

CAPÍTULO IV:

**MODIFICACIONES DE UN VEHÍCULO
DE RIEGO Y BALDEO FABRICADO
CON MATERIALES NO METÁLICOS.
POLIÉSTER.**

ÍNDICE

IV.1. INTRODUCCIÓN

IV.2 VEHÍCULO DE RIEGO Y BALDEO CON CISTERNA DE POLIÉSTER MODIFICADO.

IV.2.1 TANQUE MODIFICADO

IV.2.2 EMPARRILLADO MODIFICADO

IV.3. MODELO DE ANÁLISIS

IV.3.1 MODELO DE ELEMENTOS FINITOS

IV.3.2 CONDICIONES DE CONTORNO

IV.4. ACCIONES

IV.4.1 PESO PROPIO

IV.4.2 PRESIÓN HIDROSTÁTICA

IV.4.1 PRESIÓN DE FRENADA

IV.4.2 PRESIÓN DE PASO POR CURVA

IV.4.1 TORSIÓN

IV.5. MATERIALES

IV.6 HIPÓTESIS DE CARGA

IV.7 ANÁLISIS REALIZADOS

IV.7.1 E.L.ÚLTIMOS

IV.7.2 E.L.SERVICIO

IV. MODIFICACIONES DE UN VEHÍCULO DE RIEGO Y BALDEO FABRICADO CON MATERIALES NO METÁLICOS. POLIÉSTER.

IV.1. INTRODUCCIÓN

En el capítulo precedente se ha realizado un análisis completo del vehículo de riego y baldeo con cisterna de 20.000 litros de poliéster, y se comprueba que el porcentaje de aprovechamiento de los materiales es relativamente bajo.

Por ello se desarrolla en el presente capítulo un nuevo análisis mecánico, realizando diversas variaciones en el diseño del vehículo en cuestión, con el fin de obtener una estructura más liviana, y un mayor aprovechamiento de los materiales que la conforman.

IV.2. VEHÍCULO DE RIEGO Y BALDEO CON CISTERNA DE POLIÉSTER MODIFICADO.

Las modificaciones que se realizan se desarrollan principalmente en dos de los elementos que forman el vehículo, como son el tanque y el emparrillado.

IV.2.1. Tanque modificado

Las dimensiones, espesores y número de placas T de unión con emparrillado y falso bastidor se mantienen, introduciendo como única modificación una reducción en el número de rompeolas.

Se diseña un nuevo modelo, con el mismo número de rompeolas que su correspondiente vehículo fabricado en acero. Ello es, un rompeolas longitudinal y 3 trasversales.

IV.2.2. Emparrillado modificado

El otro elemento que se modifica es el emparrillado, pues el diseño inicial contiene un elevado número de travesaños.

Se realiza un nuevo diseño, en el cual aparecen travesaños en los extremos y en las zona media entre cada dos rompeolas trasversales del tanque, para que el modelo tenga mayor resistencia.

IV.3. MODELO DE ANÁLISIS

El análisis mecánico del vehículo de riego y baldeo con cisterna de poliéster de 20000 litros modificado se realiza, al igual que en los dos modelos estudiados con anterioridad, mediante el software Ansys Workbench, partiendo de un modelo de CAD 3D imprentado en SolidEdge V.19.

IV.3.1. Modelo de elementos finitos

El modelo de elementos finitos es el siguiente:

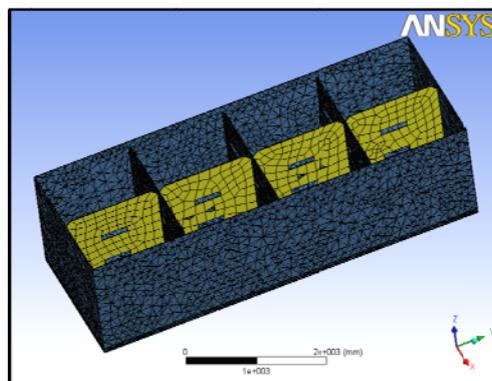


Figura 112. Modelo de elementos finitos tanque y emparrillado

IV.3.1.1. Tipo de elementos finitos

Los elementos desarrollados en este modelo son, la cisterna de poliéster, formada a su vez por la envolvente y rompeolas, el emparrillado y las placas tipo T, que sirven de unión entre cisterna y falso bastidor.

