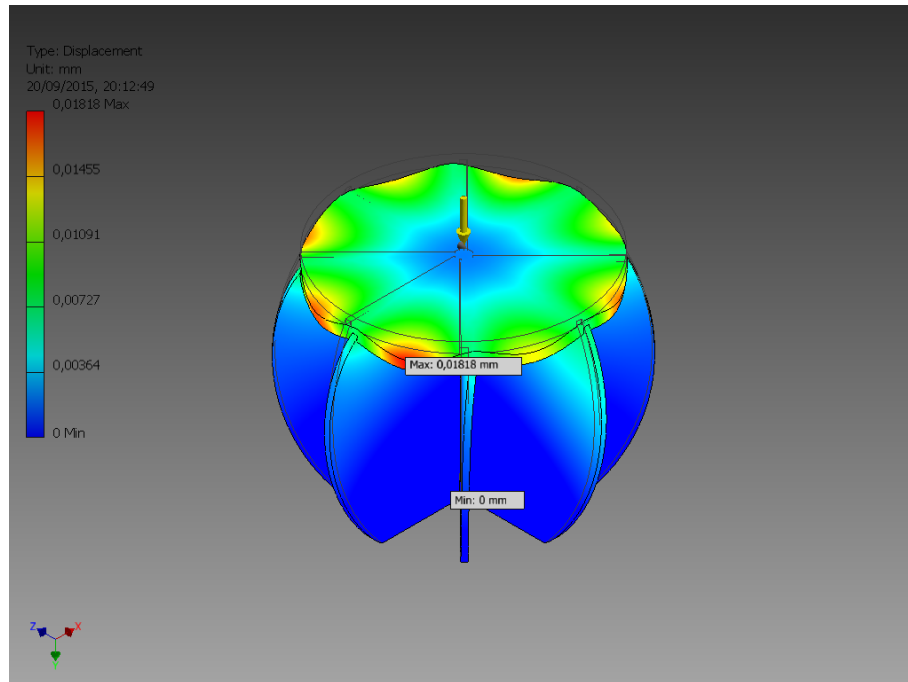
Ilustración 4.123. Tercera tensión principal mínima



Fuente: Autor

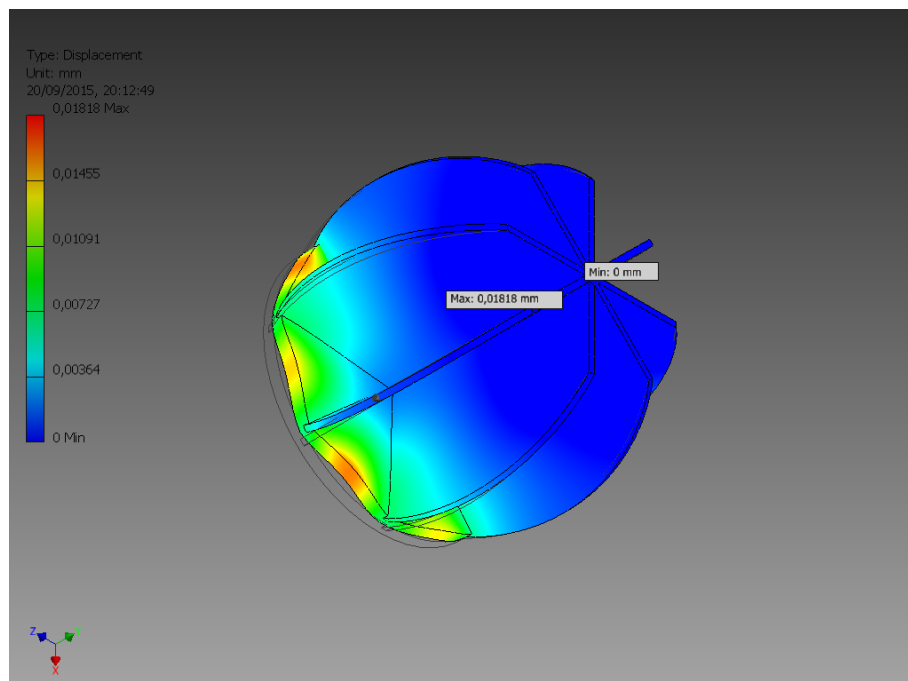
- Displacement

Ilustración 4.124. Desplazamiento máximo



Fuente: Autor

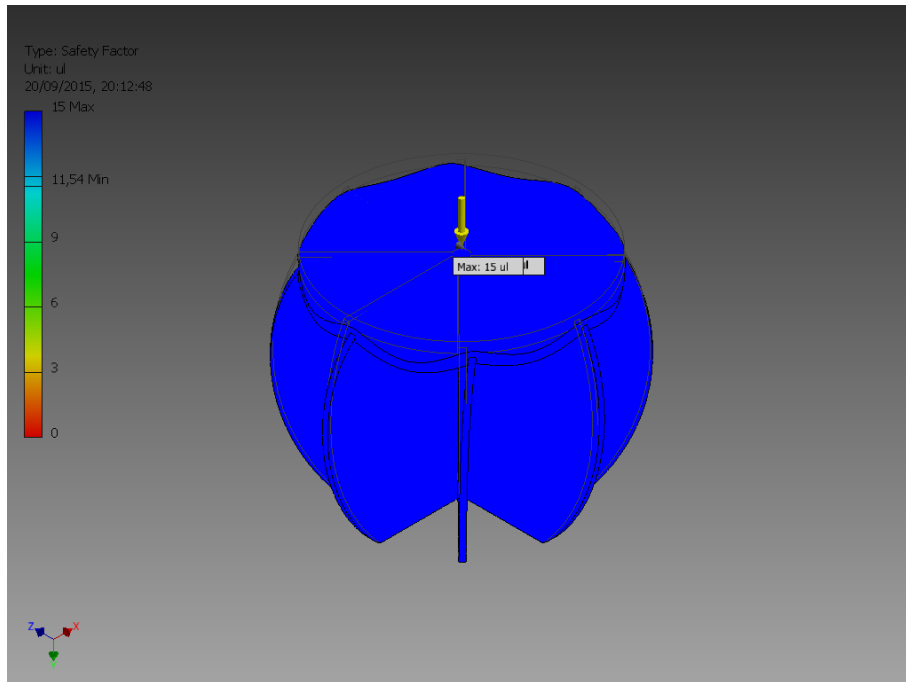
Ilustración 4.125. Desplazamiento mínimo



Fuente: Autor

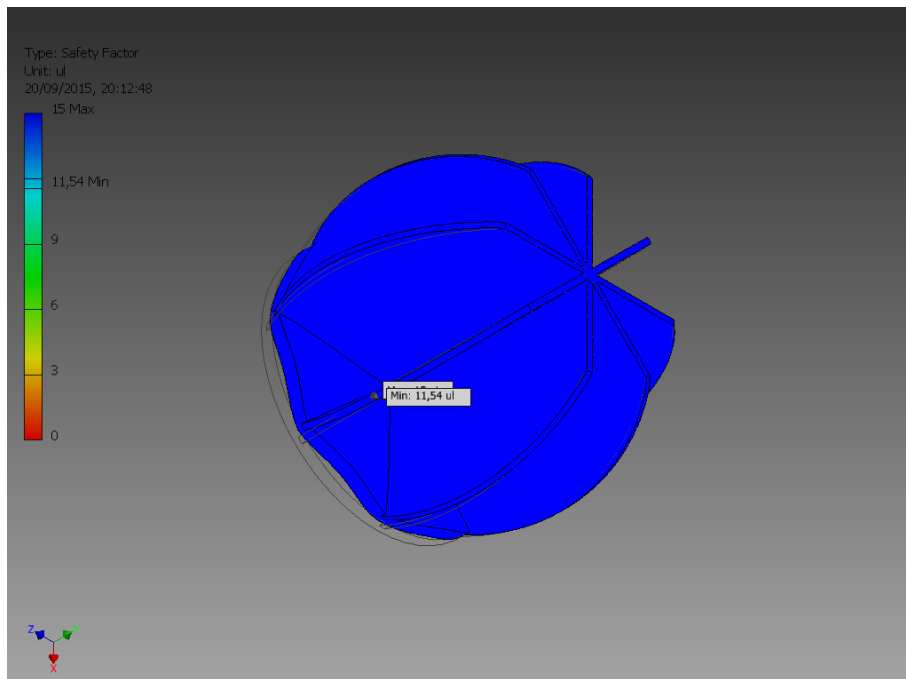
- Safety Factor

Ilustración 4.126. Factor de seguridad máximo



Fuente: Autor

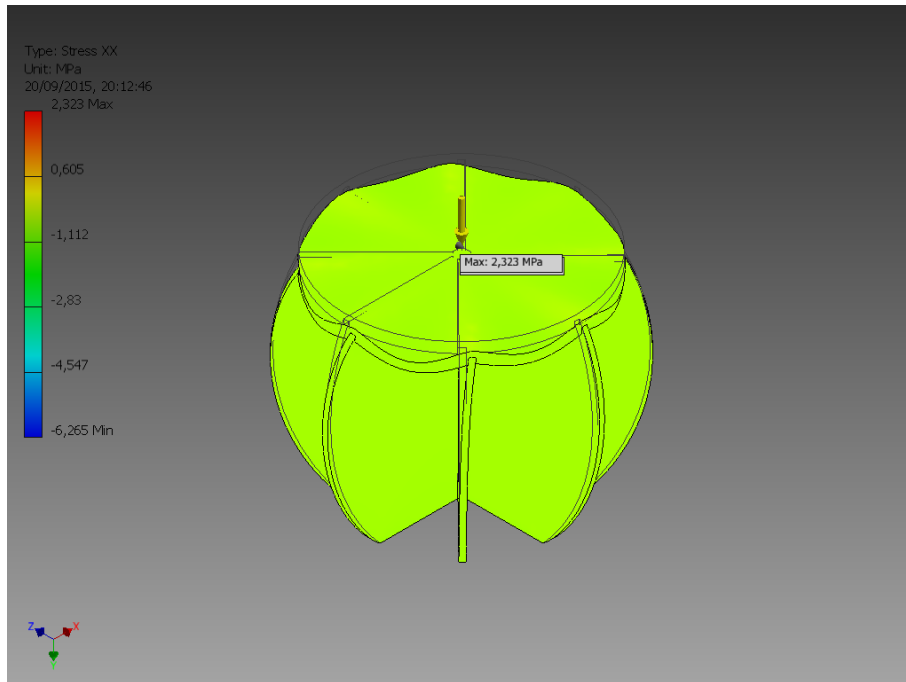
Ilustración 4.127. Factor de seguridad mínimo



