



MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS ESPACIALES  
POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



# Realización de Procesos y procedimientos de ensayos de estructuras

## MUSE 2021



# USE

MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS ESPACIALES  
POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



POLITÉCNICA





MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS ESPACIALES  
POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



POLITÉCNICA

**MATERIAL**

**AS4/8552**

**VALORES  
DE DISEÑO**

**HERRAMIENTAS  
ANALÍTICAS**

**NASTRAN/PATRAN**

**REQUISITOS DE DISEÑO:** *Envolvente,  
forma, función, condiciones  
operativas, interfaces, etc.*

**FICHEROS CATIA  
SUPERFICIES**

**CARGAS**

**LIBRO DE CARGAS**

**(\*)**



MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS ESPACIALES  
POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



**ESPECIFICACIONES  
DE MATERIAL**

**De no existir:**

***Identificación inequívoca de cada  
material en los planos de  
fabricación de cada elemental.***

**ESPECIFICACIONES  
DE PROCESO**

1. *Almacenamiento y manejo*
2. *Ciclo de curado*
3. *Procedimientos de laminación  
y embolsado*
4. *Control de calidad durante el  
procesado*
5. *Control de calidad post-  
procesado*
6. *Anomalías aceptables*
7. *Empalmes de telas*

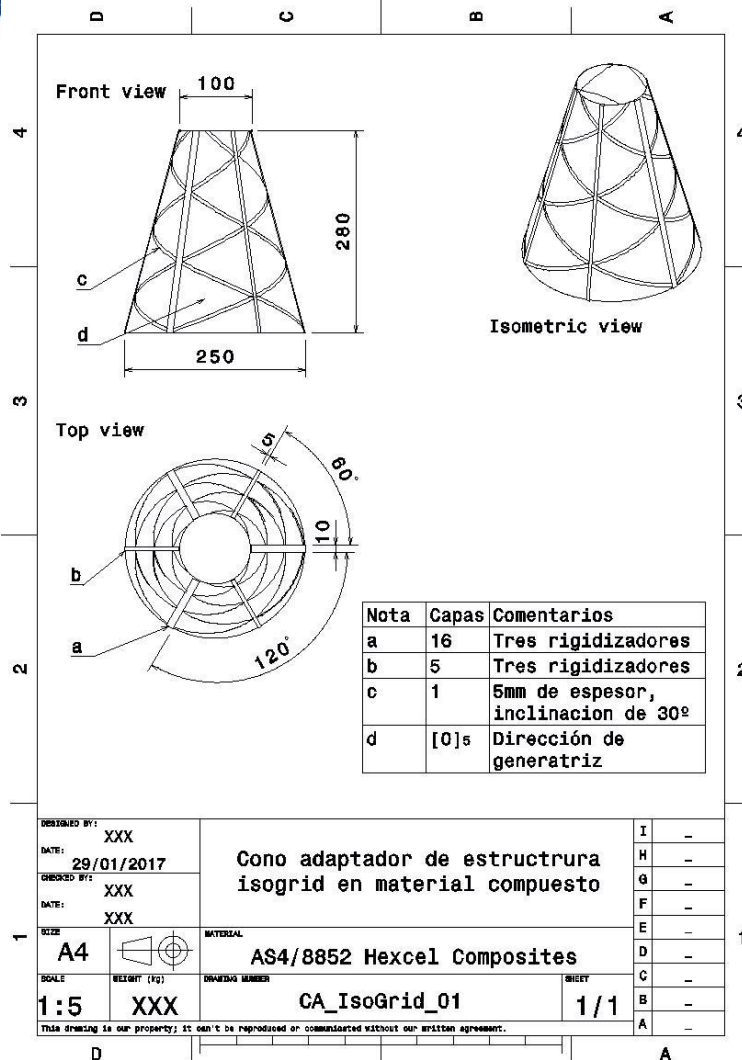


# USE

MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS ESPACIALES  
POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



