

## GLARE

GLARE significa glass-reinforced aluminum laminate y se trata de un material compuesto relativamente nuevo pero con grandes proyecciones futuras, especialmente en el ámbito de la aeronáutica.

### PROCESO DE MANUFACTURA

GLARE es un agregado de laminas de aluminio y fibra de vidrio mezclada con una resina epoxica, de fácil fabricación y reparación. En términos generales el proceso de manufactura consiste en un tratamiento superficial de la láminas de aluminio, a continuación se realiza la laminación que consiste en unir el aluminio con la fibra de vidrio según una secuencia preestablecida, y finalmente se introduce la estructura en un autoclave donde le es aplicada presión y temperatura para curar la fibra. Por otra parte los factores de diseño que varían en los distintos tipos de GLARE son básicamente: el tipo de aluminio y su espesor (por ejemplo se utiliza al aluminio 2024-T3), la secuencia de apilamiento (por ejemplo un GLARE X 2/1 consta de dos laminas de aluminio y una capa de fibra) el sistema fibra resina incluyendo la orientación, densidad y espesor de la fibra.

### PROPIEDADES ESTATICAS

- COMPORTAMIENTO BAJO TENSION

El modulo de elasticidad de todos los GLARE es menor que en aluminio solo debido al bajo modulo de elasticidad de la fibra, lo que conlleva también a un bajo límite de fluencia ya que el aluminio se ve sobrecargado. Por otro lado la orientación de la fibra es fundamental en las propiedades en tracción ya que, por ejemplo, un GLARE con fibra unidireccional presenta un notable aumento de las propiedades en la dirección de alineación en desmedro de la dirección transversal.

- COMPORTAMIENTO EN COMPRESIÓN

El modulo de elasticidad de en compresión disminuye de igual forma que como en tracción, sin embargo el límite de fluencia además de ser menor que una aleación monolítica de aluminio es notablemente más sensible a la dirección de apilamiento

- COMPORTAMIENTO EN EL PLANO DE CORTE

En el plano de corte tanto el limite de fluencia como el modulo en el plano de corte es hasta un 50% menor que en el aluminio. Esto se debe principalmente a que aquí está en juego la adherencia entre las laminas.

### RESISTENCIA A LA FRACTURA

El GLARE posee una alta superioridad en la resistencia a la fractura en comparación con el aluminio 2024-T3 dada la alta resistencia a la tracción y compresión que posee la fibra de vidrio. La resistencia a la fractura en el GLARE se puede controlar a través de varios mecanismos como por ejemplo, la preparación de la capa que va entre las laminas, la distribución da cargas después de la iniciación de la grieta y la resistencia a la fractura de las láminas metálicas preparadas. Cabe menciona que la propagación de la grieta varia según la dirección de la fibra de vidrio.

### RESISTENCIA A LA FATIGA

Considerando que la fatiga es una fractura progresiva producida por una carga cíclica, gracias a los estudios se sabe que el aluminio 2024-T3 muestra un rápido aumento en el desarrollo de grietas, mientras que en el GLARE el comportamiento es casi constante llegando a ser entre 10 100 veces menores que en el aluminio. Esto se debe a que la fibra impide que las grietas en el aluminio se abran y absorben gran parte de la carga por lo que disminuye la intensidad de la carga en la zona dañada.

### RESPUESTA AL IMPACTO

GLARE resiste mucho mejor la penetración que los compuestos termoplásticos duros y que el aluminio 2024-T3 ya que posee una energía mínima necesaria para ocasionar la primera falla muchísimo mayor. La explicación se debe al buen comportamiento a la compresión que tiene la fibra y su alta resistencia a la falla por compresión. Además existen investigaciones que indican que el área de daño interno está confinada en un pequeño entorno en el punto de impacto..

### COMENTARIOS

Es importante mencionar que falta mucho para tener un conocimiento acabado de la respuesta mecánica de los laminados de GLARE puesto que aún no se realizan todos lo modelos y pruebas necesaria, y recién se está utilizando de manera industrial.

### ANEXOS

Tablas útiles

+

Tabla 1 "Disponibilidad Comercial de distintos Tipos de GLARE"					
Grado	Capas de Aluminio		Capas de Fibra		
	Alloy	Espesor por capa (mm)	Orientación	Espesor por capa	Densidad Típica (g/cm3)
GLARE 1	7475-T76	0.3-0.4	Unidireccional	0,25	2,52
GLARE2	2024-T3	0.2-0.5	Unidireccional	0,25	2,52
GLARE 3	2024-T3	0.2-0.5	0°/90° Entretejido(50%-50%)	0,25	2,52
GLARE 4	2024-T3	0.2-0.5	0°/90°/0° Entretejido(67%-33%)	0.375	2,45
GLARE 5	2024-T3	0.2-0.5	0°/90°/90°/0° Entretejido(50%-50%)	0,5	2,38
GLARE 6	2024-T3	0.2-0.5	45°/-45° Entretejido(50%-50%)	0,25	2,52

Tabla 2 "Tensile properties of GLARE Laminates"								
Laminates	Tensile Ultimate Strength (MPa)		0.2% Tensile Yield Strength (MPa)		Tensile Elastic Modulus (GPa)		Tensile Ultimate Strain (%)	
	L	T	L	T	L	T	L	T
GLARE 1								
3/2	1282	352	545	333	65	50	4,2	7,7
2/1	1077	436	525	342	66	54	4,2	7,7
GLARE 2								
3/2	1214	317	360	228	66	50	4,7	10,8
2/1	992	331	347	244	67	55	4,7	10,8
GLARE 3								
3/2	717	716	305	283	58	58	4,7	4,7
2/1	662	653	315	287	60	60	4,7	4,7
GLARE 4								
3/2	1027	607	352	255	57	50	4,7	4,7
2/1	843	554	321	250	60	54	4,7	4,7
GLARE 5								
2/1	683	681	297	275	59	59	4,7	4,7
2024-T3	455	448	359	324	72	72	19	19
7075-T76	545	545	476	476	69	69	13	13