Fuente: Autor

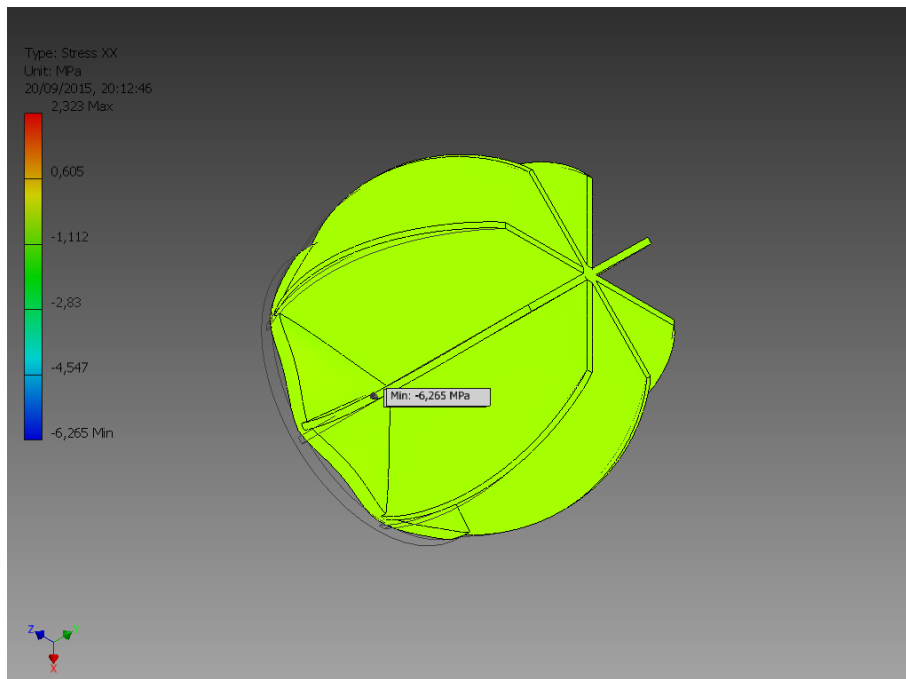
- Stress XX

Ilustración 4.128. Tensión XX máxima



Fuente: Autor

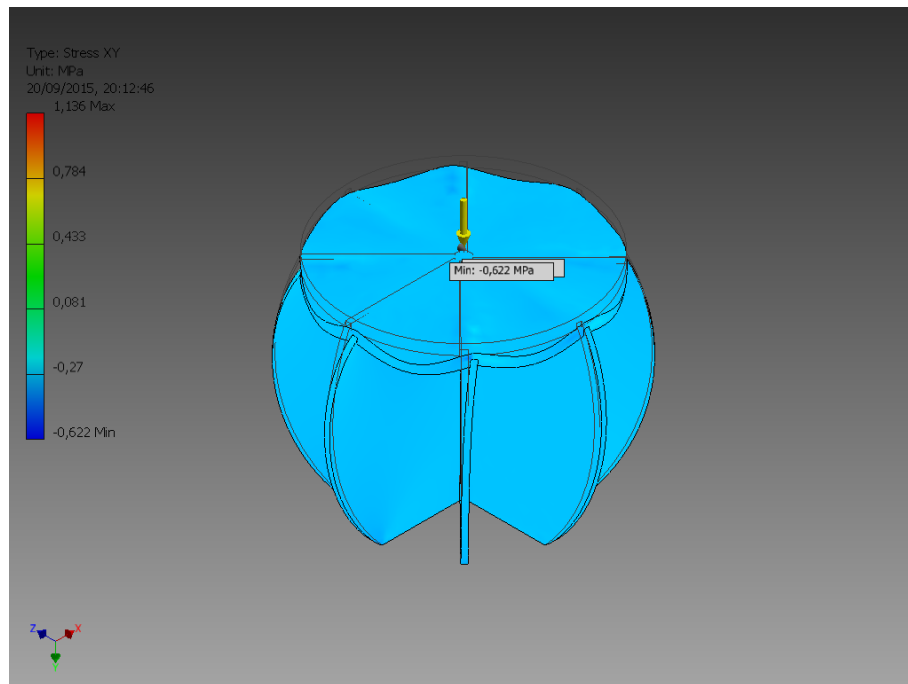
Ilustración 4.129. Tensión XX mínima



Fuente: Autor

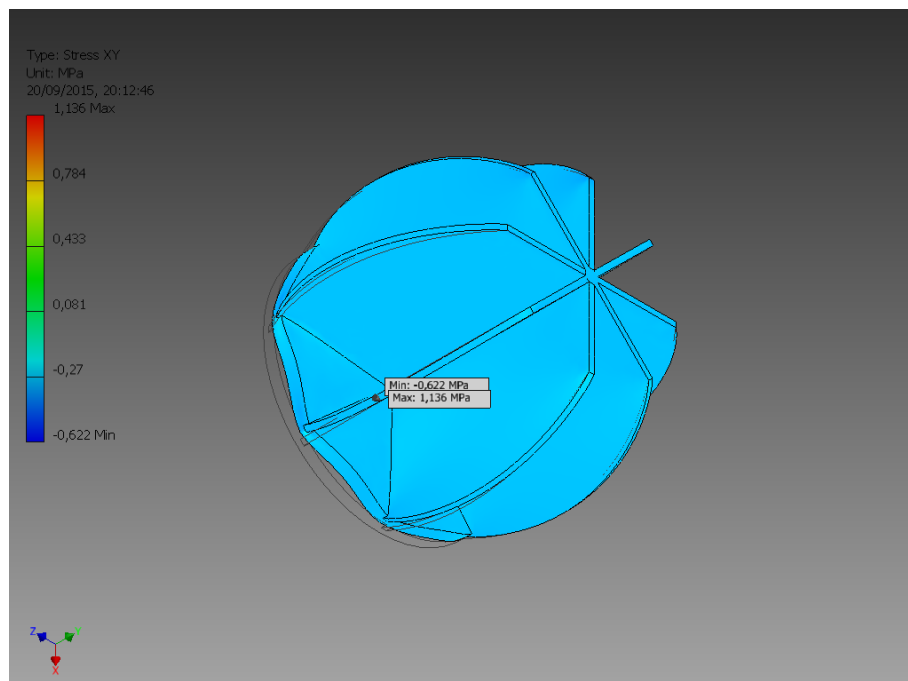
- Stress XY

Ilustración 4.130. Tensión XY mínima



Fuente: Autor

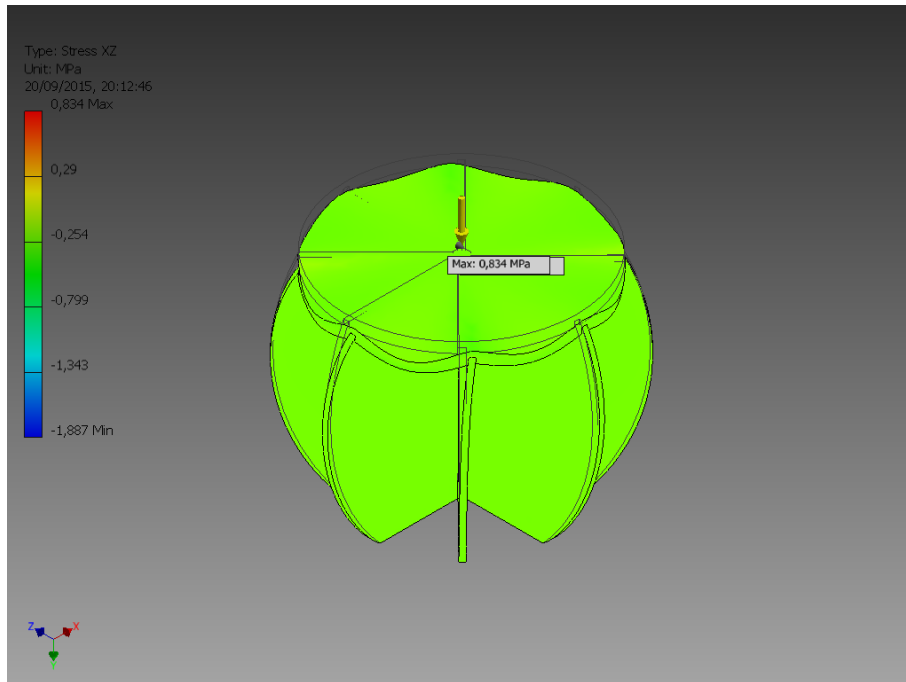
Ilustración 4.131. Tensión XY máxima



Fuente: Autor

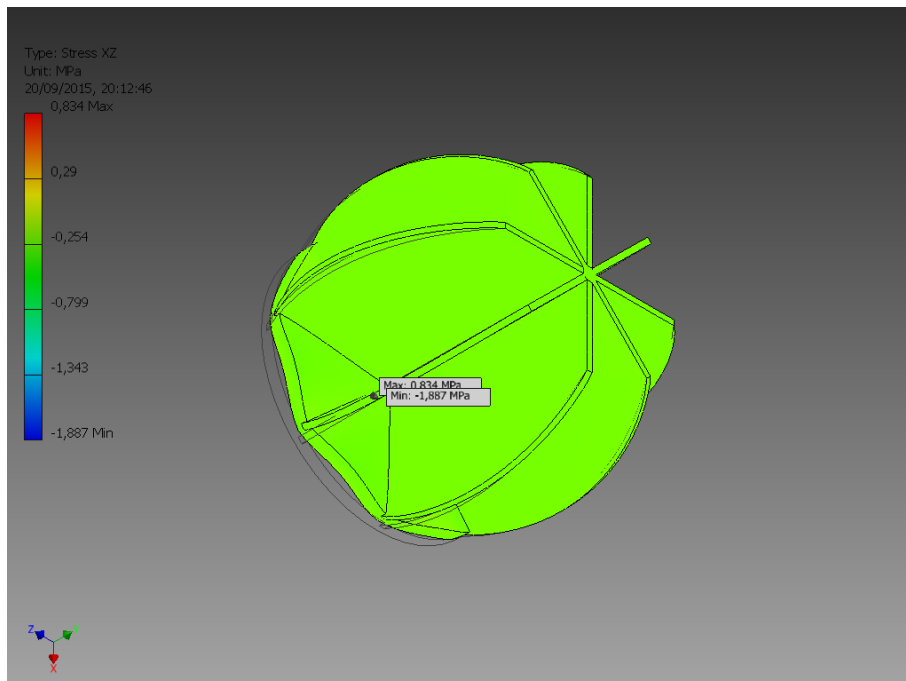
- Stress XZ

Ilustración 4.132. Tensión XZ máxima



Fuente: Autor

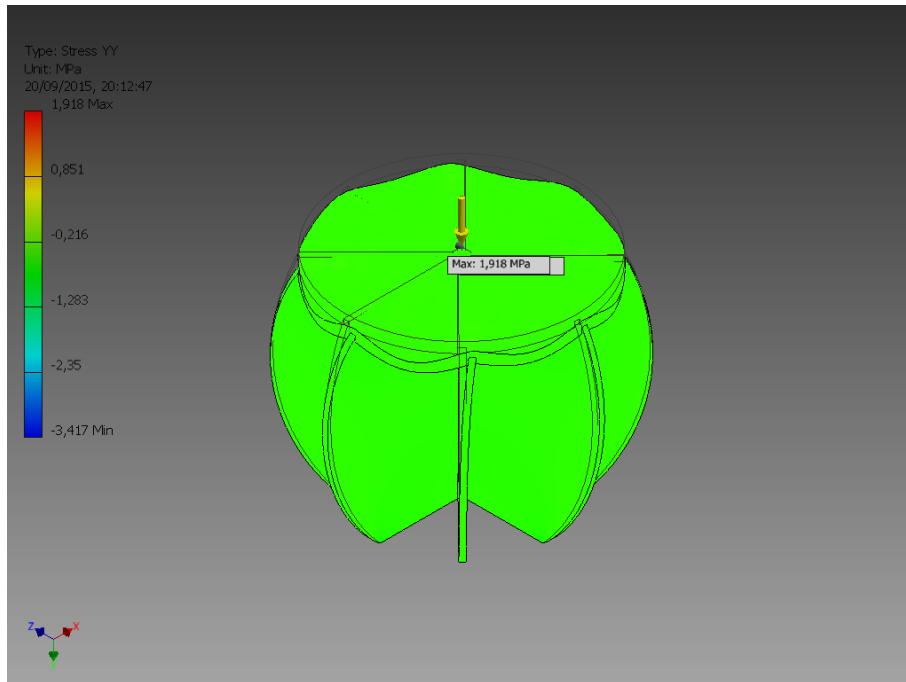
Ilustración 4.133. tensión XZ mínima



Fuente: Autor

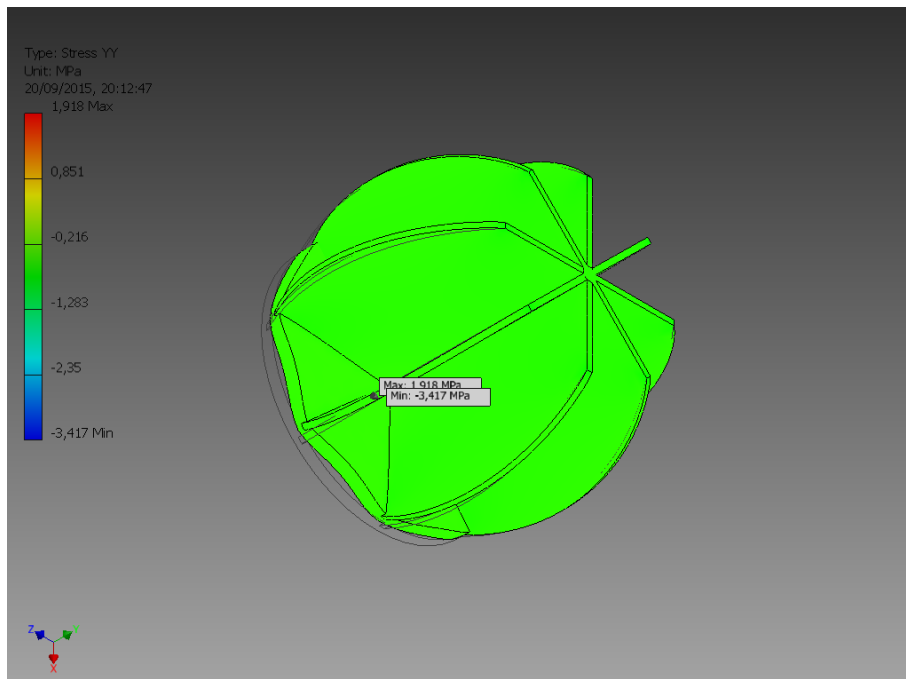
- Stress YY

Ilustración 4.134. Tensión YY máxima



Fuente: Autor