POLITÉCNICA







## MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS ESPACIALES POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



POLITÉCNICA

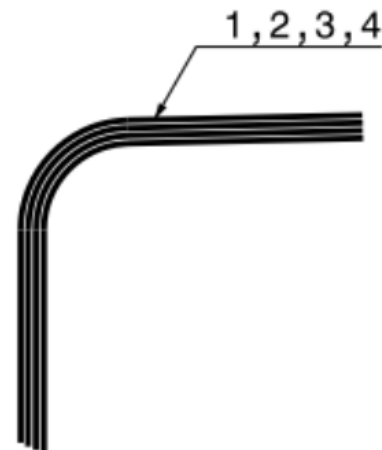
### 1 MATERIALES

PLY	DIRECCION	TIPO
1	0° / 90°	43161/1250
2	+45° / -45°	CBX 300
3	+45° / -45°	CBX 300
4	0° / 90°	43161/1250

2 RESINA: AMPREG 26

3 TOLERANCIA ORIENTACION TEJIDO  $\pm 5^\circ$

4 DEFECTOS ADMISIBLES:  
SEGÚN DOCUMENTO ABT/SPE/11S0/001/INTA Ed.01  
"CRITERIOS GENERALES DE ACEPTACION  
DE PIEZAS FABRICADAS PARA EL DIANA"



Detalle W

Sin escala



MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS ESPACIALES  
POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