Para este análisis se decide usar elementos tridimensionales para el conjunto, además de los pertinentes para los contactos entre elementos.

IV.3.1.2. Elementos sólidos

Envolvente y Rompeolas transversales: SOLID187

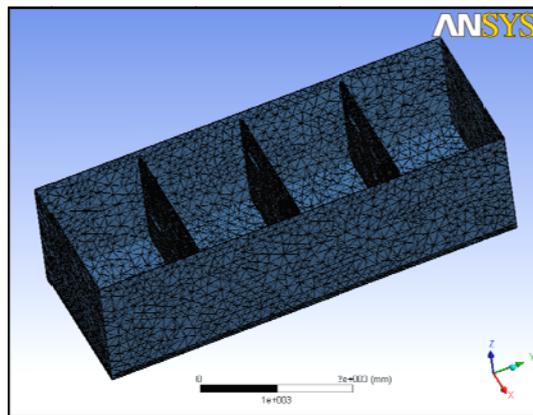


Figura 113. Elementos Solid187

Las características de estos elementos se muestran en el Anexo I

➤ Rompeolas longitudinal y Placas tipo T: SOLID186

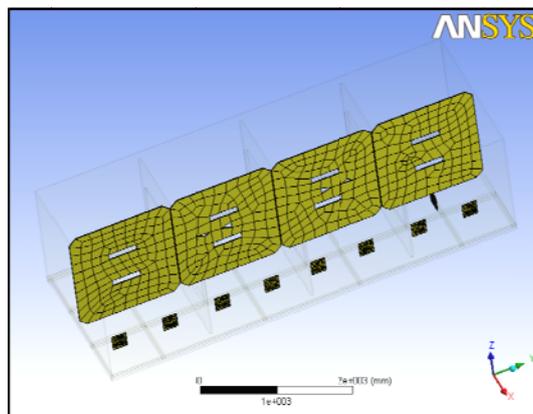


Figura 114. Elementos Solid186

Las características de estos elementos se muestran en el Anexo I

IV.3.1.3. Elementos de contacto: CONTA174 y TARGET170

Existen diferentes contactos entre las piezas del modelo, que se modelan mediante los elementos finitos CONTA174 y target170.

- Contacto entre rompeolas y envoltorio de la cisterna

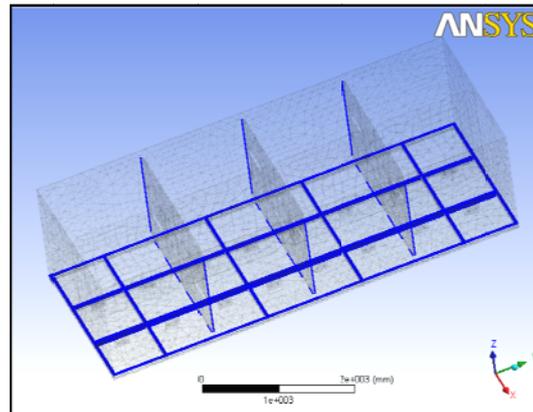


Figura 115. Contacto de los rompeolas transversales y falso bastidor con la envoltorio

El volumen de la cisterna está compartimentado en su interior mediante 3 rompeolas transversales y dos longitudinales. Estos son solidarios a la envoltorio, por ello se modelan mediante unión tipo “bonded”.

La cisterna descansa sobre un emparrillado de tubos huecos rectangulares, que tiene la finalidad de transmitir las cargas de forma uniforme al falso bastidor. Existe unión entre ambos elementos mediante las placas T y unos tornillos que los unen. Para este análisis no se considera fijación debida a la unión de los tornillos, así pues el tipo de contacto entre cisterna y emparrillado es de tipo “Frictionless”.

- Contacto entre placas T y emparrillado

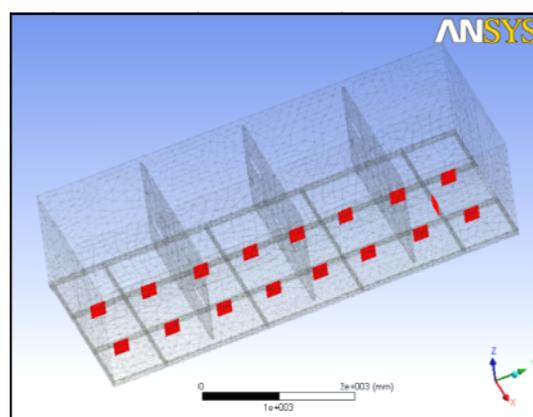


Figura 116. Contacto de los rompeolas transversales y falso bastidor con la envoltorio.

