PROCESO DE CONSTRUCCIÓN de un velero en materiales compuestos.

AUTOR: Joan Pau Guilera de Gispert
DIRECTOR: Alejandro Besednjak
TITULACIÓ: ET Naval de Propulsió i Serveis del Vaixell
04/09/2014

Agradecimientos

Agradecer a toda mi familia, todo el apoyo que me han brindado, me habéis permitido dedicar un tiempo precioso para la realización de este proyecto.

Agradecer a mis padres haberme brindado la oportunidad de estudiar y haberme apoyado en todas mis decisiones.

Agradezco a Alejandro Besednjack la confianza que siempre ha depositado en mí, una vez más lo has demostrado aceptando la tutoría de este proyecto.

Agradecer el trato recibido en la universidad tras tantos años lejos, gracias por haberme dado la posibilidad de presentar este proyecto y por la gran formación que he recibido durante mis años de estudiante.

Resumen

Este proyecto aborda la definición y diseño del proceso de construcción de un velero de materiales compuestos desde un punto de vista industrial.

Para ello se ha definido un producto a construir.

Se busca un proceso de construcción equilibrado y adaptable a la demanda del mercado, es decir flexible en su capacidad según las necesidades comerciales.

Se define calidad del producto, características críticas de producto que se deben asegurar y parámetros de proceso que intervienen. El asegurar el cumplimiento de todas las características críticas de producto marcará la evolución y desarrollo de todos y cada uno de los procesos implicados en la obtención del producto final.

Se describen todos los procesos implicados en la construcción del velero en materiales compuestos, diagramas de flujo, materiales empleados, definición y descripción de procesos de fabricación de cada uno de los componentes y sub-componentes, equipos y utillajes necesarios así como un layout ideal.

Este proyecto define un plan de validación, se detalla cómo se evalúa la capacidad del proceso de construcción utilizando el análisis estadístico de los parámetros de proceso que afectan a las características de producto. Se plantea análisis y seguimiento de costes producto.

Es objetivo principal de este estudio asegurar el cumplimiento de las leyes en materia de PRL y Medio Ambiente desde el diseño de los procesos constructivos Se ha pretendido en todo momento buscar soluciones sostenibles.

Se concluye que el diseño de un proceso de construcción de veleros en materiales compuestos es un proceso iterativo en el que intervienen diseño producto, proceso de construcción y calidad realimentándose constantemente. Cada iteración permite un mayor ajuste y optimización del proceso constructivo.

Tras el estudio realizado se ven acciones de mejora pendientes en materias de medio ambiente, con la búsqueda y estudio de nuevos materiales y tecnologías de fabricación.

Se observa posibilidad de reducción de costes mediante ejercicio de optimización de la estructura del producto así como en la optimización de los procesos constructivos.

Índice

1. Objeto. 11

2. Motivación. 13

3. Alcance 15

4. Definiciones y acrónimos. 17

5. Memoria. 21

5.1. Definicón del producto. Planos de Construcción y Escantillonado. 21

5.2. Diseño del Proceso. 30

5.2.1. Introducción 30

5.2.2. Descripción conceptual del proceso. 34

5.2.3. Diagramas de Flujo. 35

5.2.4.Lay out general e instalaciones. 35

5.2.5.Definición de los procesos de construcción de los componentes. 37

5.2.6.Cronogramas. 50

5.2.7. Lay out concreto de cada componente. 53

5.2.8. Lista de equipos y utillajes. 54

5.2.9. VSM. 55

5.2.10. AMFE. 56

5.3. Plan de Control. 62

5.4. Plan de Validación de Equipos y Utillajes. 63

5.5. Plan de Validación del Proceso. 64

5.5.1. PSAR, Análisis estadístico de proceso, validación de proceso. 65

5.5.2. TCAR. 67

5.5.3. MCOR. 68

5.6. Prevención de Riesgos Laborales. 69

5.7. Medio Ambiente. 73

5.8. Coste estimado, precio venta al público. 76

6. Conclusiones. 77

ANEXO A

Matriz de decisión 79

ANEXO B

DFP de cada componente 81

ANEXO C Descripción de procesos, alternativas y comentarios 87

ANEXO D

Plan de validación de utillajes 103

ANEXO E P-AMFE 107

ANEXO F Plan de Control de Proceso 113

ANEXO G Evaluación de riesgos operario de fabricación 117

ANEXO H

Lista de materiales 127

ANEXO I Costes barco 139

Bibliografía. 143

1. Objeto.

El objeto de este proyecto es abordar el proceso de fabricación de un velero de recreo en materiales compuestos desde el punto de vista industrial, es decir, se pretende definir y diseñar el propio proceso de construcción y analizar la capacidad de los procesos productivos implicados en la fabricación.

Dado que para la obtención de un mismo producto en materiales compuestos existen múltiples tecnologías y procesos de fabricación, se han planteado distintas opciones de las cuales se ha seleccionado la más adecuada al producto con la ayuda de una matriz de decisión.

Se define al completo la opción seleccionada.

No es objeto de este proyecto abordar el diseño del producto, sino que nos fijaremos en un velero como ejemplo representativo de cualquier otro de similares dimensiones, sirviendo éste como base para la definición de todos los procesos implicados en la construcción del mismo. Sus características principales han sido definidas mediante interpolación de las relaciones entre características de barcos ya existentes como las relaciones eslora / manga máxima, eslora/ calado, desplazamiento / eslora flotación, etc.; lo dibujaremos y se cogerá un escantillonado típico en diseños navales de recreo y regatas.

2. Motivación.

Durante muchos años se han ido estandarizando los procesos de fabricación de la industria que nos rodea. Sectores como el de la electrónica, los electrodomésticos, la automoción y la alimentación han aplicado una serie de técnicas de producción punteras que les han permitido por un lado bajar el coste de sus productos y por otro lado lograr producciones de gran cantidad de unidades en poco tiempo, optimizando sus procesos han logrado casi anular los tiempos de proceso que no aportan valor al producto y los tiempos de desperdicio.

En industrias como la eólica o la naval se está tratando de optimizar también los procesos, estas no se encuentran al mismo nivel dada la juventud de sus procesos constructivos y la menor demanda en el mercado.

Se pretende con este proyecto buscar los límites productivos de una línea de construcción de veleros de recreo y conocer los costes de su fabricación.

3. Alcance.

El alcance de este proyecto es el diseño y definición de un proceso de fabricación para un velero de materiales compuestos capaz y robusto.

