

# Estudio de la unión de adhesivo que sujeta las compuertas superiores de los vehículos del Tren Urbano

**Flavia Meléndez Negrón**

Estudiante a nivel sub-graduado del Departamento de Ingeniería Mecánica  
 Universidad de Puerto Rico – Recinto de Mayagüez  
 flavia.melendez@gmail.com

Programa de Desarrollo Profesional Grupo 3  
 UPR/PUPR/ATI



## Abstracto

Esta investigación estudia los adhesivos y el uso de estos en uniones entre dos componentes. El conocimiento sobre este tema ha permitido profundizar sobre las fallas que ocurren en las uniones de adhesivos. Con la información estudiada sobre adhesivos y las fallas de adhesivos en las uniones se espera presentar conclusiones que determinen si el uso de adhesivos methacrylate se puede considerar como una alternativa confiable para sujetar la compuerta superior del Tren Urbano.

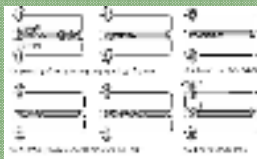
## Objetivos

- Comprender sobre el uso de adhesivos, las fallas de adhesivos y las pruebas para determinar las causas de fallas de adhesivos.
- Comprobar si la extensión de la superficie de aplicación de un adhesivo se relaciona con la efectividad de una unión con adhesivo.
- Determinar la confiabilidad de los trabajos de reparación en las compuertas superiores utilizando el adhesivo methacrylate Plexus MA310.

## Adhesivos

El uso de adhesivos se está convirtiendo en una aplicación importante en la industria incluyendo la unión de materiales. Esto se debe en parte a que el uso de adhesivos no cambia las propiedades de los sustratos ni requieren modificar los componentes como sucede con otras técnicas.

La función de una unión puede ser para que la misma sea más fuerte que las partes unidas o, en otros casos, para que la unión sea intencionalmente más débil para que falle antes que los componentes y así prevenir fallas en los mismos.



Tipos de fallas de los adhesivos.

## Prueba Experimental

Prueba de esfuerzo cortante utilizando equipo Instron Tensile Machine:

### Materiales:

Epoxi para uso en metales y fibra de vidrio

Cuatro (4) probetas de placas de fibra de vidrio unidas con adhesivo a placas de acero inoxidable # 304

- Muestras A: Dos (2) probetas con adhesivo aplicado en toda la superficie
- Muestras B: Dos (2) probetas con adhesivo aplicado parcialmente en la superficie



Probetas de las muestras A y B sometidas a las pruebas.

Tabla de resultados obtenidos durante la prueba.

Muestra	Fuerza máxima antes de romper (lbf)
1A	783.57
2A	585.07
1B	290.27
2B	333.06

## Conclusiones y Recomendaciones

- Los resultados obtenidos de los análisis experimentales y computarizados realizados y la teoría estudiada demuestran que la extensión de superficie donde se aplica el adhesivo es un factor crítico para la efectividad de una unión de adhesivo.
- Se recomienda que se continúen los trabajos de reparación en las compuertas superiores aplicando el adhesivo en toda la superficie de contacto entre la bisagra y la compuerta superior.
- Se considera que el modelo en SolidWorks no logra simular el comportamiento real del adhesivo bajo las fuerzas aplicadas.

## Descripción del Problema



Figuras muestran las compuertas superiores abiertas y cerradas.



Figura superior muestra una bisagra adherida a la compuerta. Figura inferior muestra la falla del adhesivo aplicado en forma de serpentina.

### Componentes:

- Compuerta superior de fibra de vidrio
- Bisagra de acero inoxidable 440 con ocho (8) orificios en la superficie
- Adhesivo Methacrylate: AAS 7315
- Adhesivo Methacrylate: MA310
- Amortiguador sujeto a una de las esquinas de la bisagra

### Problema:

- Falla del adhesivo (AAS 7315) que une las bisagras que sostienen las compuertas superiores de los vehículos del Tren Urbano.
- Inicialmente, el adhesivo fue aplicado en forma de serpentina y no en toda la superficie.
- Se han completado trabajos para reparar la falla reemplazando el adhesivo por MMA310 aplicándolo en toda la superficie.
- En los trabajos de reparación se removieron los amortiguadores que aplicaban una fuerza de tensión en la bisagra.
- Se requiere un estudio para determinar la confiabilidad del procedimiento de los trabajos de reparación.
- No se pueden realizar modificaciones al diseño de la unión por restricciones de garantía.

## Análisis de Esfuerzos

- SolidWorks es un software 3D de diseño de mecanismos y CAD.
- COSMOSworks es un software para validar diseños y optimizar dentro del software de SolidWorks.
- Se realizó modelo en SolidWorks y análisis de esfuerzos en COSMOSworks aplicando mallas sólidas y restricciones en la bisagra.

Caso 1A:

Adhesivo aplicado en toda la superficie  
 Peso de la compuerta + Amortiguador



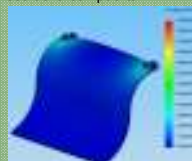
Caso 1B:

Adhesivo aplicado parcialmente  
 Peso de la compuerta + Amortiguador



Caso 2A:

Adhesivo aplicado en toda la superficie  
 Peso de la compuerta



Caso 2B:

Adhesivo aplicado parcialmente  
 Peso de la compuerta



## Consejeros

- Dr. Didier M. Valdés-Díaz**  
 Profesor del Departamento de Ingeniería Civil  
 Universidad de Puerto Rico – Recinto de Mayagüez
- Prof. Gustavo Pacheco**  
 Profesor del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental  
 Universidad Politécnica Puerto Rico

## Agradecimientos

- Dr. Paul Sundaram**  
 Profesor Departamento de Ingeniería Mecánica  
 Universidad de Puerto Rico – Recinto de Mayagüez
- Ing. Félix Estrada**  
 Departamento de Ingeniería  
 Altinate Concepts Inc.

Segundo Informe de Progreso de Investigación Sub-graduada  
 Sometido a:

**Dr. Benjamin Colucci**  
 Director del Programa de Desarrollo Profesional UPR/PUPR/ATI