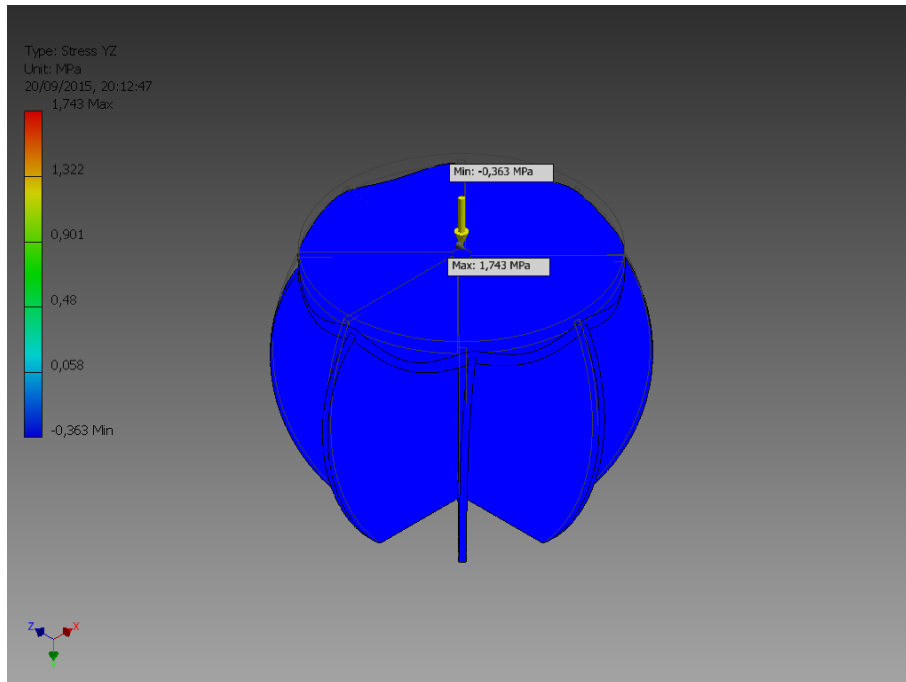
Ilustración 4.135. Tensión YY mínima



Fuente: Autor

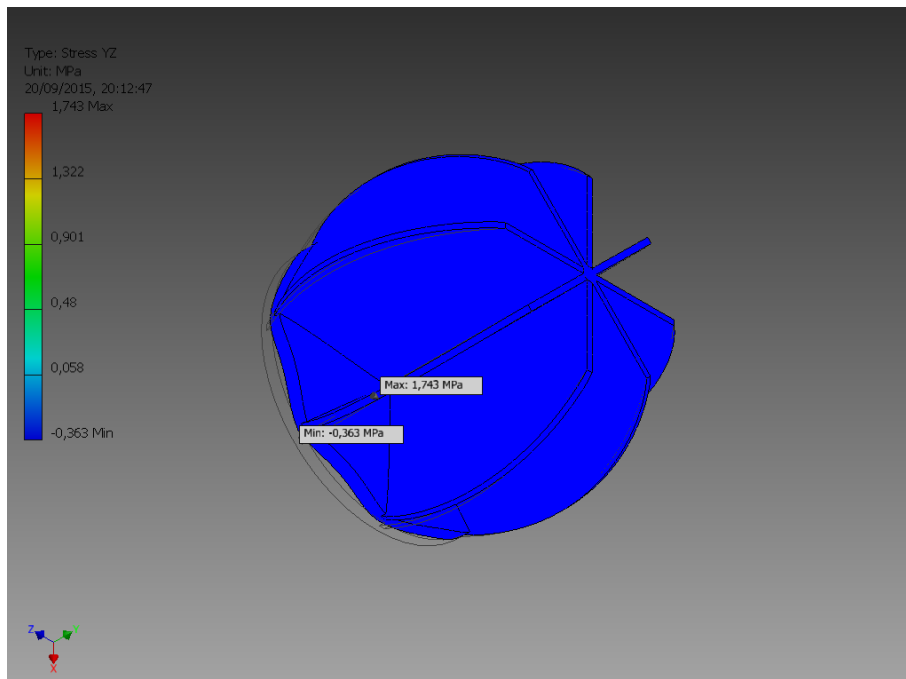
- Stress YZ

Ilustración 4.136. Tensión YZ máxima



Fuente: Autor

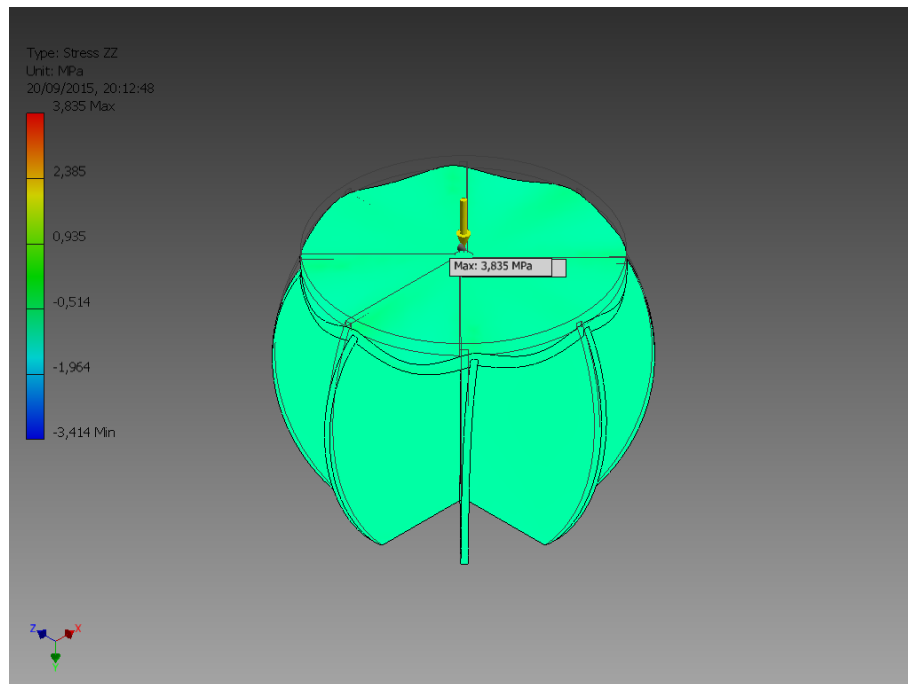
Ilustración 4.137. Tensión YZ mínima



Fuente: Autor

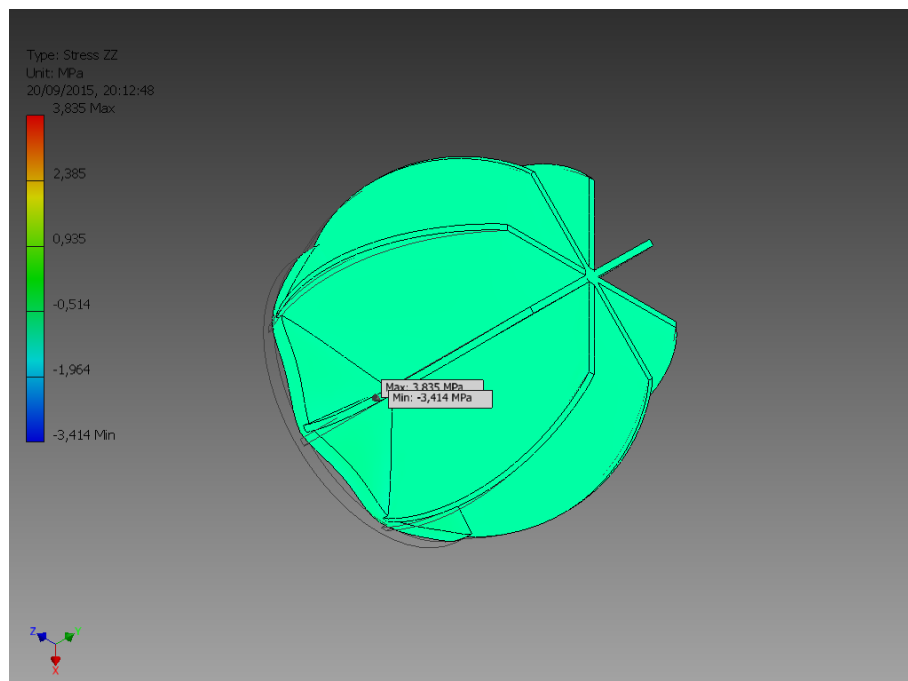
- Stress ZZ

Ilustración 4.138. Tensión ZZ máxima



Fuente: Autor

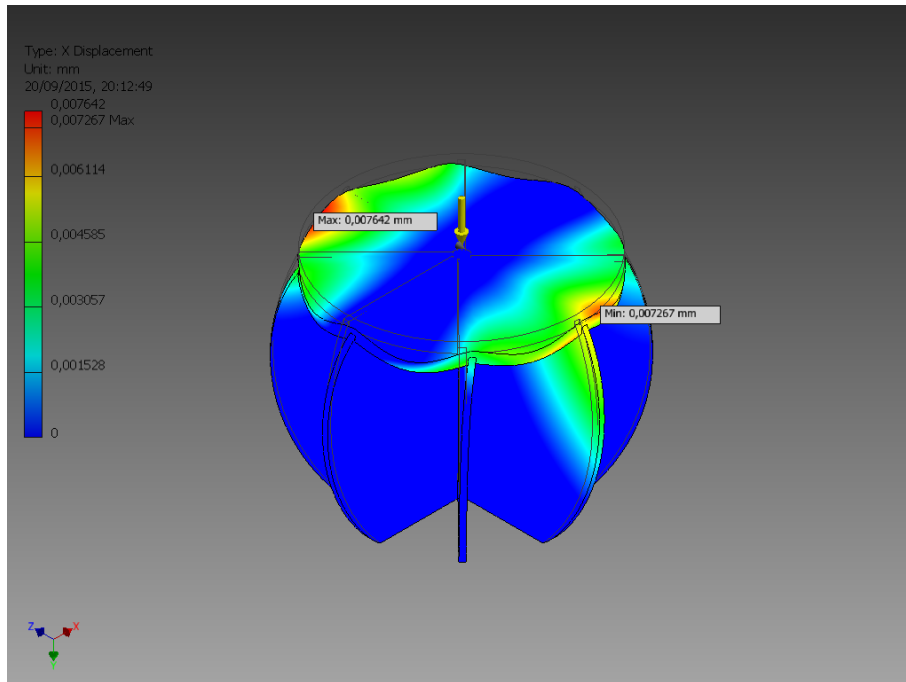
Ilustración 4.139. Tensión ZZ mínima



Fuente: Autor

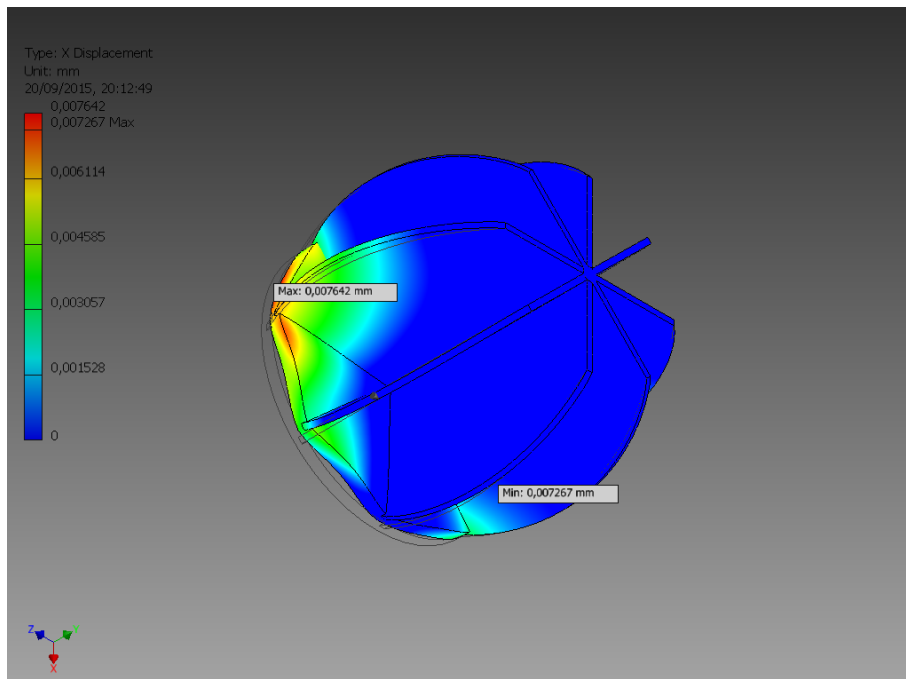
- X Displacement

Ilustración 4.140. Desplazamiento máximo en el eje X



Fuente: Autor

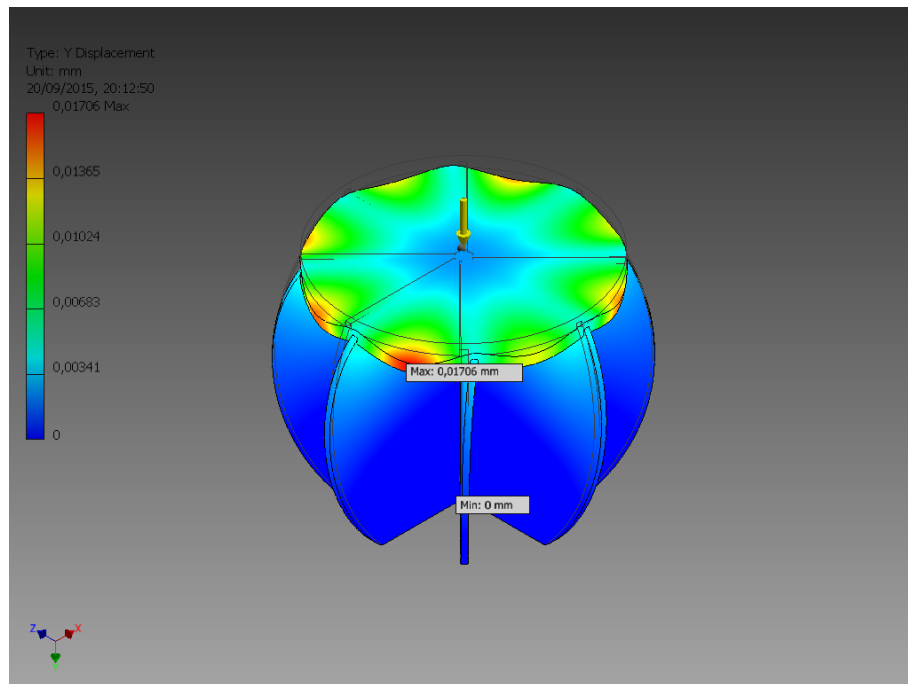
Ilustración 4.141. Desplazamiento mínimo en el eje X