Se busca un proceso de construcción equilibrado y adaptable a la demanda del mercado, es decir flexible en su capacidad según las necesidades comerciales.

Se define calidad del producto, características críticas de producto que se deben asegurar y parámetros de proceso que intervienen . *El asgurar el cumplimiento de todas las características críticas de producto marcará la evolución y desarrollo de todos y cada uno de los procesos implicados en la obtención del producto final.*

Está dentro del alcance la definición de todos los procesos implicados en la construcción del velero en materiales compuestos, diagramas de flujo, materiales empleados, definición y descripción de procesos de fabricación de cada uno de los componentes y subcomponentes, equipos y utillajes necesarios así como un *lay out* ideal.

La capacidad del proceso completo de construcción se evalúa mediante análisis estadístico de los parámetros de proceso que afecten a las características de producto. Se define y desarrolla el PAMFE, análisis de los modos de fallo y efectos de procesos.

Se introduce un plan de validación de proceso basado en el análisis estadístico de los parámetros de construcción, PSAR. Se estudian los tiempos de proceso, LT, TT y HH, así como el análisis de costes, MCOR.

Se va a asegurar el cumplimiento de las leyes en materia de PRL y medio ambiente desde el diseño de los procesos constructivos.

Se prestará especial atención al medio ambiente tratando de seleccionar procesos que generen el mínimo de contaminación y residuos.

4. Definiciones y acrónimos.

La **industria** es el conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad transformar las materias primas en productos elaborados.

Industrialización: Acción y efecto de industrializar.

Industrializar: Hacer que algo sea objeto de industria o elaboración.

Industria: Maña y destreza o artificio para hacer algo. **Conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales.** Instalación destinada a estas operaciones.

Productividad: Evalua la capacidad del sistema para elaborar productos que son requeridos, que se adecuan al uso, y a la vez el grado en que se aprovechan los recursos utilizados, es decir el valor agregado.

Calidad

La **calidad** es herramienta básica para una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que esta sea comparada con cualquier otra de su misma especie.

La palabra **calidad** tiene múltiples significados. Es un conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas. La calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades.

Desde el punto de vista de la producción: La calidad puede definirse como la conformidad relativa con las especificaciones, a lo que al grado en que un producto cumple las especificaciones del diseño, entre otras cosas, mayor su calidad o también como comúnmente es encontrar la satisfacción en un producto cumpliendo todas las expectativas que busca algún cliente, siendo así controlado por reglas las cuales deben salir al mercado para ser inspeccionado y tenga los requerimientos estipulados por las organizaciones que hacen certificar algún producto

Indicadores asociados a la productividad y a la calidad:

Existen tres criterios comúnmente utilizados en la evaluación del desempeño de un sistema, los cuáles están muy relacionados con la calidad y la productividad: **eficiencia, efectividad y eficacia**.

Sin embargo, a veces, se les mal interpreta, mal utiliza o se consideran sinónimos; por lo se considera conveniente puntualizar sus definiciones y su relación con la calidad y la productividad.

Eficiencia: Se utiliza para dar cuenta del uso de los recursos o cumplimiento de actividades con dos acepciones: la primera, como la “relación entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de recursos estimados o programados”; la segunda, como “grado en el que se aprovechan los recursos utilizados transformándose en productos”

Efectividad: Es la relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos, es decir, nos permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados

Eficacia: Valora el impacto de lo que hacemos, del producto o servicio que prestamos. No basta con producir con 100% de efectividad el servicio o producto que nos fijamos, tanto en cantidad y calidad, sino que es necesario que el mismo sea el adecuado; aquel que logrará realmente satisfacer al cliente o impactar en el mercado.

Defecto: Imperfección o falta que tiene alguien o algo en alguna parte o de una cualidad o característica.

Analisis de modo de fallos y efectos: AMFE

D-AMFE: Analisis de los modos de fallos y efectos de diseño. Herramienta de ingeniería de producto. Tiene como objetivo estudiar cuanto robusto es un diseño, alimentándose del grado de conocimiento, bien sea por su anterior aplicación en la industria, por aplicaciones de soluciones similares, o por ensayos realizados. El AMFE de diseño alimentará el AMFE de procesos con las severidades de las características.

P-AMFE: Analisis de los modos de fallo y efectos de proceso. Herramienta de ingeniería de procesos industrales para predecir la capacidad y validez de un proceso. Tiene como objetivo conocer los parámetros de proceso que intervienen en el cumplimiento de las características de diseño del producto.

Severidad: Valor del 1 al 10 que hace referencia al impacto del defecto sobre el producto final, se clasifican en características Críticas, Significativas o Funcionales.

- Las **Características críticas** son aquellas que pueden producir la rotura del producto sin aviso previo, se valoran con 10 si entrañan riesgo para las vidas humanas y con 9 las que no entrañan riesgo para las vidas humanas. Fallos en la estructura del producto.
- Las **características significativas** son aquellas que pueden llevar a la rotura del producto aunque de forma progresiva y manifiesta. Éstas pueden tener valores de 8 o 7 según su alcance y gravedad.
- Las **características funcionales** son aquellas que probocan una reducción significativa en las prestaciones del producto. Éstas pueden pueden tener valores de 6 y 5 según el grado de perdida de rendimiento.

Las características con severidades inferiores a 5 no se clasifican, éstas no tienen repercusiones directas sobre los clientes, conllevan problemas en la producción como puede ser la no montabilidad o rechazo de una pieza, aumentos del LT en producción. Este tipo de defectos son objeto de estudio durante la optimización de los procesos de fabricación.

Ocurrencia: Frecuencia con que se produce un modo de fallo.

Detección: Facilidad con la que se localiza un modo de fallo. Para procesos poka-yoke la detección será 1, para procesos con detección automática será 2, para procesos con detección visual será 4 y para defectos que requieran inspección será mayor que 4 hasta 10 según el grado de dificultad de su detección.

Poka-Yoke: Sistema que no permite seguir la manufactura de un proceso defectuoso.

RPN: Indicador de cada uno de los modos de fallo que se obtiene del producto de Severidad Ocurrencia y Detección. Los valores más altos nos indicarán donde priorizar las acciones para asegurar un proceso robusto. Desde el proceso siempre se va a procurar atacar la Ocurrencia, Seguidamente la Detección y por último la severidad.