Como se ha mencionado anteriormente, la unión mediante tornillo de las placas T y el emparrillado se considera únicamente de fijación para montaje, desestimándose su función estructural, con lo cual contacto será sin fricción.

IV.3.2. Condiciones de contorno

La misión del emparrillado metálico es la de hacer uniformar el asiento del tanque de poliéster y la transmisión de las cargas entre éste y el falso bastidor.

Como se aprecia en la imagen, el emparrillado está dividido longitudinalmente por 4 grupos de barras. De ellas, las dos centrales son continuas y apoyarán directamente sobre los perfiles UPN del falso bastidor, mientras que restantes exteriores estarán en voladizo.

Emparrillado simplemente apoyado sobre falso bastidor, en tal caso, la condición de contorno corresponde a un apoyo de bolas, en el cual solo se transmiten las cargas verticales.

Otra condición de contorno aparece en las placas T pues son las encargadas de transmitir las reacciones horizontales desde hasta el falso bastidor (totalmente en el caso de apoyo de bolas, y parcialmente en el caso de apoyo fijo). Se modela mediante un apoyo fijo de las caras internas de los agujeros donde se alojan los tornillos

IV.4. ACCIONES

Para el análisis de los distintos modelos se consideran las siguientes acciones simples.

IV.4.1. Peso Propio

Entendemos como peso propio el peso de todos los elementos estructurales que han sido definidos con anterioridad con sus correspondientes propiedades, así como del volumen de agua alojada en el interior del tanque. Tomaremos un valor de aceleración gravitacional de:

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

IV.4.2. Presión Hidrostática

Presión hidrostática debida al volumen de agua almacenada en el interior del tanque, sobre todo el contorno interno de la envolvente. No es necesario sobre los rompeolas, pues esta acción se anula conjuntamente debido a los volúmenes de agua alojados a ambos lados de cada uno de ellos.

Su valor característico es función de la altura y su acción es normal a la superficie.

Para un peso específico del agua de $10 \text{ (kN/m}^3\text{)}$, y considerando que la cisterna llena deja la presión atmosférica a una cota de 1.650 (mm) de la base, nos queda:

$$P_{hidrostática}(z) = \gamma(z_0 - z) = 10^{-5}(1650 - z)(MPa)$$

IV.4.3. Presión de Frenada

Uno de los motivos principales para la instalación de los rompeolas, es la de compartimentar la carga para repartir las fuerzas debidas a la inercia del agua cuando el vehículo está en movimiento.

Para modelar esta carga vamos a suponer que la carga producida por la masa de agua contenida en cada compartimento se reparte de manera uniforme sobre las superficies frontales correspondientes.

Masa Agua: 20.000 kg

Masa total: 23877,14 kg

Nº de compartimentos transversales = 4

La masa correspondiente a cada compartimento, es decir, al volumen de agua alojado entre dos rompeolas transversales es:

$$M_{ct} = 5969,28 \text{ kg}$$

Como valor característico de deceleración de frenada tomaremos el correspondiente de pasar de 60 Km/h a 0 en 2 segundos:

$$a_{frenada} = 8,33 \text{ m/s}^2$$

El agua se encuentra proyectada sobre la superficie de los rompeolas transversales, que corresponde con un área de:

$$A_{rt} = 3,05 \text{ m}^2$$

Luego la presión debida a la frenada se estima en:

$$P_{frenada} = \frac{M_{ct} \cdot a_{frenada}}{A_{rt}} = \frac{5969,28 \cdot 8,33}{3,05} = 16.32,99 Pa$$

IV.4.4. Presión de Paso por Curva

Tiene también origen inercial, y se modela de la misma forma que la de frenada, o sea, como una carga uniforme sobre la superficie correspondiente, que en este caso es la lateral.

$$N^{\circ} \text{ compartimentos totales} = 8$$

$$\text{Masa de agua del compartimento: } M_c = \frac{20.000}{8} = 2500 \text{ Kg}$$

Valor característico de aceleración normal de una curva, correspondiente a un radio de curvatura de 40 (m) y una velocidad de 40 Km/h.

$$a_{curva} = 3,1 \text{ m/s}^2$$

Área lateral:

$$A_{rl} = 2,23 \text{ m}^2$$

Luego la presión debida al paso por curva:

$$P_{paso_curva} = \frac{M_c \cdot a_{curva}}{A_{rl}} = \frac{2500 \cdot 3,1}{2,23} = 3470,20 Pa$$

IV.4.5. Torsión

La experiencia en el comportamiento de las cisternas carrozadas nos lleva también a considerar las posibles cargas que pueden producirse sobre la

estructura si existiese una eventual carga que provocase la torsión de la misma.