POLITÉCNICA

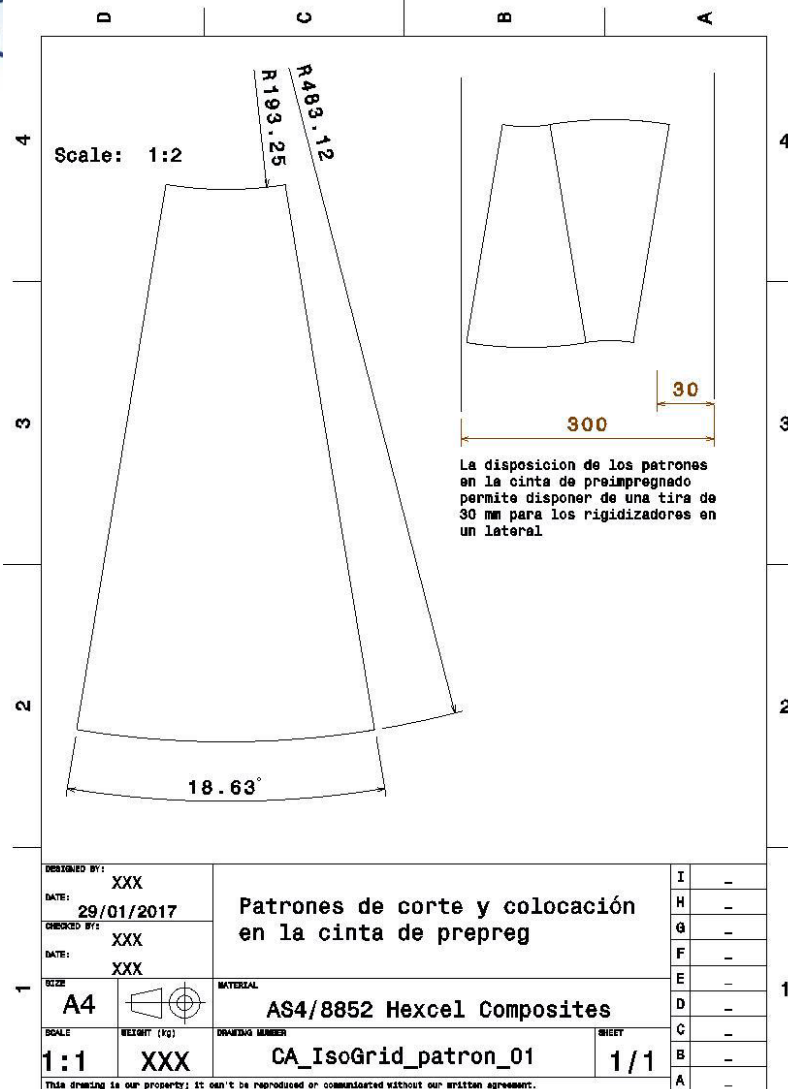




MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS ESPACIALES  
POR LA U



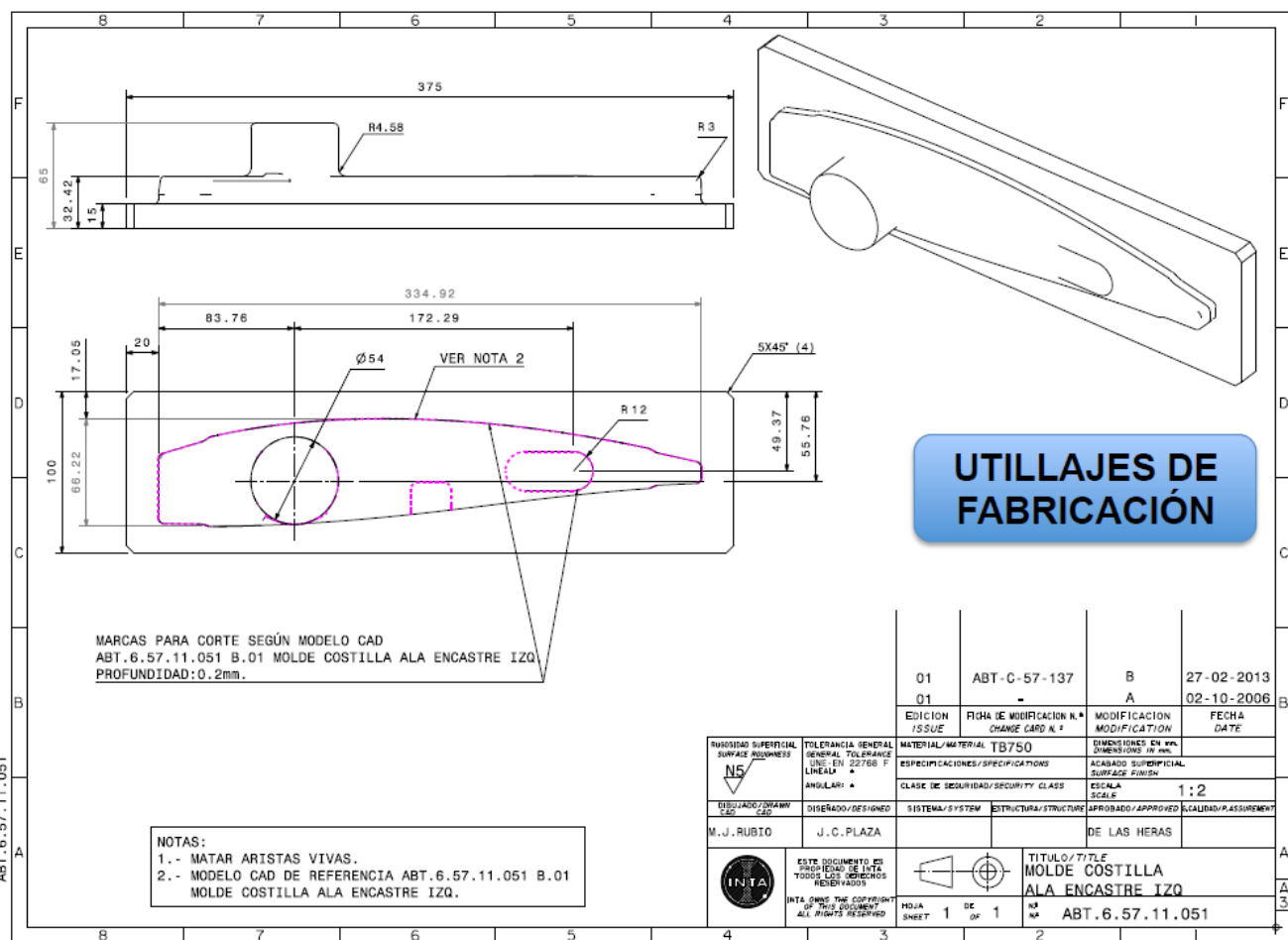
POLITÉCNICA







**POLITÉCNICA**





MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS ESPACIALES  
POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