Cpk: Ratio que indica cuán centrado está el proceso en función de los límites de control y las especificaciones del cliente

RFT: Es la capacidad de realizar un proceso bien a la primera.

DFP: Diagrama de flujo de proceso

LAYOUT: es un término de la lengua inglesa. El concepto puede traducirse como *"disposición"* o *"plan"* y tiene un uso extendido en el ámbito de la **tecnología**.

Plan de control: Documento que especifica los controles de calidad que se aplican a un proceso o conjunto de procesos durante la fabricación de un producto.

Value Stream Map, VSM: Mapas de flujo de valor, son los planos de las transformaciones lean. El VSM es una representación en el papel de cada proceso, movimiento de material y circulación de información proveyendo de la información clave. Es distinto a un diagrama de flujo o a un layout, ya que muestra también los flujos de material e información

Flujo de información, soporta y direcciona el flujo través de los procesos u operaciones para la transformación de los materiales a productos terminados. Desde cuando el cliente realiza la orden del producto hasta cuando las materias primas se encuentran listas para ser procesadas en la primera operación.

Flujo de personas y procesos, soportan los otros dos flujos. Es necesario para que los otros dos flujos se realicen en la compañía y no se detenga la producción.

Lean manufacturing, es básicamente todo lo concerniente a obtener las cosas correctas en el lugar correcto, en el momento correcto, en la cantidad correcta, minimizando el despilfarro, siendo flexible y estando abierto al cambio

Laminado manual o por contacto: aplicación de sucesivas capas de material de refuerzo las cuales se van impregnando gradualmente. Como medio de aporte de resina se utilizan espátulas, brochas o rodillos, para la adaptación y extracción de aire para la consolidación de las capas se utilizan rodillos rígidos, bien sean de anillas metálicas o de materiales plásticos.

Laminado manual asistido por vacío: Es una variante del laminado manual, consiste en la aplicación de vacío sobre la pieza laminada con el fin de extraer el aire y el ecceso de resina. Para la aplicación de vacío son necesarios una serie de materiales fungibles. En contacto con la pieza se coloca el sangrador, film desmoldeante agujerado que según el tamaño y densidad de sus agujeros permite calibrar el sangrado. El aireador, este permite transmitir vacío a toda la superficie que cubre y absorver el eccedente de resina. En ocasiones se utilizan mallas como ayuda a la transmisión de vacío en toda la pieza. Finalmente se coloca la bolsa de vacío la cual se sella mediante una junta o masilla de cierre, esta es la barrera estanca que separa la pieza de la presión admosférica.

Pre-impregnados: Son materiales que contienen resinas ya catalizadas a las cuales se les ralentiza el proceso de reacción mediante la aplicación de frío con el fin de ser distribuidas, almacenadas y procesadas en estado semisólido. Éstos necesitan de una fuente de energía externa para completar su reacción y alcanzar todas sus propiedades. Como fuentes de energía exterrna se utiliza aporte de calor o ultravioletas. Estas resinas pueden encontrarse en formato lámina de resina, lámina de fibra más resina, cartuchos de resina o rollos de resina (adhesivos semi-sólidos).

RTM: Resin Transfer Molding: El proceso Consiste en la colocación del refuerzo sobre un molde, se cierra el contramolde, se aplica presión entre 2 y 10 bares. En ese momento se inyecta resina previamente catalizada entre 1,5 y 10 bares. Se evacua el aire mediante drenajes situados estrategicamente, eventualmente se puede ayudar con vacío. Se puede utilizar el calor para cumplir ciclos de curado o post-curado.

Infusión: Este proceso consiste en la colocación del refuerzo sobre el molde y su posterior compactación con membrana y vacío. Una vez compactado el conjunto mediante la bolsa de vacío se procede a la introducción de la resina, permitiendo-le el paso a traves de las entradas necesarias situadas estrategicamente para asegurar el correcto impregnado del conjunto.

5. Memoria.

5.1. Definición del producto: planos de construcción y escantillonado.

Para la selección del producto se ha analizado el estado del mercado, se ha observado su público y las capacidades del mismo. Se considera que la embarcación debe permitir viajar y habitar a una familia media o un grupo reducido de personas con acomodación para todos. Que a su vez pueda ser pilotada con el PER, patrón de embarcaciones de recreo, titulación que permite pilotar embarcaciones de hasta 12 metros de eslora.

Se pretende que sea una embarcación al alcance del máximo de personas, es decir accesible para rentas medias de nuestro país, con el mínimo coste de adquisición y mínimo coste de mantenimiento, por ello, se elabora en base a esloras entre 8 y 10 metros, donde pueden navegar y alojarse entre 4 y 6 tripulantes sin problema.

Para la definición del producto se ha realizado una base de datos de modelos comerciales con características similares al barco que se desea fabricar.

A continuación, se presenta una tabla con datos de modelos comerciales.