Fuente: Autor

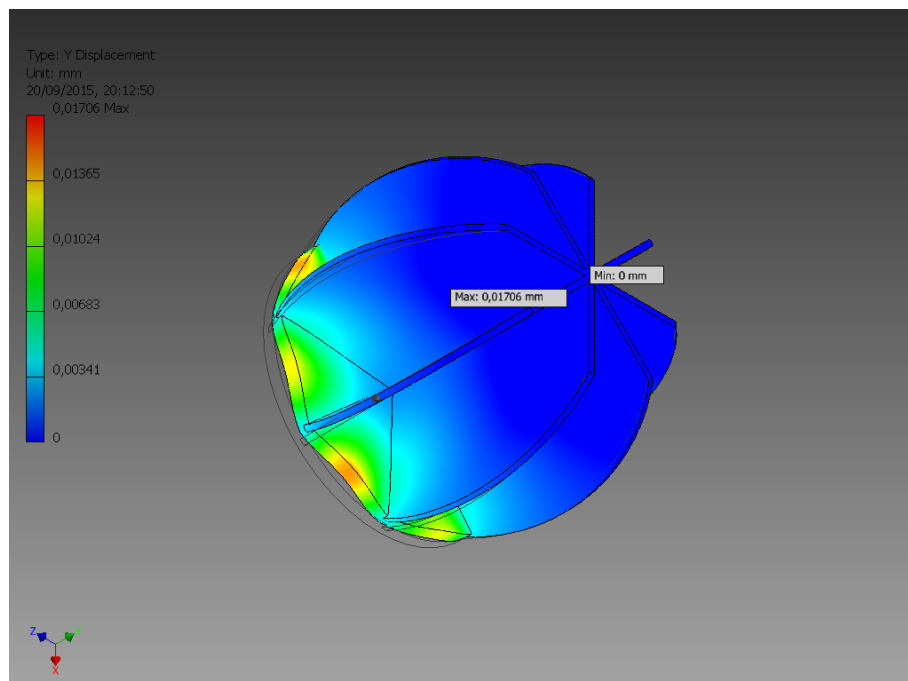
- Y Displacement

Ilustración 4.142. Desplazamiento máximo en el eje Y



Fuente: Autor

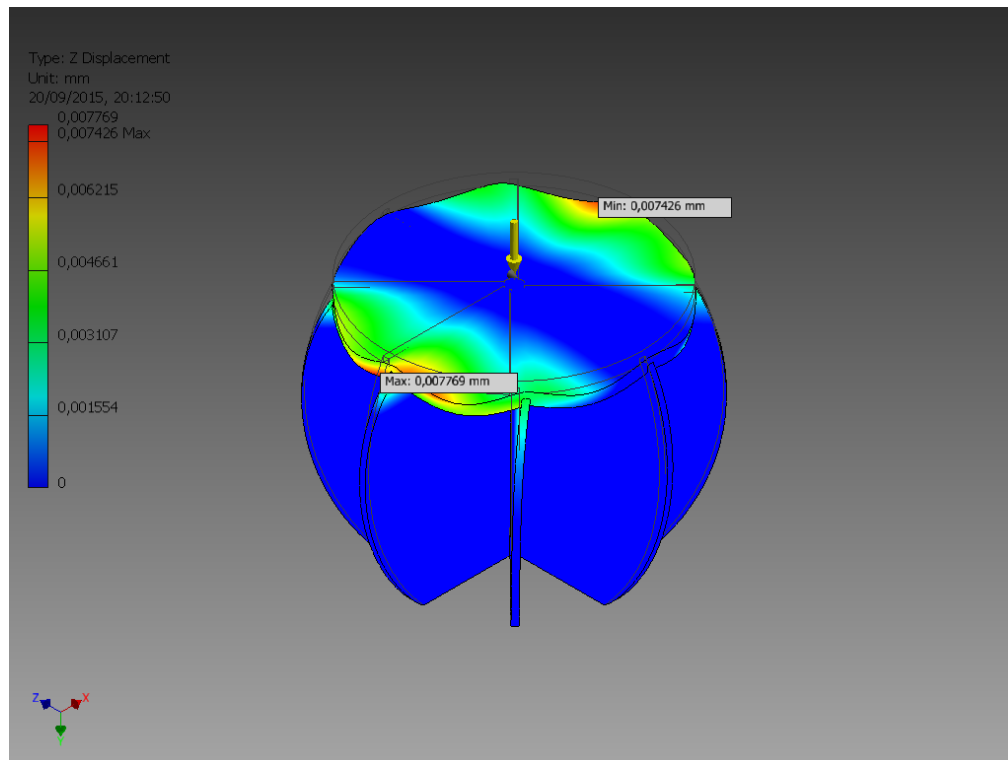
Ilustración 4.143. Desplazamiento mínimo en el eje Y



Fuente: Autor

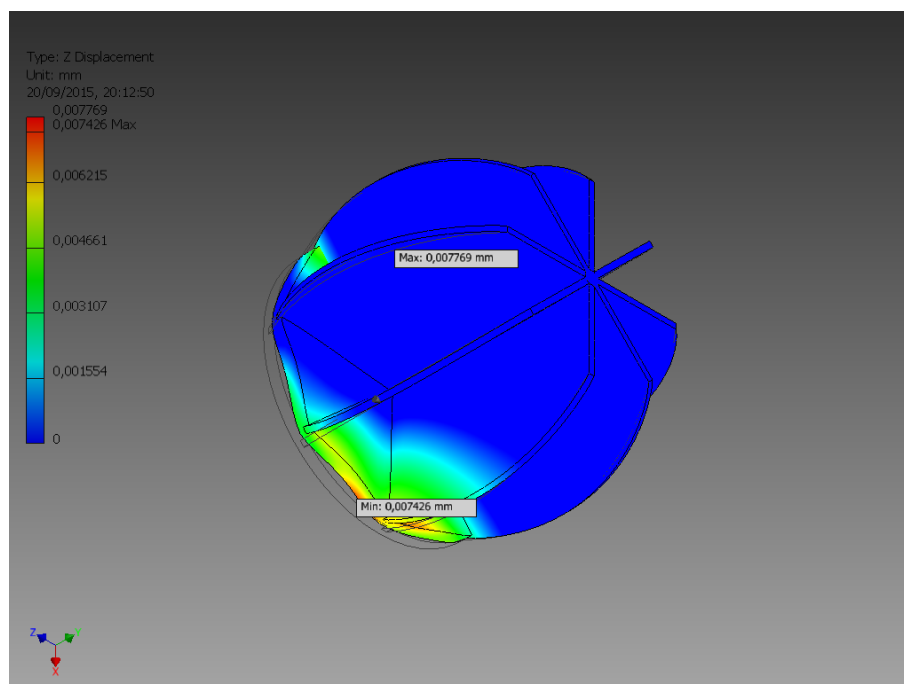
- Z Displacement

Ilustración 4.144. Desplazamiento máximo en el eje Z



Fuente: Autor

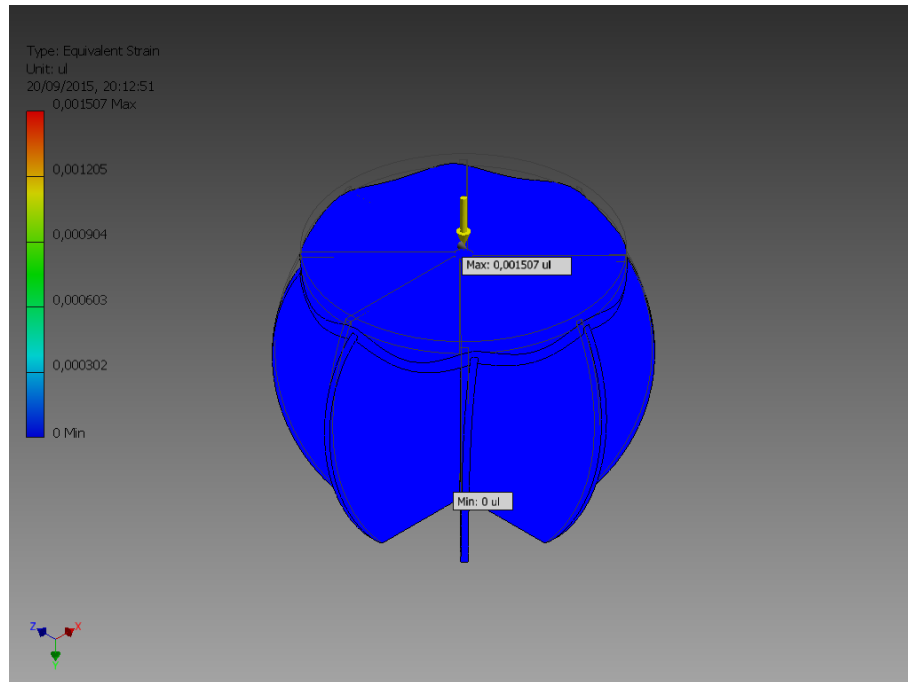
Ilustración 4.145. Desplazamiento mínimo en el eje Z