## ESPECIFICACIONES DE PROCESOS

- ***DOT/FAA/AR-02/110, “Guidelines for the Development of Process Specifications, Instructions, and Controls for the Fabrication of Fiber-Reinforced Polymer Composites”***
- ***Definen y controlan todos los aspectos críticos de la conversión del material en elementos estructurales, especificando todos los pasos y materiales utilizados. Pueden incluir requisitos de lo que NO deba hacerse.***
- ***Todos los materiales citados en la especificación deben tener su propia “especificación de material”, tanto los estructurales como los “consumibles” o auxiliares o, como mínimo, nombre comercial y suministrador.***



**MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS ESPACIALES  
POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**



**POLITÉCNICA**

## **1. INTRODUCCIÓN**

- A. Objeto
- B. Alcance
- C. Abreviaturas
- D. Definiciones

## **2. DOCUMENTOS APLICABLES**

- A. Documentos de Referencia
- B. Instrucciones Técnicas de Trabajo

## **3. REQUISITOS**

- A. Personal
- B. Materiales
  - a) *Preimpregnados*
  - b) *Materiales desmoldeantes*
  - c) *Sangradores y pelables*
  - d) *Materiales de bolsa de vacío*
  - e) *Respiradores*
  - f) *Sellantes de bolsa de vacío*
  - g) *Cintas de enmascaramiento ("Pressure sensitive tape")*
  - h) *Cintas adhesivas de sujeción*
  - i) *Materiales de contención de resina ("Dam")*
  - j) *Pisas y suplementos de reparto de presión ("Caul plate/pad")*
  - k) *Materiales de limpieza, protección personal y manejo*
  - l) *Varios*
  - m) *Requisitos generales*

**ESPECIFICACIONES  
DE PROCESOS**



**MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS ESPACIALES  
POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**



**C. Instalaciones y Equipamiento**

- a. Listado*
- b. Autoclaves*
- c. Mesa de corte*
- d. Almacenamiento refrigerado*
- e. Área de laminación*

**D. Utillajes y accesorios**

- a. Listado*
- b. Requisitos de diseño*
- c. Requisitos de prestaciones*
- d. Preparación de utillajes*

**E. Requisitos de fabricación**

- a. Requisitos generales*
- b. Preparación y corte del material*
- c. Laminación o apilado ("Lay-up")*
- d. Compactación*
- e. Paneles de control de proceso*
- f. Supervisión de temperatura*
- g. Elaboración de la bolsa de vacío*
- h. Requisitos de vacío*
- i. Curado*
- j. Mecanizado y ensayos*

**4. GARANTÍA DE CALIDAD**

**ESPECIFICACIONES  
DE PROCESOS**

**(EJEMPLO)**





## MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS ESPACIALES POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



POLITÉCNICA

	<b>Hoja de Control de Proceso</b>						
	Número de Pieza					Número de Serie	
	Programa	ABT	1	55	01	011	A/01
	DIANA	Denominación					Fecha de Lanzamiento
Extradós Estabilizador Izquierdo							

Documentación Aplicable		
Código	Edición	Título
ABT/SPE/11SO/002/INTA	01	Especificación de Proceso. Fabricación por vía húmeda de elementos de material compuesto de matriz AMPREG 20 reforzado con fibras en forma de tejido para la estructura del vehículo DIANA.
ABT/PRO/11SO/001/INTA	01	Procedimiento de impregnación de láminas de tejido de refuerzo con resina AMPREG 20 para estructuras del vehículo DIANA.
ABT/PRO/11SO/002/INTA	01	Procedimiento para el mantenimiento, limpieza y preparación de moldes destinados a la fabricación de elementos del vehículo DIANA.
ABT.1.55.01.011	A/01	Plano de pieza. Extradós Estabilizador (izquierdo) / <i>Adjunto en Anexo I</i>