	LOA	LWL	Bmax	Hsousba	Calado	Despl	Lastre	Mayor	Genova	Area Total	Spi	Motor	Combustible	Agua	Motor
Viento festiva	8,98	7,5	3,1	1,75		3050	1350	17,35	33,21	50,56	74				
¿1?	7	7	2,65		1,25	1600				34,2					
Hunter 240	7,35	6,72	2,5	1,6	1,68	1633	590		22,8	22,8					
RO 260	7,49	7,49	2,99	1,83	1,55	2200	800	18,8	17	35,8		10	70	110	10
Triana 260	7,49	7	3		1,55	2300	800		38	38		19	25	75	19
Kelt 7,6	7,58	6,7	2,78	1,76	1,3/1,65	2200	825	12	21	33					
Sun Odyssey 2	7,59	6,77	2,97	1,83	1,7	2700	940	18,5	11,6	30,1	37				
Bi-loup 77	7,6	6,75	2,5	1,8	0,85	1500	600		30	30					
Sun Fast 26	7,63	6,77	2,97	1,83	1,2/1,5	2630	900	22,2	13,1	35,3	38,5				
Bi-loup 7.65	7,65	6,4	2,5	1,7	0,75	1400	600		20	20	45				
Serpentaire 7	7,65	6,5	2,73	1,75	1,5	2200	600		38	38		10			
First 26	7,7	7,35	2,76	1,75	1,85	2300	650	19,2	17	36,2	56	9			
Sun Way 25	7,7	6,6	2,76	1,75	1,2/1,5	1600	470	16	15	31	38				
Etap 24i	8,02	6,71	2,5	1,67	1,5	1900	500	18,2	12,2	30,4					
Etap 26i	8,25	7,15	2,78	1,74	1,55	2300	650	22,3	7,8	30,1			50	80	10
Etap 28i	8,58	7,25	3,13		1,6	2600	820	20,57	23	43,57	55,1				9
Jeanneau	8,7	8,7	3,1		1,65	3000	1100	14	31,2	45,2	66				
¿2?	8,7	7,38	2,86		1,16	2600	800	17	21,6	38,6					
Oceanis 281	8,7	7,38	2,86	1,16		2600	800	17	21,6	38,6					
Oceanis 281	8,7	7,38	2,86	1,8	1,16	2600	800	17	21,6	38,6			30	190	
lugar 18	8,79	7,4	3	1,75	2,10/1,15	2700	1000	15,25	28,6	43,85	64				
Sun Odyssey 2	8,8	7,7	2,98	1,75	1,4	2850	1010	20	20	40	53		45	100	10
Viento festiva	8,98	7,5		1,75		3050	1350	17,35	33,21	50,56	74				
	8,98	7,5	3,1	1,8		2850	1250	19,45	31,4	50,85	73,3				
RO 300	9	9	3,19	1,85	1,7	3550	1400	22	24	46	63		50	150	20
Dufour 30	9,01	8,03	3	1,78	1,2	3640	1064		41,34	41,34			80	180	20
Finot	9,05	8,86	2,98		1,82	3050		25,4	26,6	52		j=3,67m	P=11,34m	E=3,85m	
Feeling 30	9,1	7,9	3,08		1,4	3100			44	44	60		60	130	
Figaro, Finot	9,14	8,4	3,25	1,8		2400	900	25	30,5	55,5	73				
Oceanis 31	9,35	8	3,17	1,83	1,56	3000	1000	16,2	35,6	51,8	80				10/15cv
Etap 30i	9,35	8	3,16	1,9	1,7	3600	1100	24,3	12,7	37			50	130	19
Oceanis 300	9,47	8,78	3,23		1,35	3200	1050			45					
Cybelle 325	9,6	8,5	3,2	1,8		3400	1050	23,5	32,7	56,2	76				
G34	10,2	10,2	3,4	2		3700	1150	49	29,5	78,5	109				
Oceanis 34	10,34	10,34	3,65		1,87/1,37	5700		28	28	56	94				
Cometa 1050	10,5	8,6	3,35	1,9	1,5/1,85	5000	1800	21,4	36,4	57,8	84				
	10,5	10,5	3,9	(1,05/2,8)		3800		37	34	71	100				

Tabla 1: Datos de modelos comerciales.

Para el diseño de formas del casco se analizan las relaciones entre las distintos parámetros de los barcos de la base de datos y se fijan valores orientativos para el barco, eslora / manga máxima, eslora/ calado, calado / eslora de flotación, desplazamiento / eslora flotación.

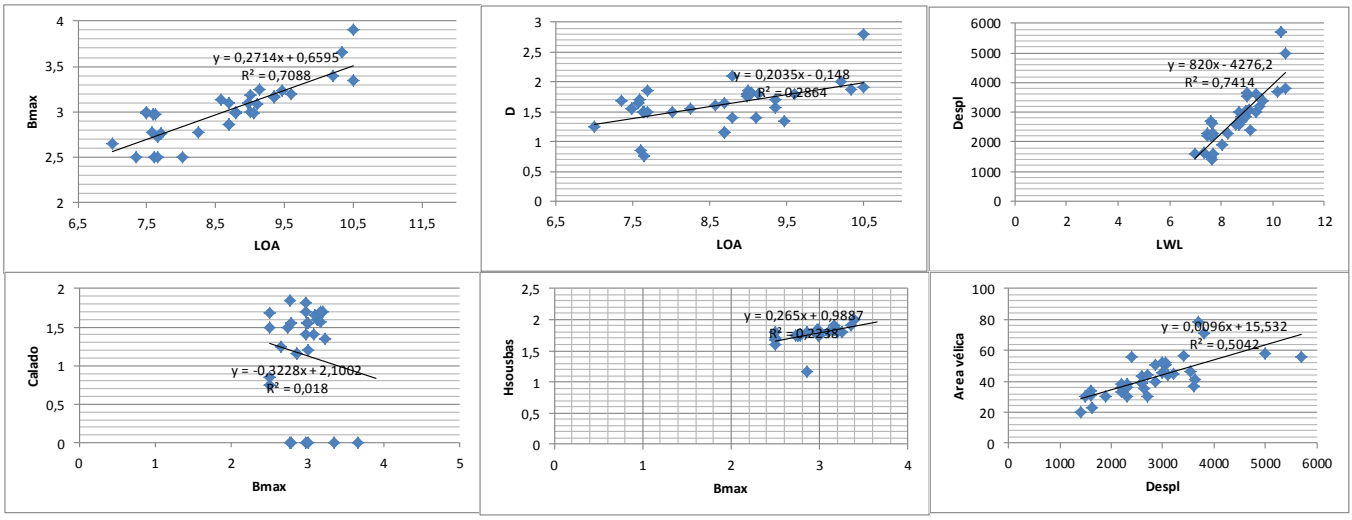


Figura 1: Relaciones características barcos de modelos comercializados.

De este estudio se extrae que el producto que se quiere industrializar es un velero de 8.7 metros de eslora, 3 m de manga y 1.4 metros de calado que desplaza unos 2880 Kg.

Para la generación de las formas del barco se utiliza el programa Maxsurf y se realizan varias iteraciones hasta lograr unas formas que cumplen con las características definidas.