La torsión se produce generalmente cuando el falso bastidor se deforma como consecuencia de las cargas y desplazamientos que le transmite el bastidor del vehículo.

Para simular la torsión, hemos decidido imponer sobre los largueros más exteriores del emparrillado sendas leyes de desplazamiento lineal en el sentido vertical. (Para ello, se ha definido un ángulo de giro en el sentido transversal y se ha proyectado el desplazamiento producido en cada nodo sobre los largueros, deformando el emparrillado tal hasta asemejarse a una superficie reglada).

Se ha ajustado el valor del giro máximo permitido con la condición de no sobrepasar el límite elástico del acero.

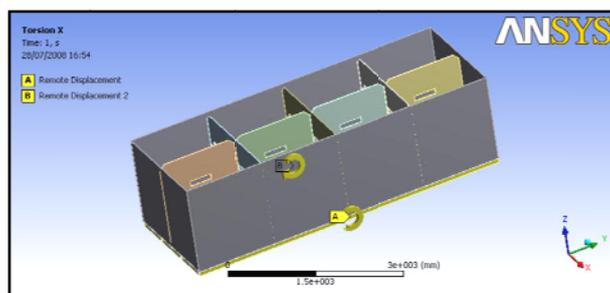


Figura 117. Torsión en el modelo

La siguiente tabla resume los parámetros empleados en la simulación:

Torsión	
Giro máximo de los largueros	0,14°
Giro máximo de los largueros transversales	0,39°
Desplazamiento vertical máximo impuesto (valor absoluto)	7,2 mm

Tabla 34. Detalles de torsión

IV.5. MATERIALES

Se emplean principalmente dos materiales en la construcción del vehículo, como son el acero S-275 y Poliéster reforzado con fibra de vidrio. Las propiedades de ambos son:

Características Acero	
Módulo de elasticidad (MPa)	$2,1 \cdot 10^5$
Coefficiente de Poisson	0,3
Densidad (Kg/m ³)	7.850
Tensión Máxima Admisible (MPa)	275

Tabla 35. Características acero S275

En cuando al coeficiente de minoración de las propiedades de material, utilizamos $\gamma_a = 1$ correspondiente a aceros con límite mínimo garantizado.

$\gamma_{M0} = 1,05$ coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material

$\gamma_{M1} = 1,05$ coeficiente parcial de seguridad relativo a los fenómenos de inestabilidad

Características Poliéster	
Módulo de elasticidad (MPa)	1493
Coefficiente de Poisson	0,3
Densidad (Kg/m ³)	1650
Tensión Máxima Admisible (MPa)	144

Tabla 36. Características poliéster

Si bien el Poliéster no es un material isótropo, para el análisis supondremos válida esta simplificación.

IV.6. HIPÓTESIS DE CARGA

Se definen las mismas acciones y coeficientes parciales de seguridad que en el capítulo anterior, y realizando nuevamente las mismas combinaciones de cargas:

- Hipótesis I: Peso propio + Presión hidrostática
- Hipótesis II: Peso Propio + Presión Hidrostática + Sobrepresión de Curva.
- Hipótesis III: Peso Propio + Presión Hidrostática + Sobrepresión de Frenada.
- Hipótesis IV: Torsión del Chasis

IV.7. ANALISIS REALIZADOS

Se muestra a continuación un resumen de los datos recogidos en los distintos análisis mecánicos. El total de ellos se recoge en el Anexo 2

IV.7.1. E.L. Últimos

IV.7.1.1. Tanque

	<i>Hipótesis 1</i>		<i>Hipótesis 2</i>		<i>Hipótesis 3</i>		<i>Hipótesis 4</i>	
	Magnitud (MPa)	% aprov.						
Tension Von Misses	17,67	12,27	129,1	89,65	44,94	31,20	3,91	2,71