Fuente: Autor

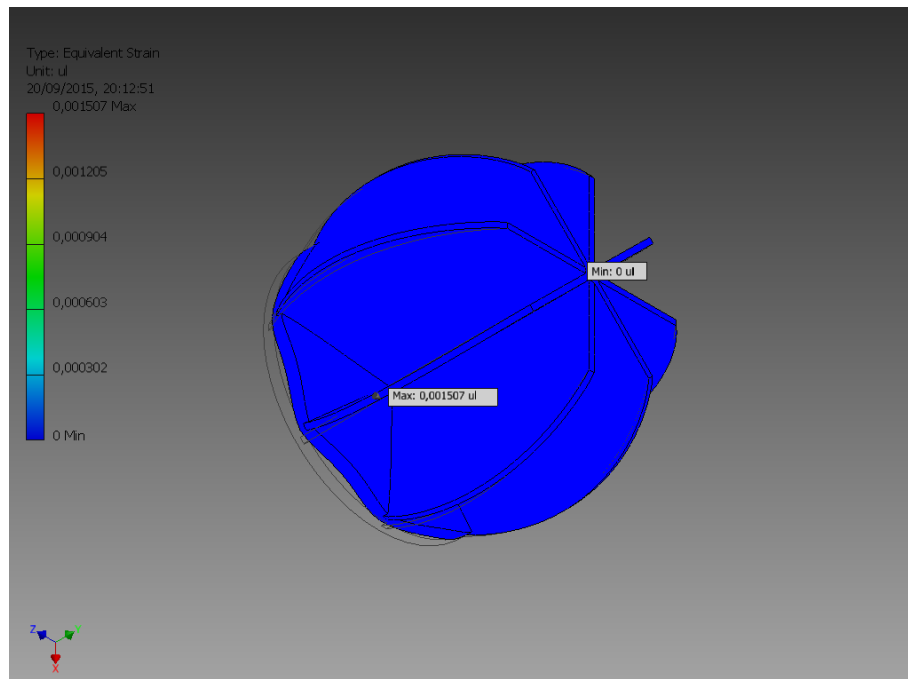
- Equivalent Strain

Ilustración 4.146. Equivalente de deformación máximo



Fuente: Autor

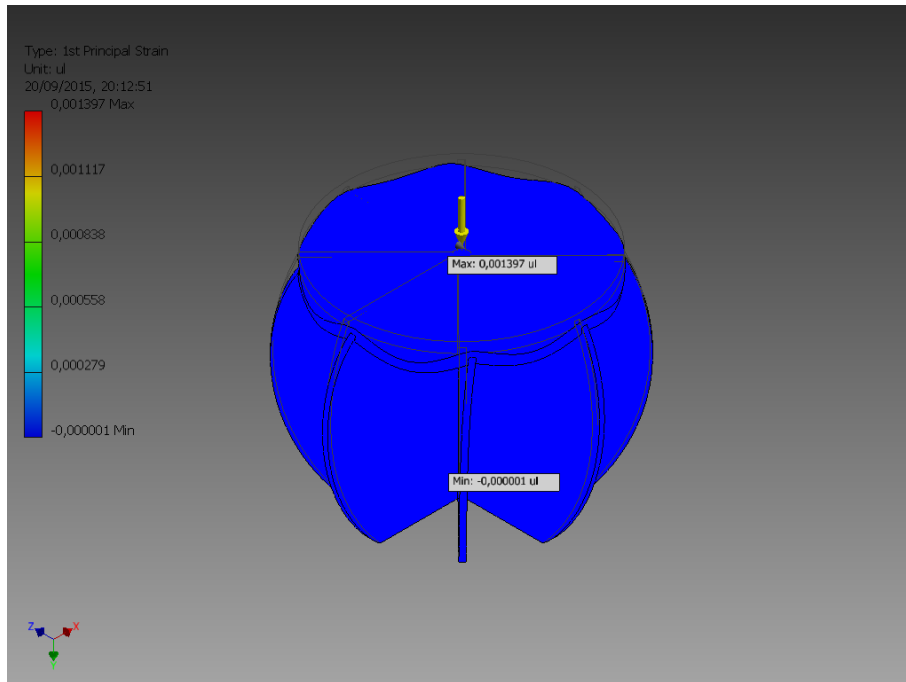
Ilustración 4.147. Equivalente de deformación mínimo



Fuente: Autor

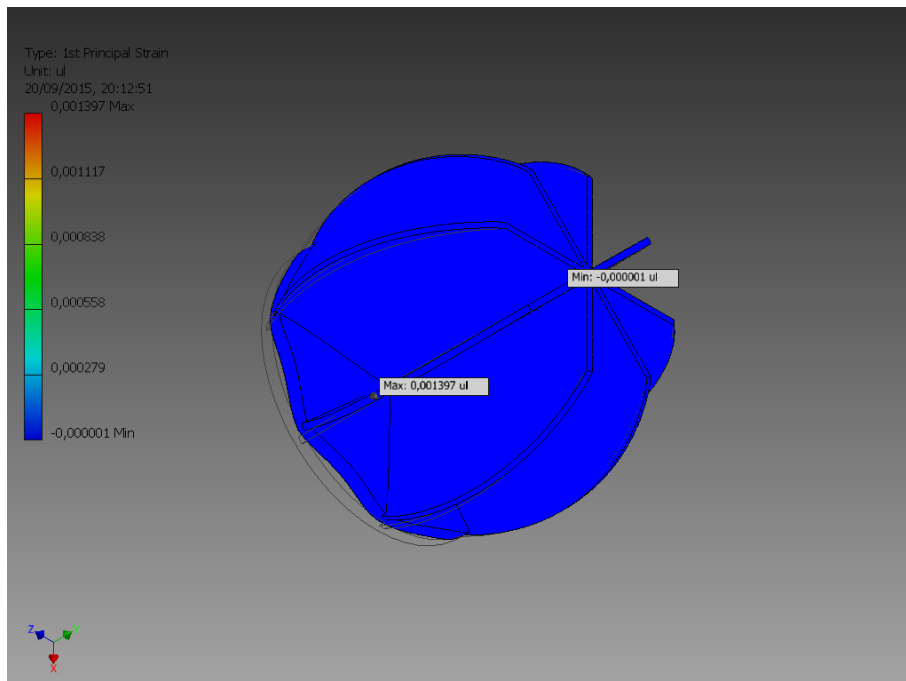
- 1st Principal Strain

Ilustración 4.148. Primera deformación principal máxima



Fuente: Autor

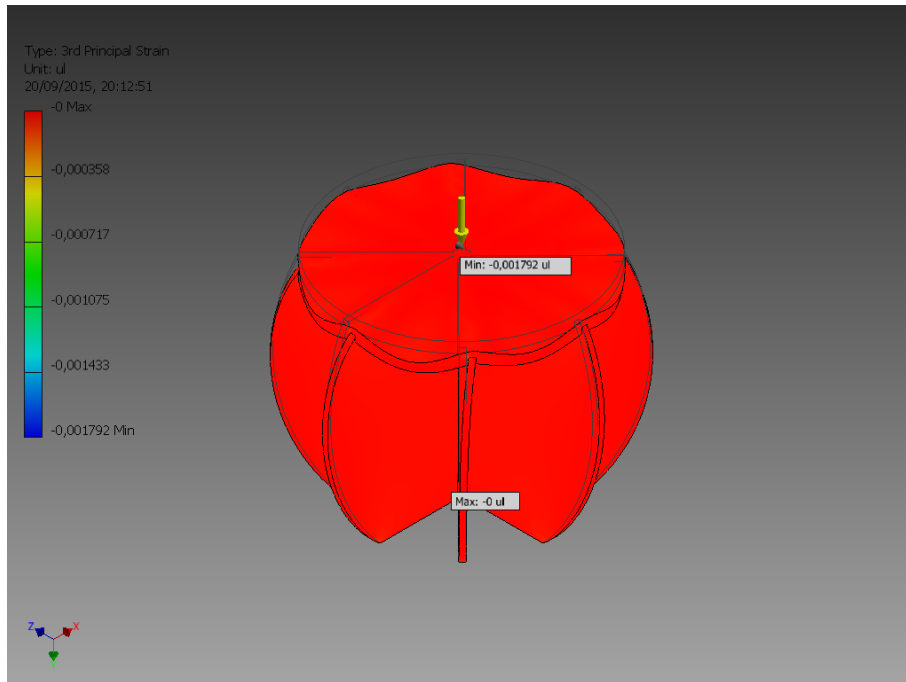
Ilustración 4.149. Primera deformación principal mínima



Fuente: Autor

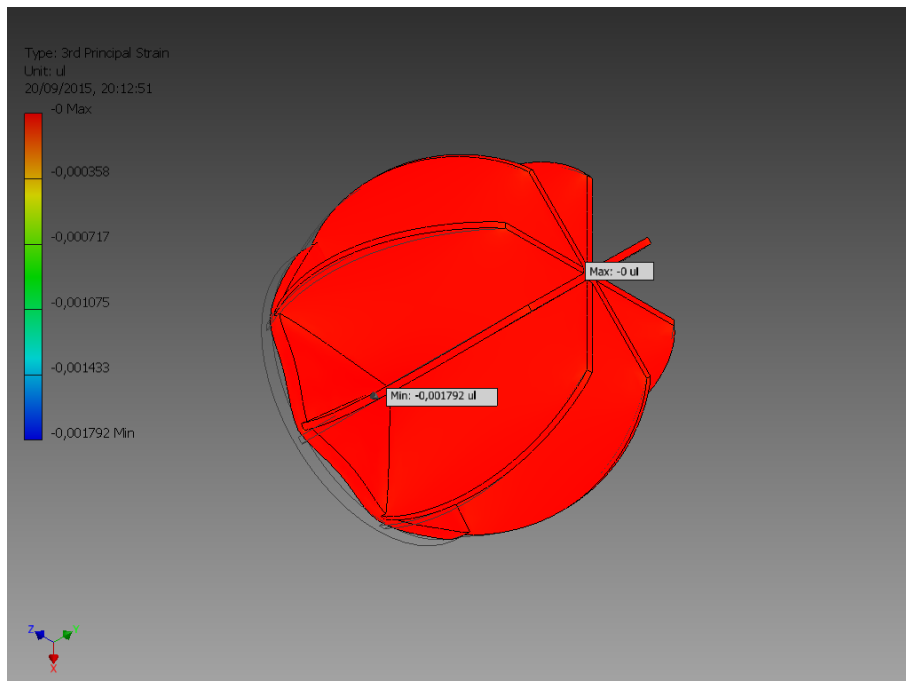
- 3rd Principal Strain

Ilustración 4.150. Tercera deformación principal máxima



Fuente: Autor

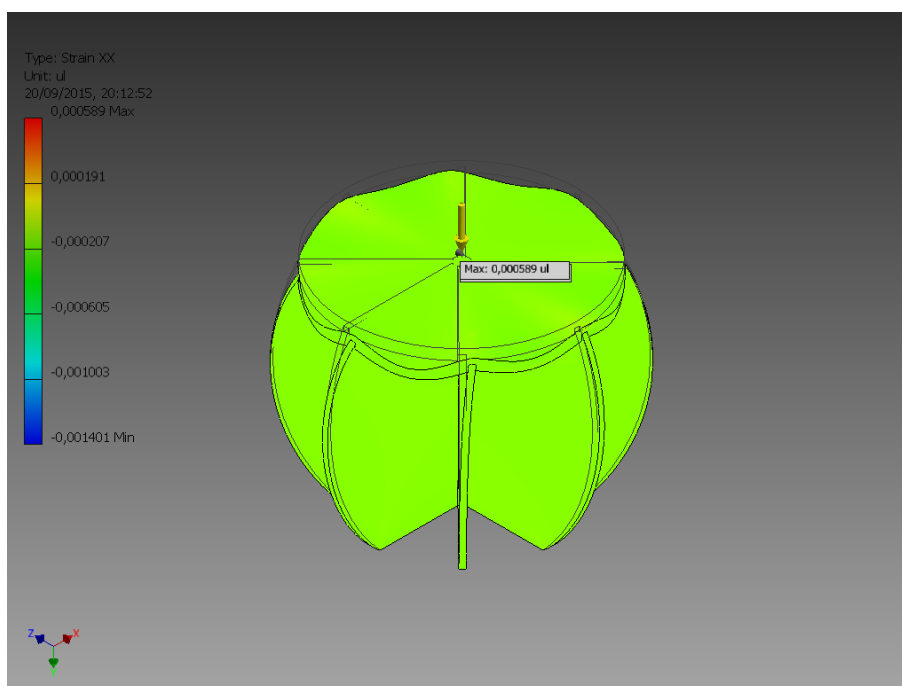
Ilustración 4.151. Tercera deformación principal mínima