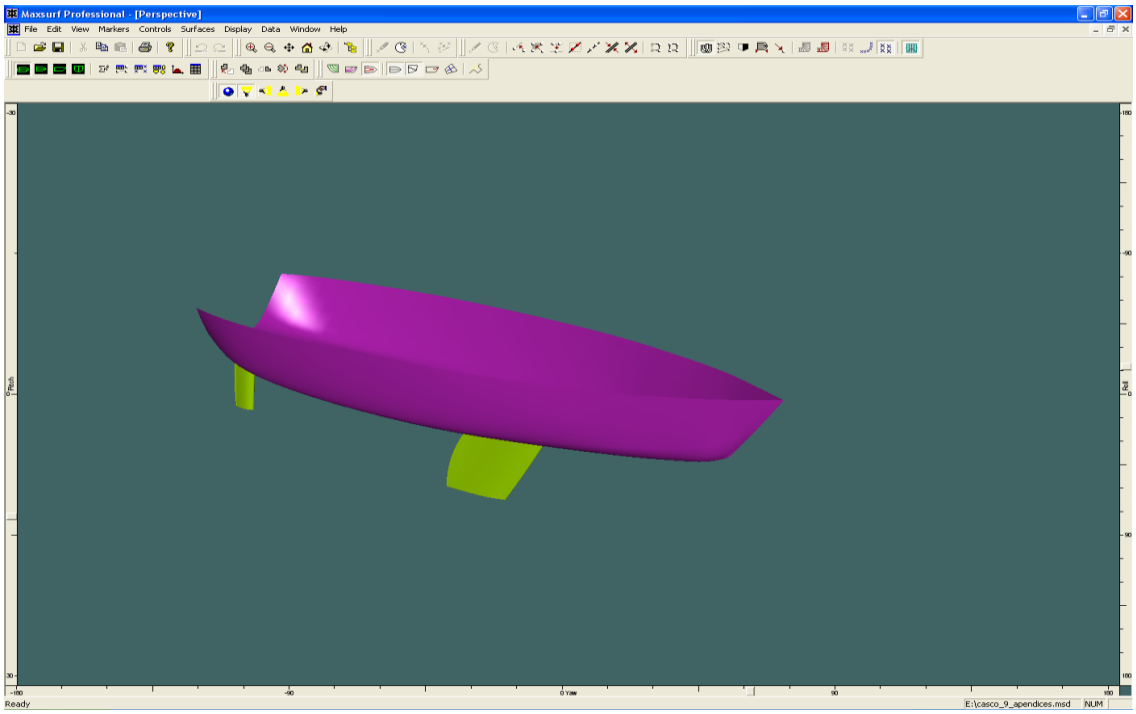


Figura 2: Modelo_09 generado en MaxSurf.

Se evalúan los parámetros principales del barco y sus coeficientes con la ayuda del hydromax y hullspeed. No se pretende optimizar las formas por el despreciable impacto que supone dicha optimización en la definición de todo el proceso constructivo, objetivo principal de este proyecto.

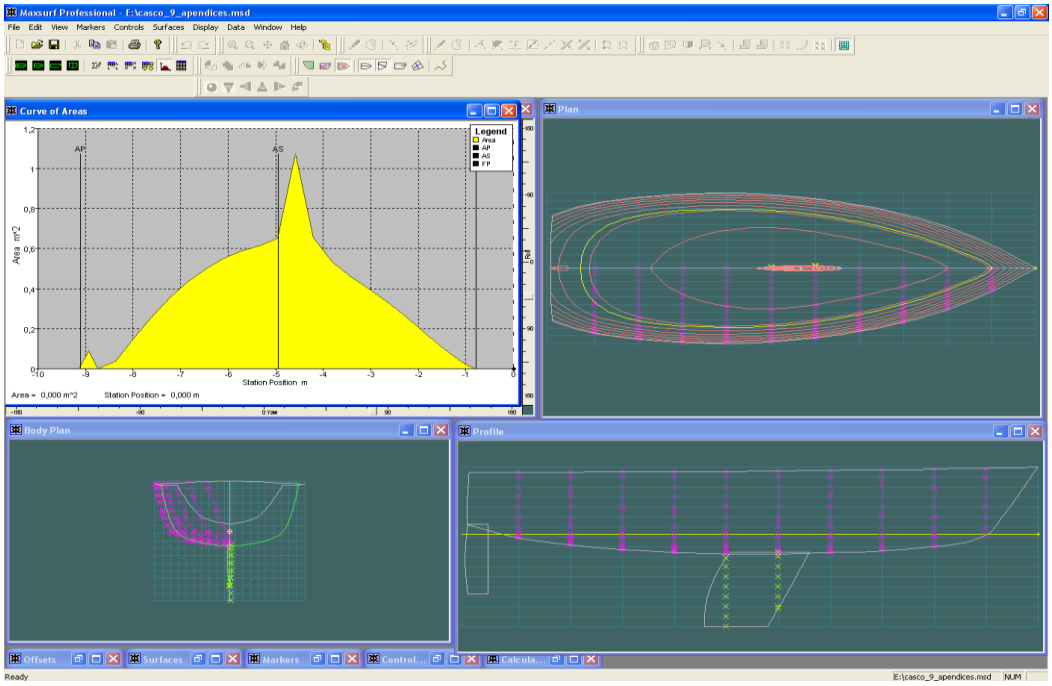


Figura 3: Vistas Modelo_09 generado en MaxSurf.

Se comprueba que los valores obtenidos son posibles comparándolos con barcos existentes.