Tabla 37. E.L.Últimos Tanque

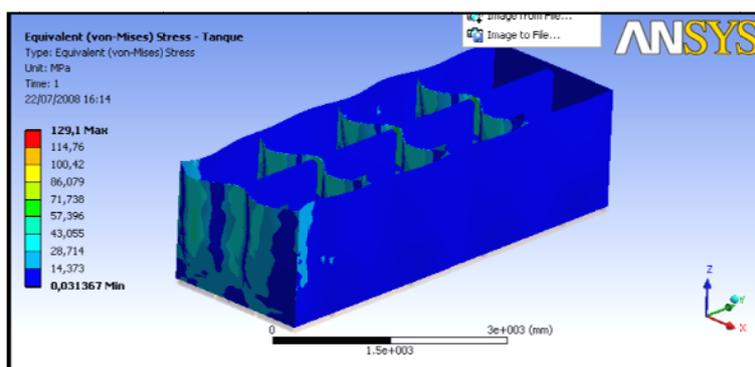


Figura 118. E.L.Últimos Tanque, Hipótesis 2

IV.7.1.2. Placas T

	<i>Hipótesis 1</i>		<i>Hipótesis 2</i>		<i>Hipótesis 3</i>		<i>Hipótesis 4</i>	
	Magnitud (MPa)	% aprov.						
Tension Von Misses	15,97	5,80	66,44	24,16	18,21	6,62	26,40	9,6

Tabla 38. E.L.Últimos Placas T

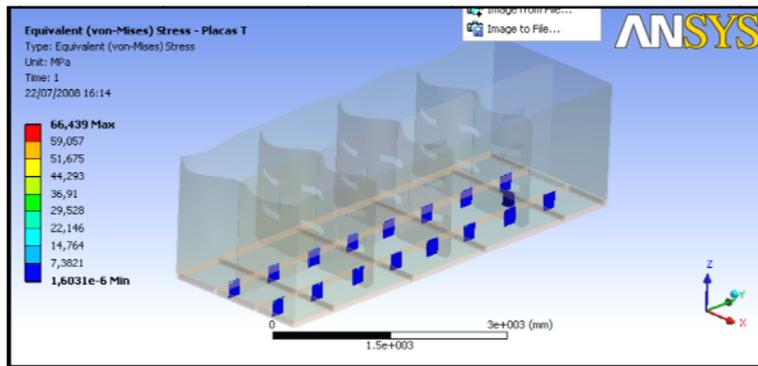


Figura 119. E.L.Últimos Placas T, Hipótesis 2

IV.7.1.3. Emparrillado

	Hipótesis 1		Hipótesis 2		Hipótesis 3		Hipótesis 4	
	Magnitud (MPa)	% aprov.						
Tension Von Misses	45,96	16,71	114,45	41,62	116,72	42,44	18,07	6,57

Tabla 39. E.L.Últimos Emparrillado

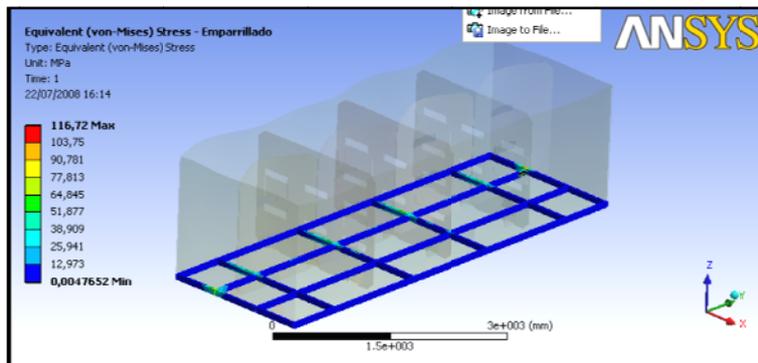


Figura 120. E.L.Últimos Emparrillado, Hipótesis 3

IV.7.2.E.L. Servicio

IV.7.2.1. Tanque

Tipo de estudio	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3
Deformación VonMisses (mm/mm)	$1,02 \cdot 10^{-3}$	$7,49 \cdot 10^{-3}$	$2,61 \cdot 10^{-3}$
Deformación total (mm)	12,44	32,80	33,12