Fuente: Autor

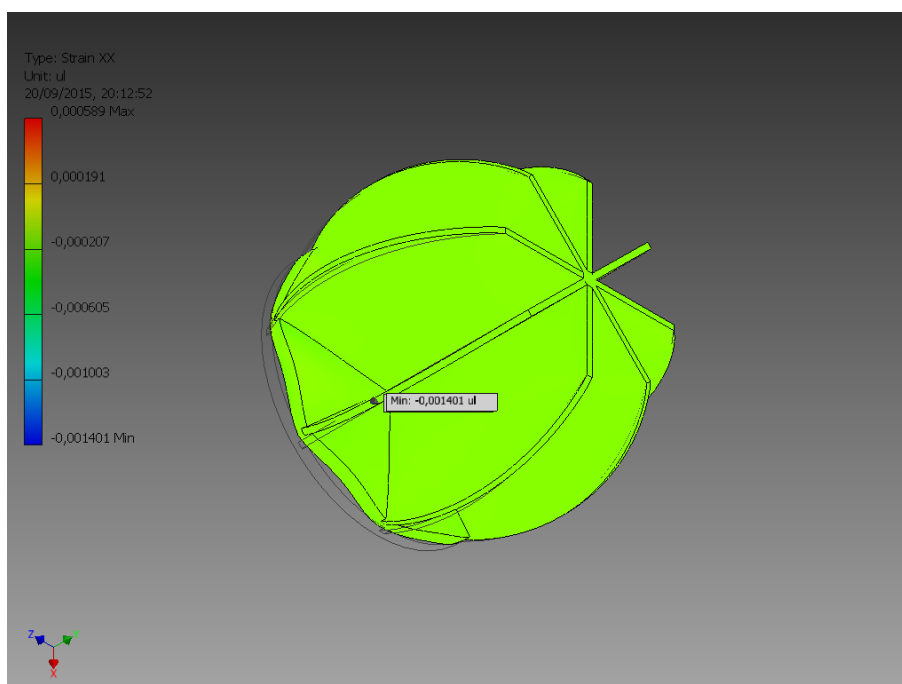
- Strain XX

Ilustración 4.152. Deformación XX máxima



Fuente: Autor

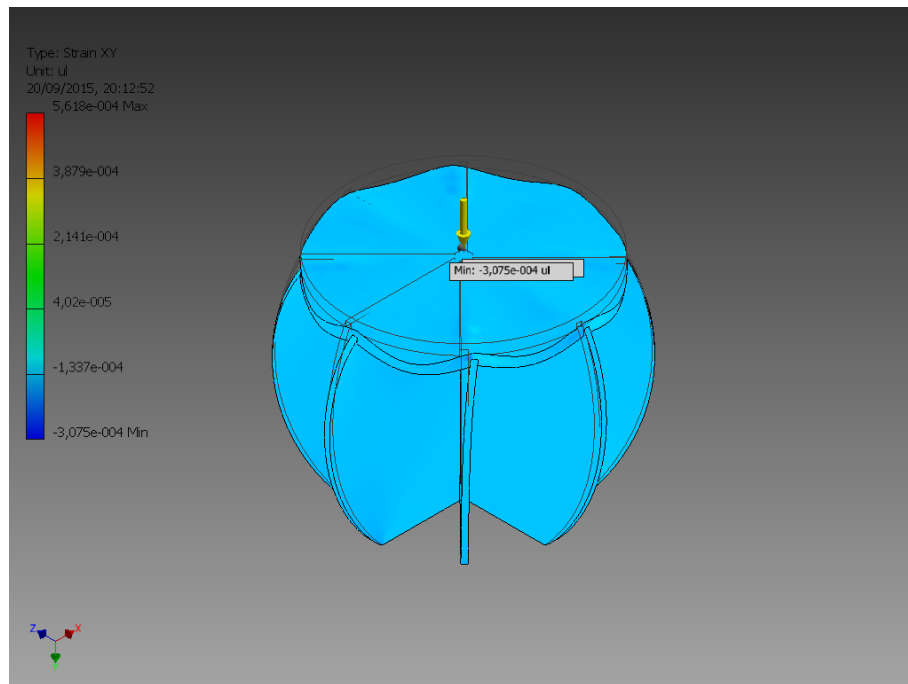
Ilustración 4.153. Deformación XX mínima



Fuente: Autor

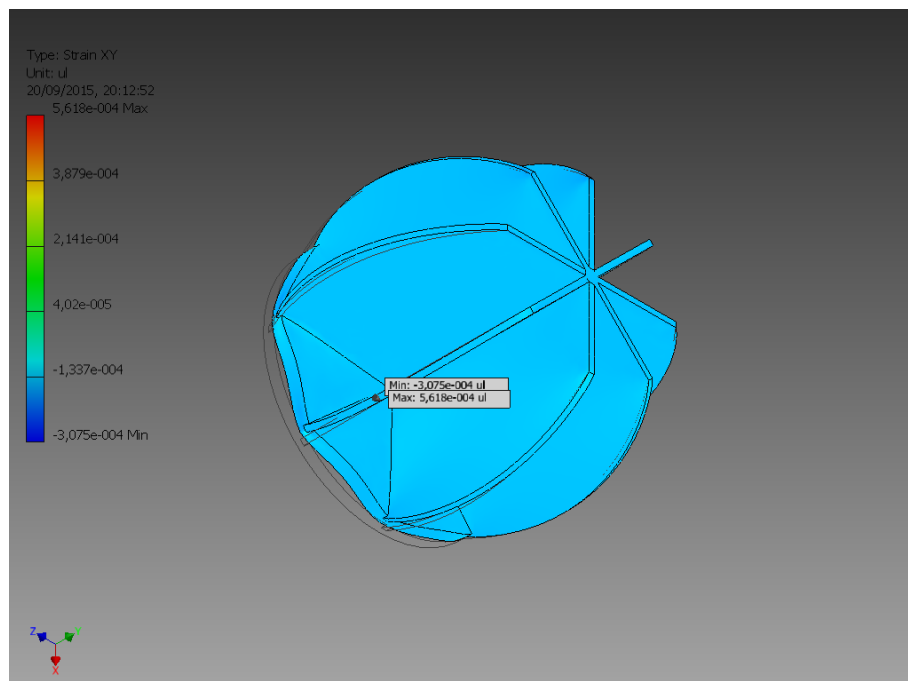
- Strain XY

Ilustración 4.154. Deformación XY mínima



Fuente: Autor

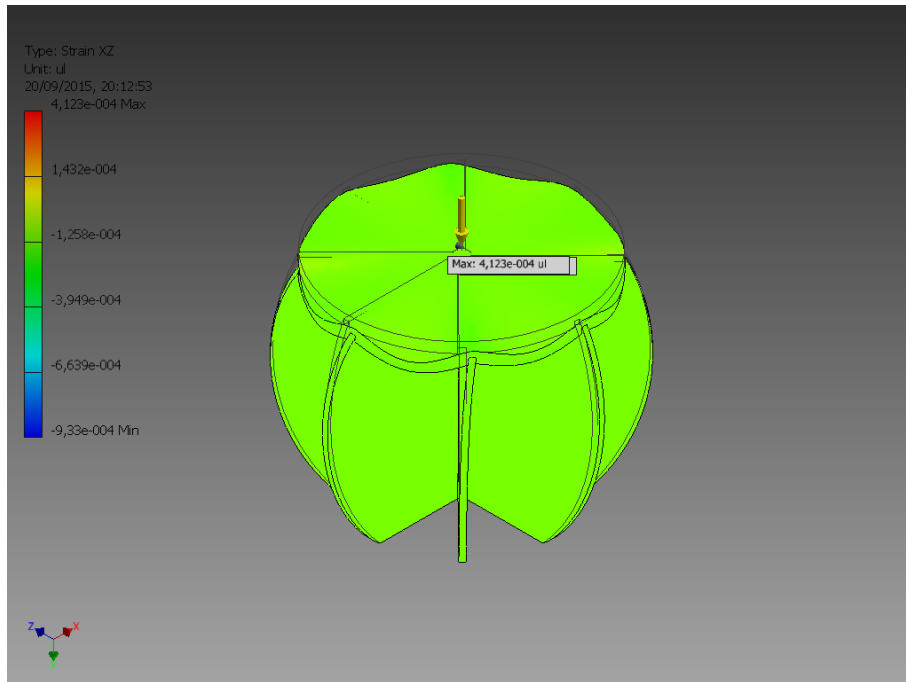
Ilustración 4.155. Deformación XY máxima



Fuente: Autor

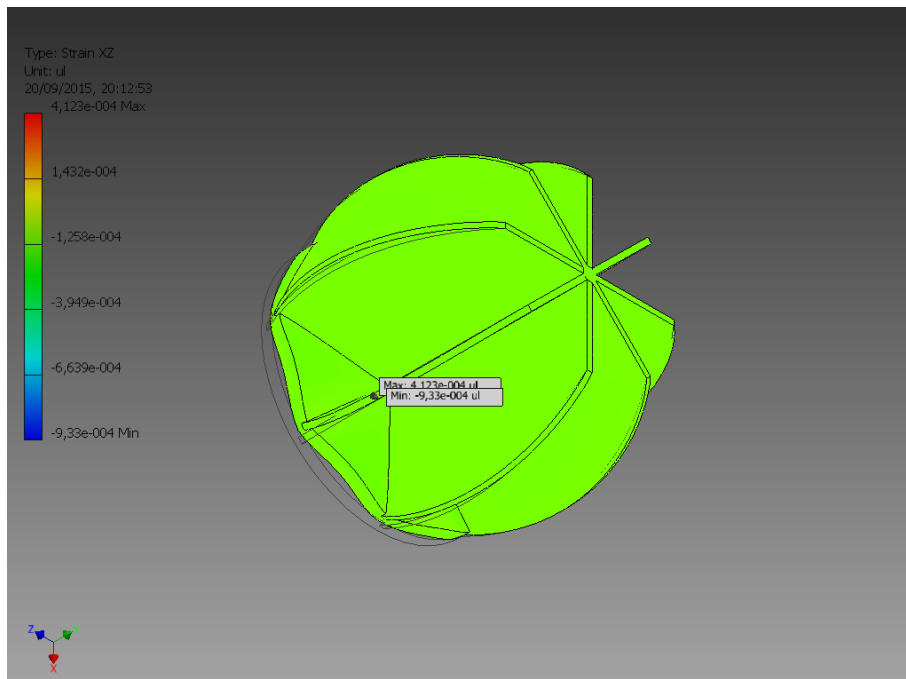
- Strain XZ

Ilustración 4.156. Deformación XZ máxima



Fuente: Autor

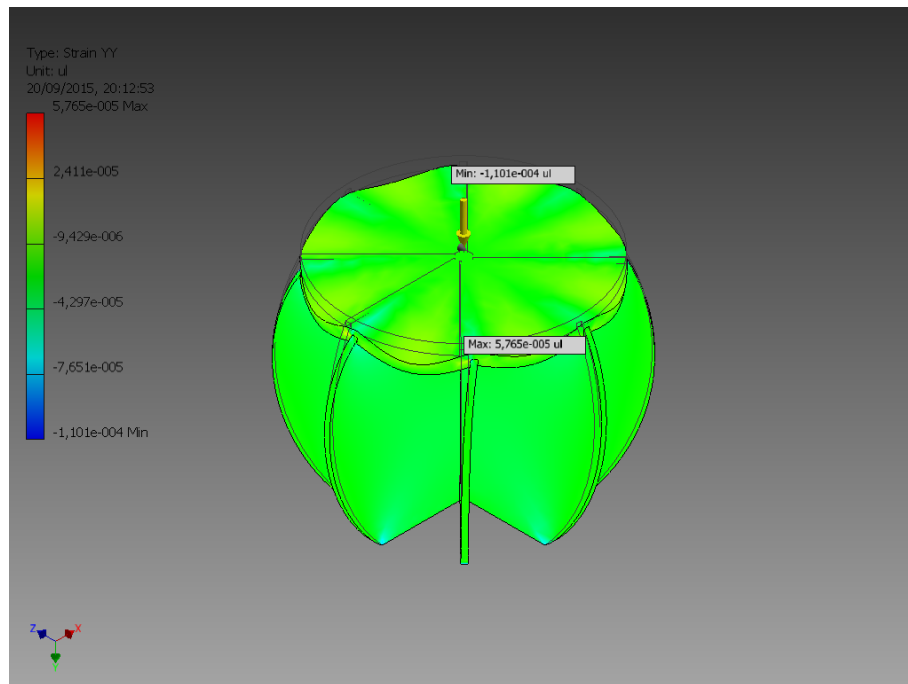
Ilustración 4.157. Deformación XZ mínima