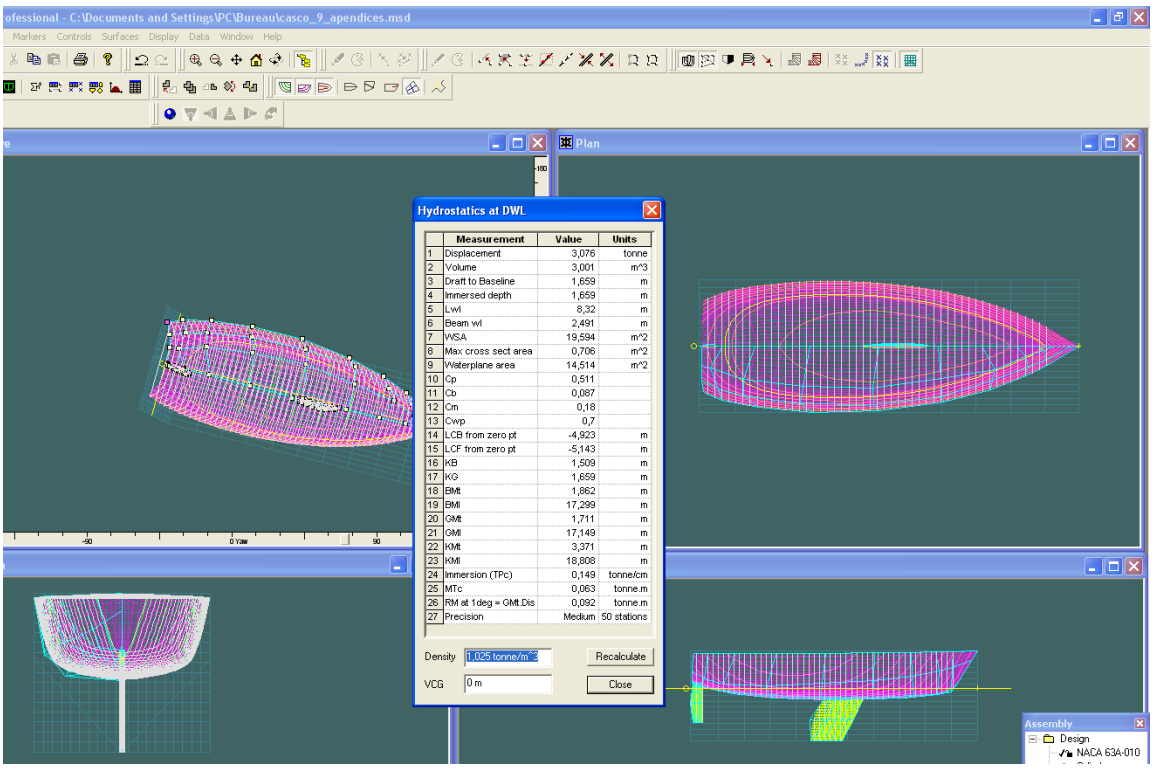
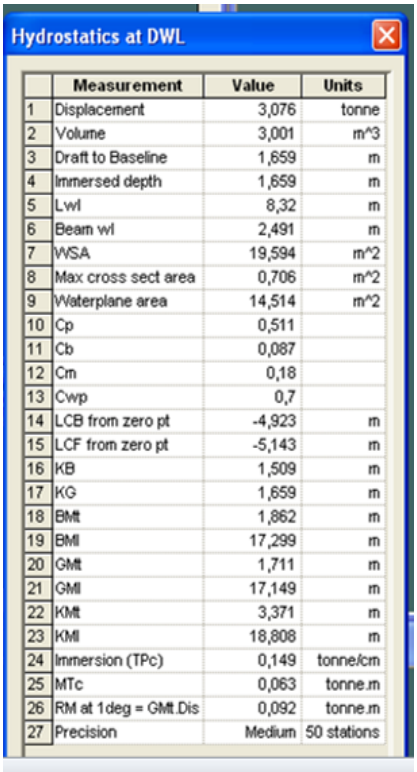


Figura 4: Parámetros Modelo_09 generado en MaxSurf.

CARACTERÍSTICAS SELECCIONADAS	
LOA	8,7
LWL	8.3
Bmax	3
D	1,7
d	0,2
Despl (Kg)	2950
Vol (m³)	2,87
BWL	¿?
T	¿?
Mcircular	3,86
Cp	0.3-0.55

CARACTERÍSTICAS OBTENIDAS		
Lwl	8,32	m
Beam wl	2,491	m
D	1,659	m
Despl	3,076	ton
Vol	3,001	m^3
Waterplane area	14,19	m^2
Cp	0,511	
Cb	0,087	
Cm	**8,917**	
Cwp	0,685	

Tabla 2: Características seleccionadas casco vs características obtenidas diseño.



Hydrostatics at DWL

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	3,076	tonne
2	Volume	3,001	m^3
3	Draft to Baseline	1,659	m
4	Immersed depth	1,659	m
5	Lwl	8,32	m
6	Beam wl	2,491	m
7	WSA	19,594	m^2
8	Max cross sect area	0,706	m^2
9	Waterplane area	14,514	m^2
10	Cp	0,511	
11	Cb	0,087	
12	Cm	0,18	
13	Cwp	0,7	
14	LCB from zero pt	-4,923	m
15	LCF from zero pt	-5,143	m
16	KB	1,509	m
17	KG	1,659	m
18	BMt	1,862	m
19	BMl	17,299	m
20	GMt	1,711	m
21	GMl	17,149	m
22	KMt	3,371	m
23	KMl	18,808	m
24	Immersion (TPc)	0,149	tonne/cm
25	MTc	0,063	tonne.m
26	RM at 1deg = GMt.Dis	0,092	tonne.m
27	Precision	Medium	50 stations

Figura 5: Parámetros Modelo_09 generado en MaxSurf.

En cuanto a las formas de los apéndices no se ha estudiado el perfil óptimo, se selecciona un perfil NACA como representativo ya que no impacta en la definición del proceso utilizar un perfil NACA o de cualquier otra serie de similares características. Sí que tienen impacto las dimensiones principales de los mismos, cuerda máxima, longitud, espesores,…

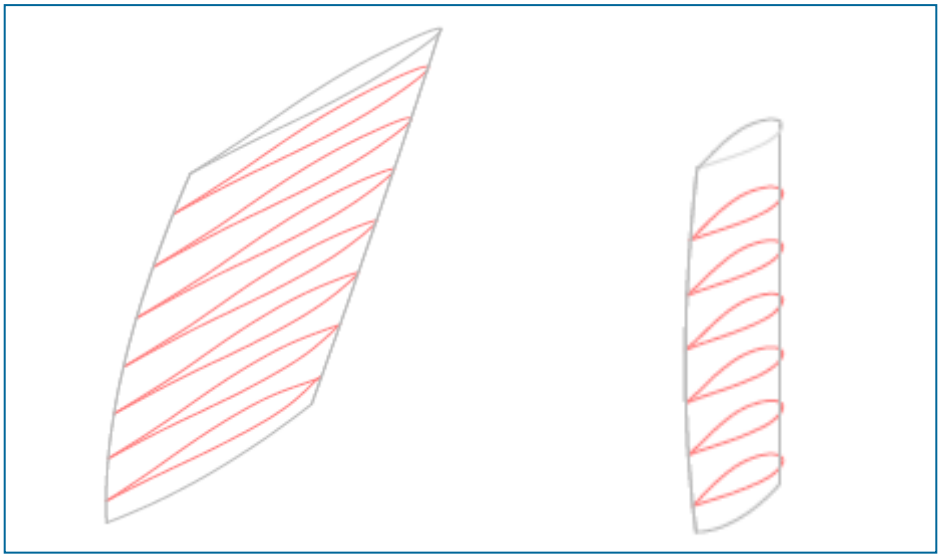


Figura 5: Apéndices Modelo_09 generado en MaxSurf.

Para la cubierta e interiores se pretende buscar un diseño práctico y ergonómico, se valora la habitabilidad sin olvidar el objetivo principal de este producto que va a ser lanzar un velero sencillo de navegar y asequible, que esté al alcance de todos. Es por eso que se tiene en cuenta su proceso constructivo en todo momento, “design for manufacturing” a la hora de diseñar y así lograr un proceso simple de bajo coste.