Utillaje Aplicable		
Código	Edición	Denominación
ABT.6.55.01.015	A/01	MOLDE EXTRADÓS ESTABILIZADOR IZQUIERDO

Materiales				
Tipo	Código <sup>1</sup>	Lote n°	Fecha caducidad	Verificado
Tejido carbono plano AS4_43161	#TEJ 1			
Tejido carbono biaxial «45° CBX 300	#TEJ 2			
Tejido de vidrio ref 1080 Axson	#TEJ 3			
Resina Endurecedor	#RESN 1			

<sup>1</sup> Código de material según especificación ABT/SPE/11SO/002/INTA

Observaciones de producción: Superficie preimpregnado neta necesaria:

	<b>Hoja de Control de Proceso</b>						
	Número de Pieza					Número de Serie	
	Programa	ABT	1	55	01	011	A/01
	DIANA	Denominación					Fecha de Lanzamiento
Extradós Estabilizador Izquierdo							

Materiales				
Tipo	Código <sup>1</sup>	Lote n°	Fecha caducidad	Verificado
Agente limpiador	#LIM 1			
Sellante de superficie	#SELL 1			
Agente desmoldeante	#DES 1			
Separador perforado	#DES 2			
Separador	#DES 3			
Tejido sangrador	#SAN 1			
Tejido pelable	#SAN 2			
Bolsa de vacío	#BOL 1			
Tejido respirador	#RES 1			
Mesilla de cierre de bolsa	#MAS 1			
Cinta de enmascaramiento	#CEN 1			
Cinta adhesiva de sujeción	#CAD 1			

OPERACIONES		
N°	DESCRIPCIÓN	Fdo: <input checked="" type="checkbox"/>
100	Preparación de utillaje <sup>2</sup>	Fecha:
El útil de laminación aplicable deberá estar libre de marcas, golpes, arañazos y suciedad. Deberá estar completo en cuanto a sus componentes y deberá montarse de acuerdo con las instrucciones que figuran en el Anexo II.		
101	Verificar el correcto estado de los útiles y, si fuese preciso, reparar antes de continuar	
102	Anotar n° de serie del molde	s/n:

<sup>2</sup> Anotar cualquier desviación sobre lo establecido en esta IIT en el apartado "Observaciones de producción".

Observaciones de producción: Superficie preimpregnado neta necesaria:

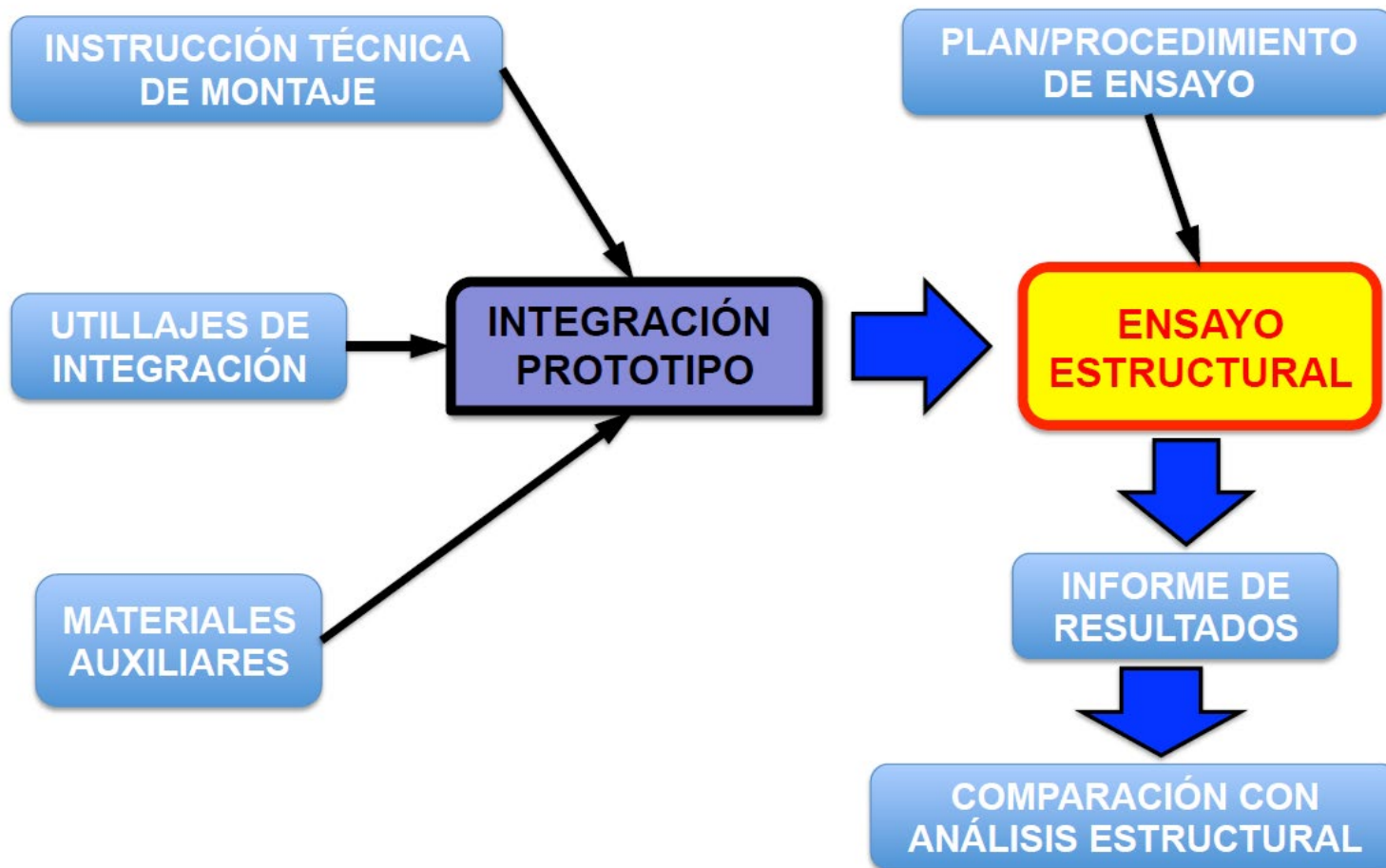




**MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS ESPACIALES  
POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**



**POLITÉCNICA**





## MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS ESPACIALES POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



Programa  
**DIANA**

### Hoja de Control de Montaje

Número de Pieza / Conjunto						Número de Serie			
ABT	1	57	11	000	A/01				
Denominación						Fecha de Lanzamiento			
CONJ. SEM IALA MONOCASCO IZQUIERDA						15	12	13	



**POLITÉCNICA**

**INSTRUCCIÓN TÉCNICA  
DE MONTAJE**


Documentación Aplicable		
Código	Edición	Título
ABT/SPE/11S0/004/INTA	01	Especificación para el encolado con adhesivo ADEKIT 140/50 BK de elementales del vehículo DIANA
ABT/PRO/11S0/002/INTA	01	Procedimiento para el mantenimiento, limpieza y preparación de moldes destinados a la fabricación de elementales Del vehículo DIANA.
ABT/SPE/11S0/002/INTA	01	Especificación de Proceso; Fabricación por vía húmeda de elementos de material compuesto de matriz AMPREG 26 reforzada con fibras en forma de tejido para la estructura del vehículo DIANA.
ABT/SPE/11S0/001-INTA	01	Criterios generales aceptación piezas fabricadas para el DIANA
ABT.1.57.11.000	A01	Conjunto semiala monocasco izquierda
TBD	TBD	Conjunto utillaje montaje ala izquierda
ABT/ITE/25OT/019/INTA	01	Pintado subconjuntos DIANA
TBD	TBD	Especificación de inspección por ultrasonidos
Montaje de tuercas remachables RIVKLE	RK 01/13 M	Especificación de tuercas remachables RIVKLE-BÖLLHOFF