Fuente: Autor

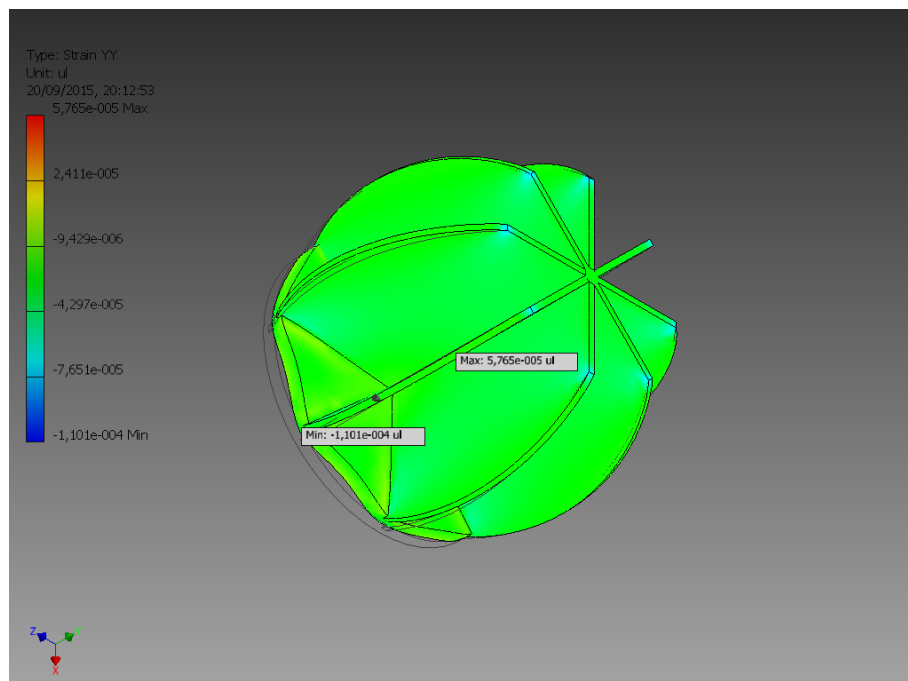
- Strain YY

Ilustración 4.158. Deformación YY máxima



Fuente: Autor

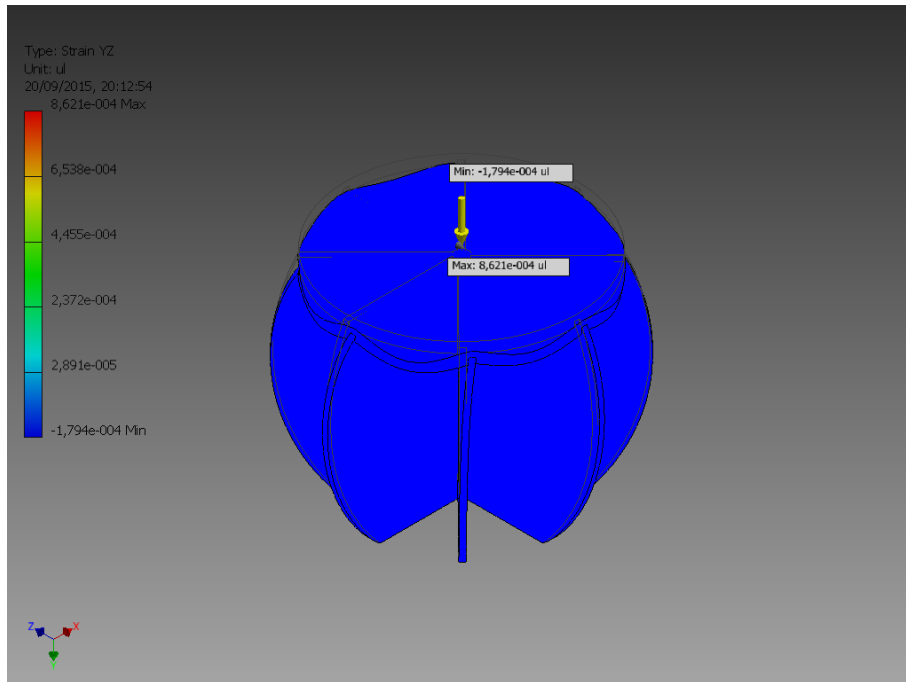
Ilustración 4.159. Deformación YY mínima



Fuente: Autor

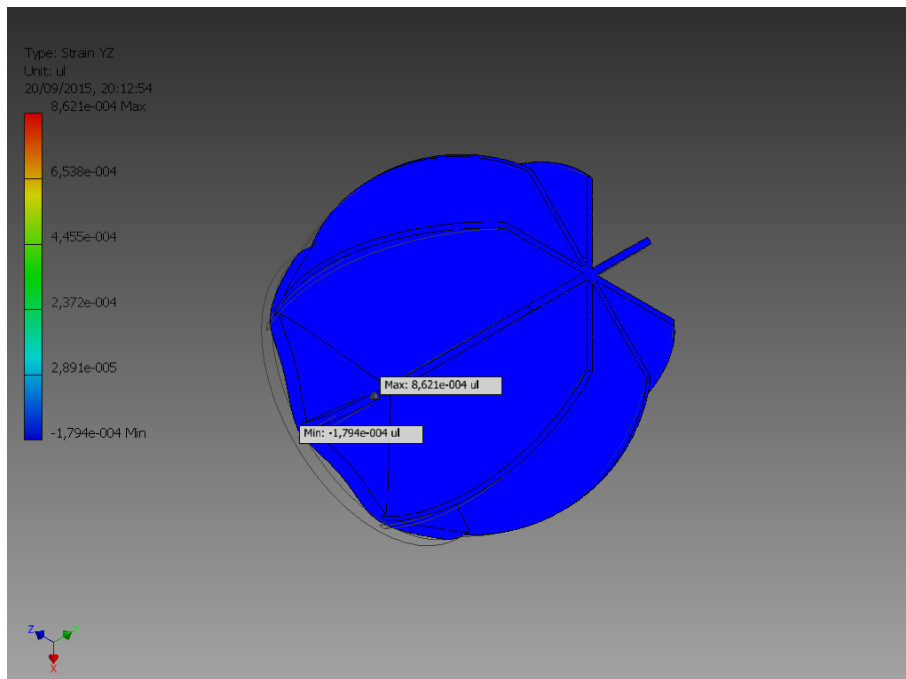
- Strain YZ

Ilustración 4.160. Deformación YZ máxima



Fuente: Autor

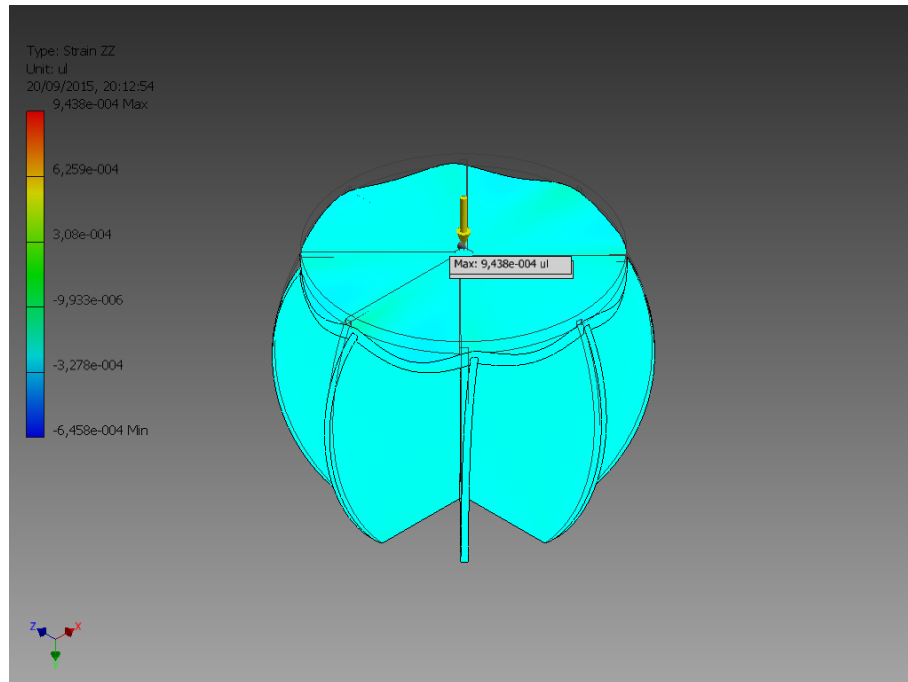
Ilustración 4.161. Deformación YZ mínima



Fuente: Autor

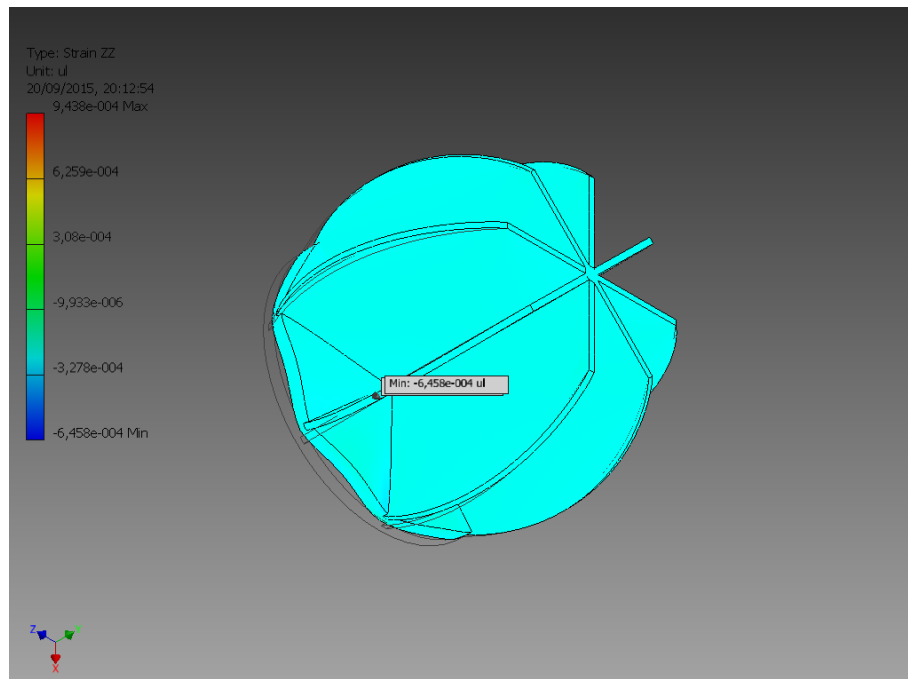
- Strain ZZ

Ilustración 4.162. Deformación ZZ máxima



Fuente: Autor

Ilustración 4.163. Deformación ZZ mínima



Fuente: Autor

4.6. Demostración

4.6.1 Comprobación

Ilustración 4.164. Prueba de carga máxima en prototipo



Fuente: Autor

4.6.2 Resultados

“Consideramos el caso de una variable y que suponemos depende linealmente de otras variables x_1, x_2, \dots . Para describir esta relación se propone un modelo de regresión lineal múltiple poblacional.

Definición: Modelo de regresión lineal múltiple

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \varepsilon$$

En donde $\beta_0 + \beta_2$ son los parámetros que deben estimarse para el modelo, mientras que ε es el componente aleatorio de Y .

Cuando $k = 1$, se obtiene el modelo de regresión lineal simple previamente estudiado.

Supone que se tiene una muestra aleatoria $(x_{1,i}, x_{2,i}, x_{3,i}, \dots, x_{k,i}, y_i)$
 $i = 1, 2, 3, \dots, n$

Para cada grupo de k valores $x_{1,i}, x_{2,i}, x_{3,i}, \dots, x_{k,i}$ se tiene un resultado u observación y_i . Este es uno de los posibles valores de la variable aleatoria y_i . Una variable aleatoria debe tener una distribución de probabilidad. La aleatoriedad de y_i está dada por ε . Se supondrá que para cada variable aleatoria y_i el componente aleatorio ε es una variable con la misma distribución de probabilidad, y que además son variables independientes” (Rodríguez, 2011)

El prototipo fue sometido a un cálculo de regresión lineal múltiple mediante la fórmula $y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \varepsilon$ para determinar un pronóstico de la deformación del objeto. Se considera entonces a la variable y como dependiente linealmente de otras como x_1 y x_2 en donde x_1 está dado por el peso y x_2 por el tiempo.

Se trató de definir un modelo regresión relacionando el peso que soporta la estructura de asiento con el tiempo y la deformación causado por las mismas variables. Para el análisis se usó una muestra aleatoria de nueve mediciones y que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 4.7. Medición de muestra aleatoria. Prototipo I

	Medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_1	Peso (kgf)	20	40	60	80	100	120	140	160	180
x_2	Tiempo (min)	40	50	60	70	80	100	120	110	120
y	Deformación (mm)	2	2	2	3	3	3	3	4	4

Fuente: Autor

Cálculo de regresión lineal. Prototipo I

```

In[12]= X =  $\begin{pmatrix} 1 & 20 & 40 \\ 1 & 40 & 50 \\ 1 & 60 & 60 \\ 1 & 80 & 70 \\ 1 & 100 & 80 \\ 1 & 120 & 90 \\ 1 & 140 & 100 \\ 1 & 160 & 110 \\ 1 & 180 & 120 \end{pmatrix}$ 
Out[12]= {{1, 20, 40}, {1, 40, 50}, {1, 60, 60}, {1, 80, 70}, {1, 100, 80}, {1, 120, 90}, {1, 140, 100}, {1, 160, 110}, {1, 180, 120}}

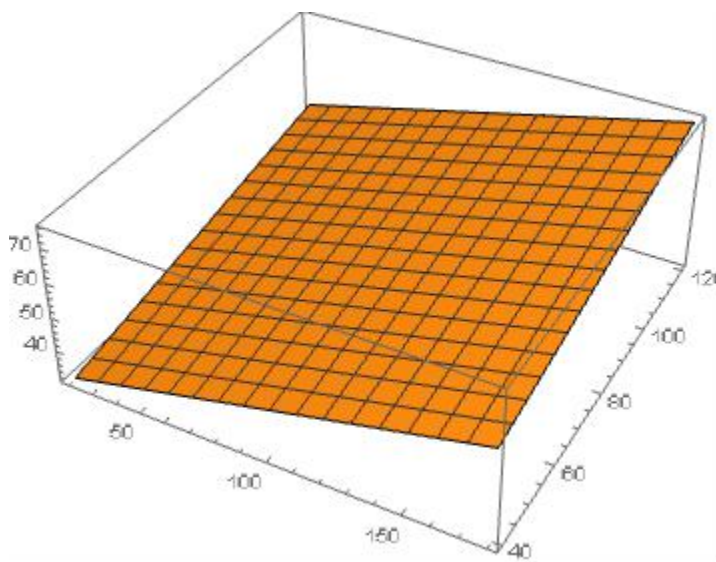
In[13]= Y =  $\begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 4 \\ 4 \end{pmatrix}$ 
Out[13]= {{2}, {2}, {2}, {3}, {3}, {3}, {3}, {4}, {4}}

In[14]=  $\beta = ((\text{Transpose}[X] \cdot X)^{-1} \cdot (\text{Transpose}[X] \cdot Y))$ 
Out[14]=  $\left\{ \left\{ \frac{416}{45} \right\}, \left\{ \frac{347}{4275} \right\}, \left\{ \frac{70849}{667800} \right\} \right\}$ 

In[15]= MatrixForm[ $\beta$ ]
Out[15]/MatrixForm=  $\begin{pmatrix} \frac{416}{45} \\ \frac{347}{4275} \\ \frac{70849}{667800} \end{pmatrix}$ 