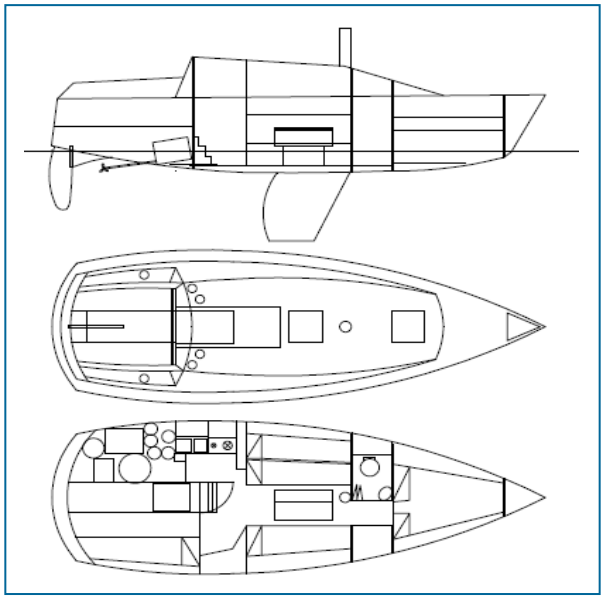


Figura 6: Esquema de distribución interiores y cubierta.

El escantillonado definido es el de un velero de recreo regatero de similares características del cual conocemos el diseño. Un diseño robusto con distribución de refuerzos y mamparos típicos en esta clase de construcciones en materiales compuestos. No se hace incapié en el dimensionado de los mismos por considerar bajo el impacto que supone optimizar la estructura en cuanto a la definición del proceso de construcción, afectando básicamente a la geometría de los perfiles de refuerzo y pequeños cambios en el gramaje de los tejidos o secuencias de laminación elegidas y núcleos seleccionados.

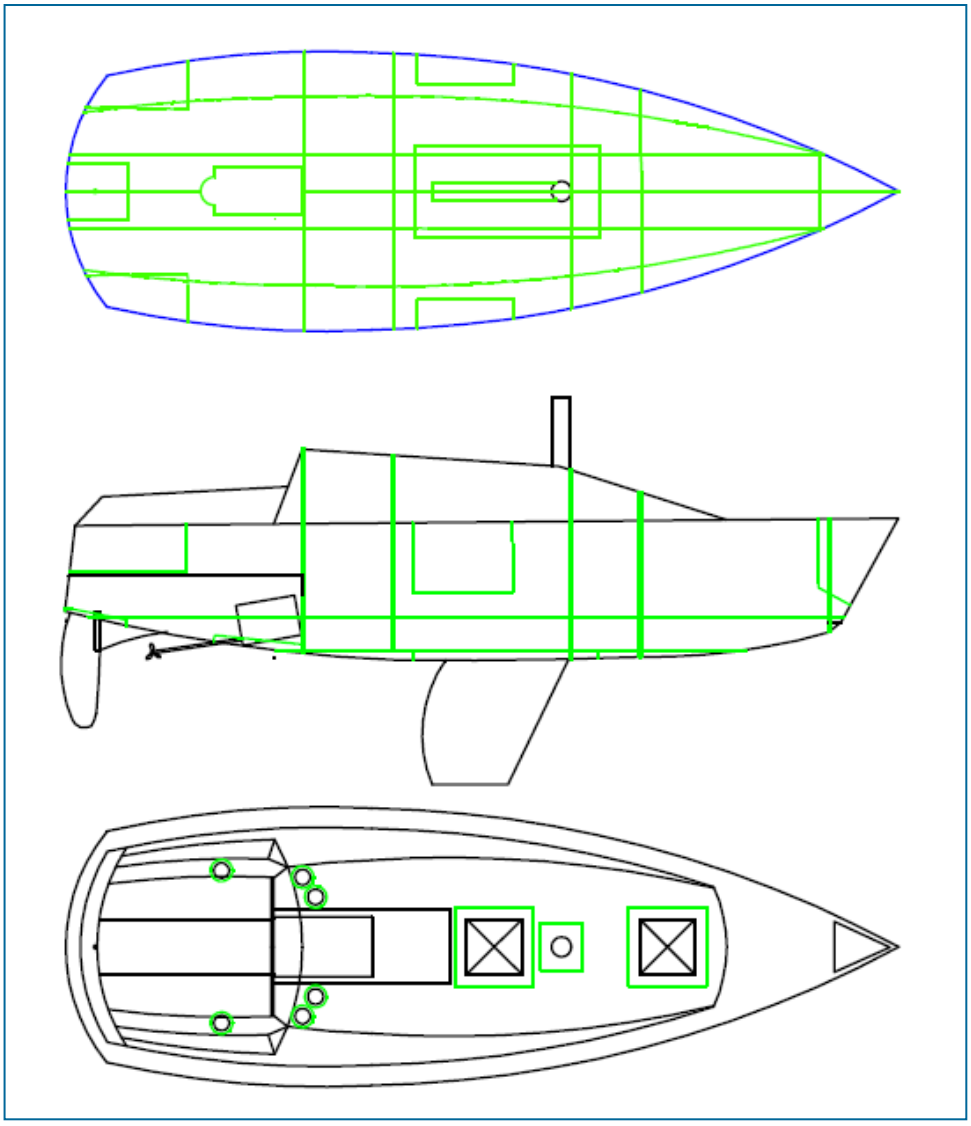


Figura 7: Esquema de distribución de la estructura.