Tabla 40. E.L.Servicio Tanque

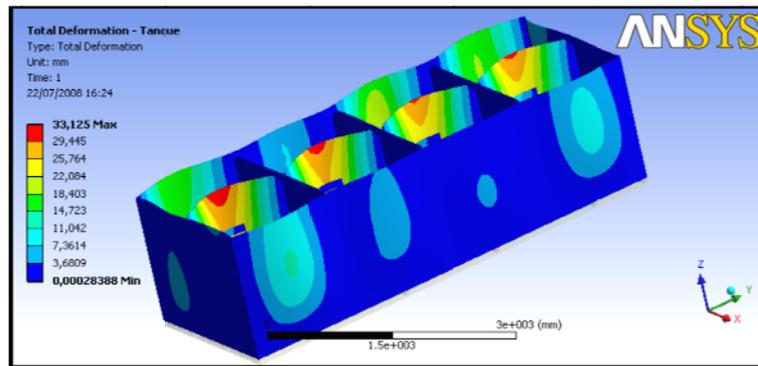


Figura 121. E.L.Servicio Tanque, Hipótesis 2

IV.7.2.2. Placas T

Tipo de estudio	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3
Deformación VonMises (mm/mm)	$5,30 \cdot 10^{-5}$	$2,21 \cdot 10^{-4}$	$6,01 \cdot 10^{-5}$
Deformación total (mm)	$1,58 \cdot 10^{-4}$	$6,61 \cdot 10^{-4}$	$1,79 \cdot 10^{-4}$

Tabla 41. E.L.Servicio Placas T

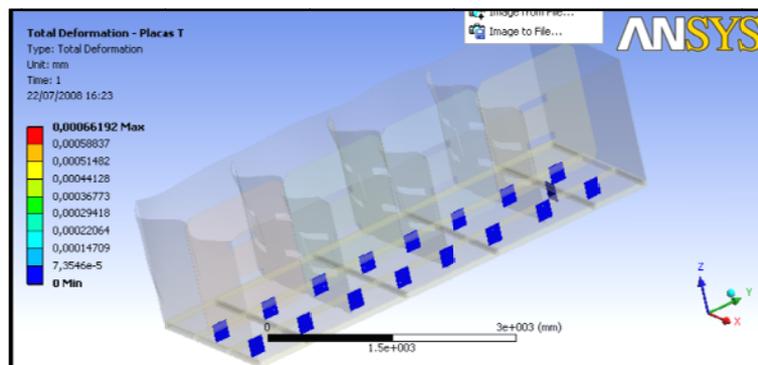


Figura 122. E.L.Servicio Placas T, Hipótesis 2

IV.7.2.3. Emparrillado

Tipo de estudio	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3
Deformación VonMises (mm/mm)	$3,85 \cdot 10^{-4}$	$2,03 \cdot 10^{-4}$	$3,91 \cdot 10^{-4}$
Deformación total (mm)	0,56	0,37	0,95

Tabla 42. E.L.Servicio Emparrillado

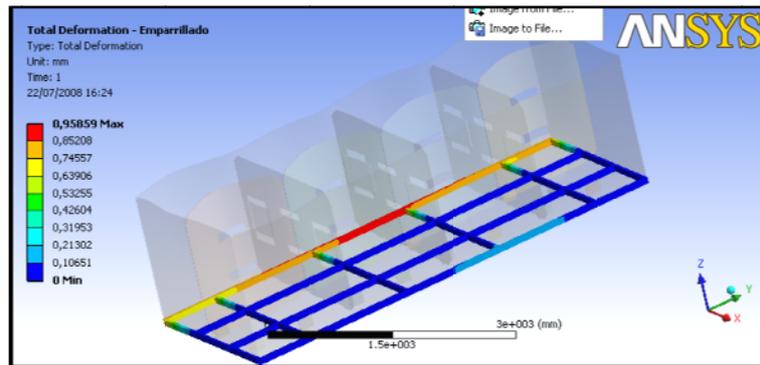


Figura 123. E.L.Servicio Emparrillado, Hipótesis 3

IV.8. CONCLUSIONES

Una vez realizados los pertinentes análisis mecánicos del vehículo de riego y baldeo con tanque de poliéster modificado, se puede afirmar que la nueva estructura es segura y cumple con amplio margen de seguridad los requerimientos normativos vigentes. Por ello las modificaciones introducidas resultan satisfactorias para futuras construcciones de este tipo de vehículos.