```

Gráfico 4.4. Modelamiento por regresión lineal múltiple. Prototipo I



Fuente: Autor

Los datos muestran los siguientes resultados:

$$\hat{y} = \frac{416}{45} + \frac{347}{4275}x_1 + \frac{70849}{667800}x_2$$

Tabla 4.8. Medición de muestra aleatoria. Prototipo II

	Medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_1	Peso (kgf)	20	40	60	80	100	120	140	160	180
x_2	Tiempo (min)	40	50	60	70	80	100	120	110	120
y	Deformación (mm)	2	2	3	3	3	3	3	14	15

Fuente: Autor

Cálculo de regresión lineal. Prototipo II

```

In[12]= X = 
$$\begin{pmatrix} 1 & 20 & 40 \\ 1 & 40 & 50 \\ 1 & 60 & 60 \\ 1 & 80 & 70 \\ 1 & 100 & 80 \\ 1 & 120 & 90 \\ 1 & 140 & 100 \\ 1 & 160 & 110 \\ 1 & 180 & 120 \end{pmatrix}$$

Out[12]= {{1, 20, 40}, {1, 40, 50}, {1, 60, 60}, {1, 80, 70}, {1, 100, 80}, {1, 120, 90}, {1, 140, 100}, {1, 160, 110}, {1, 180, 120}}

In[16]= Y = 
$$\begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 14 \\ 15 \end{pmatrix}$$

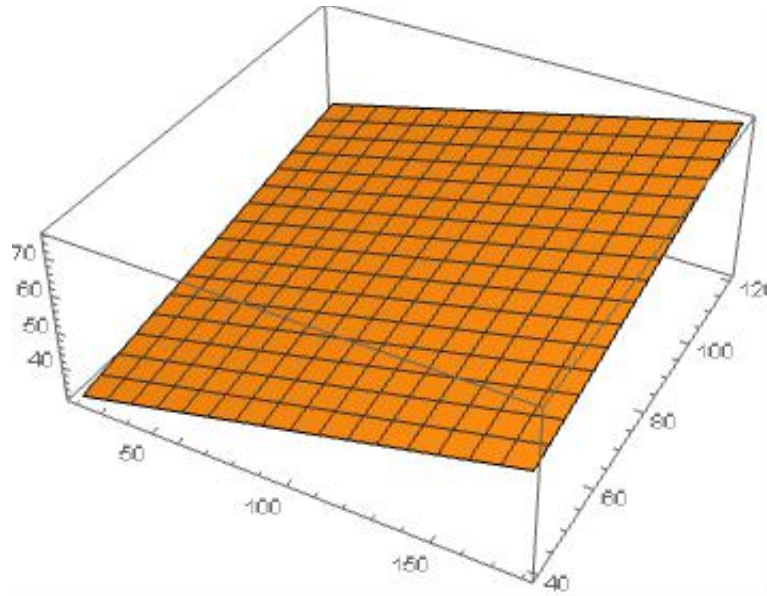
Out[16]= {{2}, {2}, {3}, {3}, {3}, {3}, {3}, {3}, {14}, {15}}

In[17]= 
$$\beta = ((\text{Transpose}[X] \cdot X)^{-1} \cdot (\text{Transpose}[X] \cdot Y))$$

Out[17]= 
$$\left\{ \left\{ \frac{863}{45} \right\}, \left\{ \frac{1111}{6650} \right\}, \left\{ \frac{2031}{9275} \right\} \right\}$$


In[18]= MatrixForm[ $\beta$ ]
Out[18]= MatrixForm= 
$$\begin{pmatrix} \frac{863}{45} \\ \frac{1111}{6650} \\ \frac{2031}{9275} \end{pmatrix}$$


```

Gráfico 4.5. Modelamiento por regresión lineal múltiple. Prototipo II

Fuente: Autor

Los datos muestran los siguientes resultados:

$$\hat{y} = \frac{863}{45} + \frac{1111}{6650}x_1 + \frac{2031}{9275}x_2$$

Tabla 4.9. Medición de muestra aleatoria. Prototipo III

	Medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_1	Peso (kgf)	20	40	60	80	100	120	140	160	180
x_2	Tiempo (min)	40	50	60	70	80	100	120	110	120
y	Deformación (mm)	2	2	2	3	3	3	3	18	24

Fuente: Autor

Cálculo de regresión lineal. Prototipo III

```

In[12]= X = 
$$\begin{pmatrix} 1 & 20 & 40 \\ 1 & 40 & 50 \\ 1 & 60 & 60 \\ 1 & 80 & 70 \\ 1 & 100 & 80 \\ 1 & 120 & 90 \\ 1 & 140 & 100 \\ 1 & 160 & 110 \\ 1 & 180 & 120 \end{pmatrix}$$

Out[12]= {{1, 20, 40}, {1, 40, 50}, {1, 60, 60}, {1, 80, 70}, {1, 100, 80}, {1, 120, 90}, {1, 140, 100}, {1, 160, 110}, {1, 180, 120}}

In[19]= Y = 
$$\begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 3 \\ 18 \\ 24 \end{pmatrix}$$

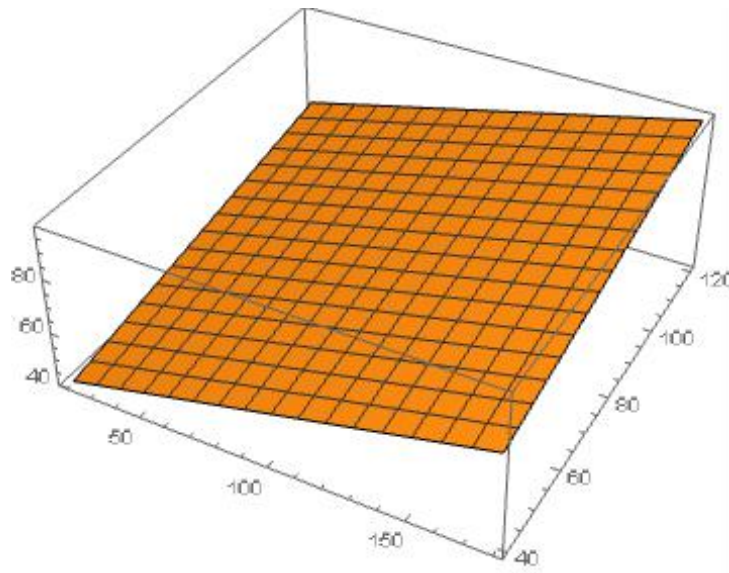
Out[19]= {{2}, {2}, {2}, {3}, {3}, {3}, {3}, {3}, {18}, {24}}

In[20]=  $\beta = ((\text{Transpose}[X] \cdot X)^{-1} \cdot (\text{Transpose}[X] \cdot Y))$ 
Out[20]=  $\left\{ \left\{ \frac{1499}{60} \right\}, \left\{ \frac{17323}{79800} \right\}, \left\{ \frac{31697}{111300} \right\} \right\}$ 

In[21]= MatrixForm[ $\beta$ ]
Out[21]= MatrixForm= 
$$\begin{pmatrix} \frac{1499}{60} \\ \frac{17323}{79800} \\ \frac{31697}{111300} \end{pmatrix}$$


```

Gráfico 4.6. Modelamiento por regresión lineal múltiple. Prototipo III



Fuente: Autor

Los datos muestran los siguientes resultados:

$$\hat{y} = \frac{1499}{60} + \frac{17323}{79800}x_1 + \frac{31697}{111300}x_2$$

La forma de comercialización del producto será aplicado mediante publicidad visual sobre el troquel final tal y como se muestra en el anexo 1.2.

4.7. Tesis

Una estructura de asiento plegable construida con cartón corrugado es capaz de soportar cargas por sobre el peso promedio de un adulto sin alterar sus características físicas ni su funcionamiento.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Una de las propiedades más admirables del cartón corrugado es su capacidad de degradación natural. Este material proviene de las fibras de celulosa de la madera, por ésta razón su tiempo de biodegradación es de un año en promedio lo que colabora para que exista una reducción positiva al impacto ambiental ocasionado por el desecho del mismo material.
- El mobiliario empleado en eventos masivos se caracteriza por ser bastante limitado ya que comprende únicamente a escenarios y vallado. La seguridad de los asistentes es primordial, por ésta razón no se considera factible el uso de estructuras de asiento para los asistentes debido a la carencia de espacio y el peligro existente en la manipulación de los mismos debido a que la mayoría son hechas de materiales duros como plástico, metal o madera. La estructura de asiento de cartón corrugado plegable soluciona fácilmente todas estas incomodidades convirtiendo al proyecto en una solución factible.

- El prototipo ha sido desarrollado con la finalidad de corroborar la resistencia, funcionalidad y versatilidad del proyecto. Mediante los análisis de resistencia realizados en la metodología de la propuesta se ha comprobado los datos esperados para que el prototipo sea factible de ser aplicado.

5.2. Recomendaciones

- Convendría realizar una investigación más amplia enfocada al material y sus distintas variantes lo cual contribuiría para la creación de una mayor variedad de prototipos con finalidades mucho más objetivas enfocadas a la ecología y la resistencia estructural.
- Asistir a varios eventos masivos en distintas fechas del año para determinar más necesidades con respecto al mobiliario que es empleado y de esta manera ampliar las opciones del usuario para elevar el nivel de aceptación del proyecto en el público.

- Realizar pruebas del mueble específicamente con asistentes a eventos masivos en las fechas determinadas por el comité permanente de la municipalidad de Ambato para corroborar su aceptación y entrar en un proceso de mejora continua con la fabricación del mismo.

Bibliografía

- Almaguer, E. (14 de Junio de 2001). *Envase, empaque y embalaje de productos*. Recuperado el 15 de Marzo de 2015, de Gestipolis: <http://www.gestipolis.com/envase-empaque-y-embalaje-de-productos/>
- Alvarez, L. (2013). *Aplicación de materiales de empaque y embalaje biodegradable para el diseño de mobiliario y complementos decorativos*. Ambato: Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato.
- Bernot, É., & Houssou, M. (2013). *Guide Pratique Autour du Carton*. Francia: A4 Technologie.
- Bastioli, C. (2005). *Handbook of Biodegradable Polymers*. Reino Unido: Rapra Technology Limited.
- Charleson, A. (2006). *La estructura como arquitectura*. Nueva York: Reverté.
- Du, W. (2012). *Informatics and Management Science II*. Chongqing: Springer Science & Business Media.
- Espada, B. (20 de Mayo de 2015). *¿Qué es biodegradable?* Recuperado el 30 de Mayo de 2015, de El blog verde: <http://elblogverde.com/que-es-biodegradable/>

- Eekhout, M. (2008). *Cardboard in Architecture*. Delft: IOS Press.
- González, O. (2002). *Análisis estructural*. México: Editorial Limusa.
- Laborde, A. (07 de 10 de 2013). *El Definido*. Obtenido de www.eldefinido.cl:
http://www.eldefinido.cl/actualidad/plazapublica/1161/Que_tiene_que_tener_un_evento_masivo_para_que_sea_bueno/
- Rodríguez, L. (2011). *Probabilidad y estadística básica para ingenieros*. Guayaquil: Instituto de Ciencias Matemáticas ESPOL.
- Shigley, J. (2002). *Diseño en ingeniería mecánica*. México: McGRAW - HILL.

ANEXOS

Anexo 1

Presupuesto

Material	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Cartón corrugado	1 Plancha 1.80x1,80mts.	\$ 6,84	\$ 6,84
Pegamento blanco	1 Botella de 300ml	\$ 0,80	\$ 0,80
Impresión publicitaria en adhesivo blanco (opcional)	4 planchas impresas de 90x90cms.	\$ 3,00	\$ 12,00
TOTAL			\$ 19,64

Nota: El costo de los productos ha sido valorado en venta al público y mediante un estimado de fabricación artesanal.

Anexo 1.2