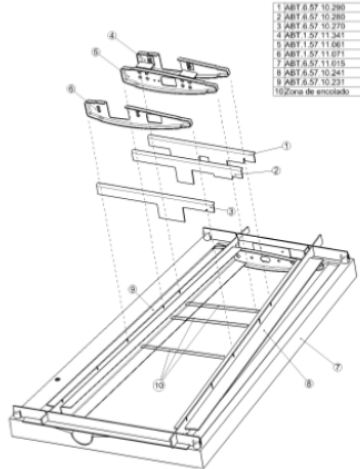




# MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS ESPACIALES POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



POLITÉCNICA

	Hoja de Control de Montaje				
	Número de Pieza / Conjunto			Número de Serie	
	Programa	ABT	1	57	11 000 A/D1
	DIANA	Denominación			Fecha de Lanzamiento
		CONJ. SEM IALA MONOCASCO IZQUIERDA			15 12 13

OPERACIONES		
Nº	DESCRIPCIÓN	
319	<p>Colocar los ABT.6.57.10.270 "Apoyo montaje ala costilla C", ABT.6.57.10.280 "Apoyo montaje ala costilla D" y ABT.6.57.10.290 "Apoyo montaje ala costilla E" en su posición sobre el 315 y aplicar adhesivo sobre la zona de encolado de costillas del extradós.</p> <p>Posicionar los ABT.1.57.11.341 "Costilla ala actuador alerón izq", ABT.1.57.11.061 "Costilla ala blanco izq" y ABT.1.57.11.071 "Costilla ala actuadores izq" sobre el adhesivo y contra sus respectivos apoyos de fijación. Fijar con pinzas.</p> 	 

Observaciones:

CONFIDENCIAL INTA – SOLO USO PARA FORMACIÓN



**MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS ESPACIALES  
POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**



## **1. INTRODUCCIÓN**

- A. Objeto
- B. Alcance
- C. Abreviaturas
- D. Definiciones

## **2. DOCUMENTOS APLICABLES**

- A. Documentos preceptivos (requisitos contractuales, etc.)
- B. Documentos de Referencia

## **3. REQUISITOS**

- A. Elemento de ensayo
  - a) *Identificación*
  - b) *Integración*
  - c) *Instrumentación*
  - d) *Acondicionamiento previo*
- B. Cargas y criterios de éxito
  - a) *Casos, espectros*
  - b) *Valores propuestos vs valores en ensayo*
  - c) *Criterios de éxito*

## **4. PREPARACIÓN**

- A. Estructura de ensayo
  - a) *Soporte de espécimen*
  - b) *De integración*
  - c) *De aplicación y distribución de cargas*
  - d) *Soporte de medidas de desplazamiento*

**PLAN/PROCEDIMIENTO  
DE ENSAYO**





**MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS ESPACIALES  
POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**



- B. Equipos y sistemas**
  - a. De aplicación y control de cargas*
  - b. De adquisición de datos, incluyendo planos de instrumentación*
  - c. De acondicionamiento*
- C. Calibración**
  - a. Estructura de ensayo*
  - b. Aplicación de cargas*
  - c. Adquisición de resultados*
- 5. REALIZACIÓN**
  - A. Secuencia**
  - B. Perfiles: Definición de escalones y/o espectros**
  - C. Protocolo de ejecución**
- 6. RESPONSABILIDAD**
- 7. DIAGRAMA DE FLUJO**
- 8. PLANTILLAS**
- 9. FORMATOS**