COMPONENTE		Superficie (m^2)	nº capas	densidad núcleo (Kg/m^3)	Espesor de núcleo	nº capas	gramaje (g/m^2)	Peso laminado g/m^2	Peso total (Kg)
CASCO	Fondo casco	14	5	130	40	5	300	8200	114,8
	Borda zona pantoque	25	4	80	40	4	300	5600	140
	Borda menos solicitada	15	3	60	40	3	300	4200	63
	Refuerzos locales: Quilla/mástil Cadenotes esta/baquestai	20	-	-	-	-	300	-	6
		15	-	-	-	-	300	-	4,5
		10	-	-	-	-	300	-	3
	Bancada motor	-	-	-	-	-	300	-	4,5
CUBIERTA	Cubierta	17,4	2	60	20	2	300	2400	41,76
	Cabina	7	2	60	20	2	300	2400	16,8
	Bañera y espejo popa	14,3	2	60	20	2	300	2400	34,32
	Bordes bañera	6,5	4	0	0	0	300	1200	7,8
	Refuerzos locales	20	-	-	-	-	300	-	6
MAMPAROS/REFUERZOS	Mamparo cabina	2,5	2	60	20	2	300	2400	6
	Mamparo trasero	2,5	2	60	30	2	300	3000	7,5
	Refuerzos locales	20	-	-	-	-	300	-	6
	Varenga de quilla/mamparo de mástil	3,7	2	60	30	2	300	3000	11,1
	Refuerzos locales	35	-	-	-	-	300	-	10,5
	Mamparo delantero	2,8	2	60	20	2	300	2400	6,72
	Refuerzos locales	2	-	-	-	-	300	-	0,6
	Mamparo estanco de colisión	1,4	2	60	20	2	300	2400	3,36
	Rigidificador longitudinal axial	2,7	4	60	20	4	300	3600	9,72
	Perfil en I	15	-	-	-	-	300	-	4,5
	2 Rigidificadores longitudinales laterales	4,8	4	60	20	4	300	3600	17,28
	Perfil en I	12					300		3,6

Tabla 3: Escantillonado del barco

En el diseño de la estructura se pretende buscar soluciones fácilmente construibles, ensamblables y de bajo coste con el fin de abaratar el producto siendo conscientes de que se puede ver ligeramente penalizada la estabilidad de la embarcación por la penalización del peso y distribución del mismo, sobre todo en lo que al centro de gravedad se refiere. Como ejemplo, se priorizan las uniones pegadas a las uniones laminadas directamente sobre la pieza a reforzar, siendo esta última más ligera. En las uniones pegadas permiten realizar los procesos de construcción de los elementos a ensamblar en paralelo, es decir, que en caso de necesidad se puede realizar en menor tiempo (LT).

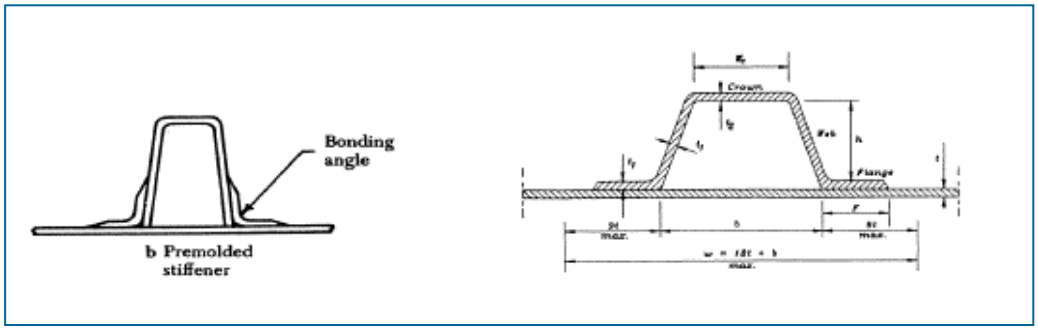


Figura 8: Esquema ensamblaje de refuerzos laminado y pegado.

En cuanto al diseño detalle de los anclajes de apéndices, tornillerías modelos de los equipos del barco, herrajes, etc. no se detalla en esta fase del proyecto, si se tienen en cuenta en la estructura su posterior integración.

Durante el diseño se ha tratado de dividir el producto en subcomponentes que construidos en paralelo llegan al lugar de montaje o ensamblaje. De esta forma se puede aplicar para cada subcomponente la tecnología de fabricación más adecuada, así como la posible realización de la máxima cantidad de procesos en paralelo, lo cual nos permite flexibilizar el "takt time" con el fin de atender las necesidades de mercado.

En caso de tener mucha demanda de mercado, se aumenta la mano de obra para la realización de trabajos en paralelo reduciendo el tiempo entre unidades finalizadas. En el caso contrario, si se tiene poca demanda, con el mismo proceso definido se puede ralentizar la producción aumentando el tiempo entre unidades finalizadas y reduciendo el número mínimo de trabajadores por tratarse de piezas más pequeñas y sencillas.

En cuanto a los acabados, se pretende realizar piezas ya acabadas al salir del molde aunque se debe verificar y realizar pruebas de la compatibilidad de coats de acabado con la construcción con pre-impregnados.

En el caso de la obra viva del casco, saldría con una imprimación epoxi sobre pelable fino para aplicarle un antifouling apropiado para las aguas de navegación de cada barco.

5.2. Diseño del Proceso.

5.2.1. Introducción.

El diseño de un proceso completo de fabricación es un proceso iterativo en el que constantemente se ajustan parámetros hasta obtener un proceso robusto y capaz de cumplir con los requisitos de producto en coste.

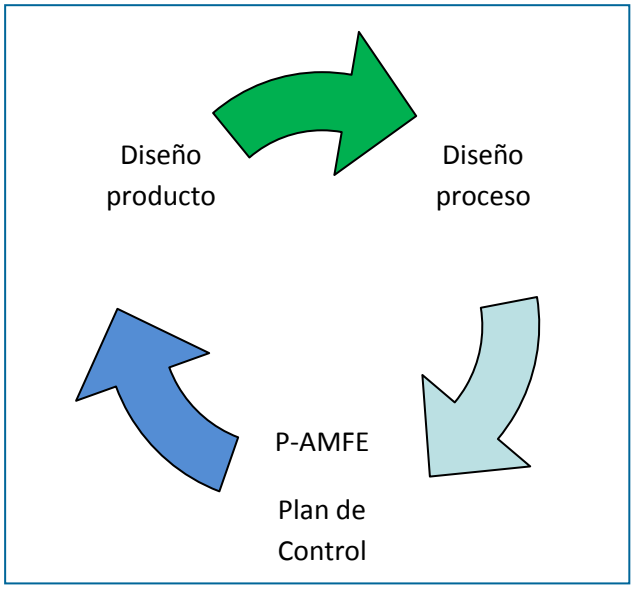


Figura 9: Diagrama iterativo definición del proceso de construcción.

Del producto definido se realiza una primera división en las partes o subcomponentes que lo integran, de estas partes se realiza otra división de los materiales, las partes o subcomponentes que las integran y así sucesivamente hasta obtener unidades procesables con la materias primas existentes en el mercado. En la siguiente página se muestra figura con división del barco en subcomponentes elementales de fabricación.

.

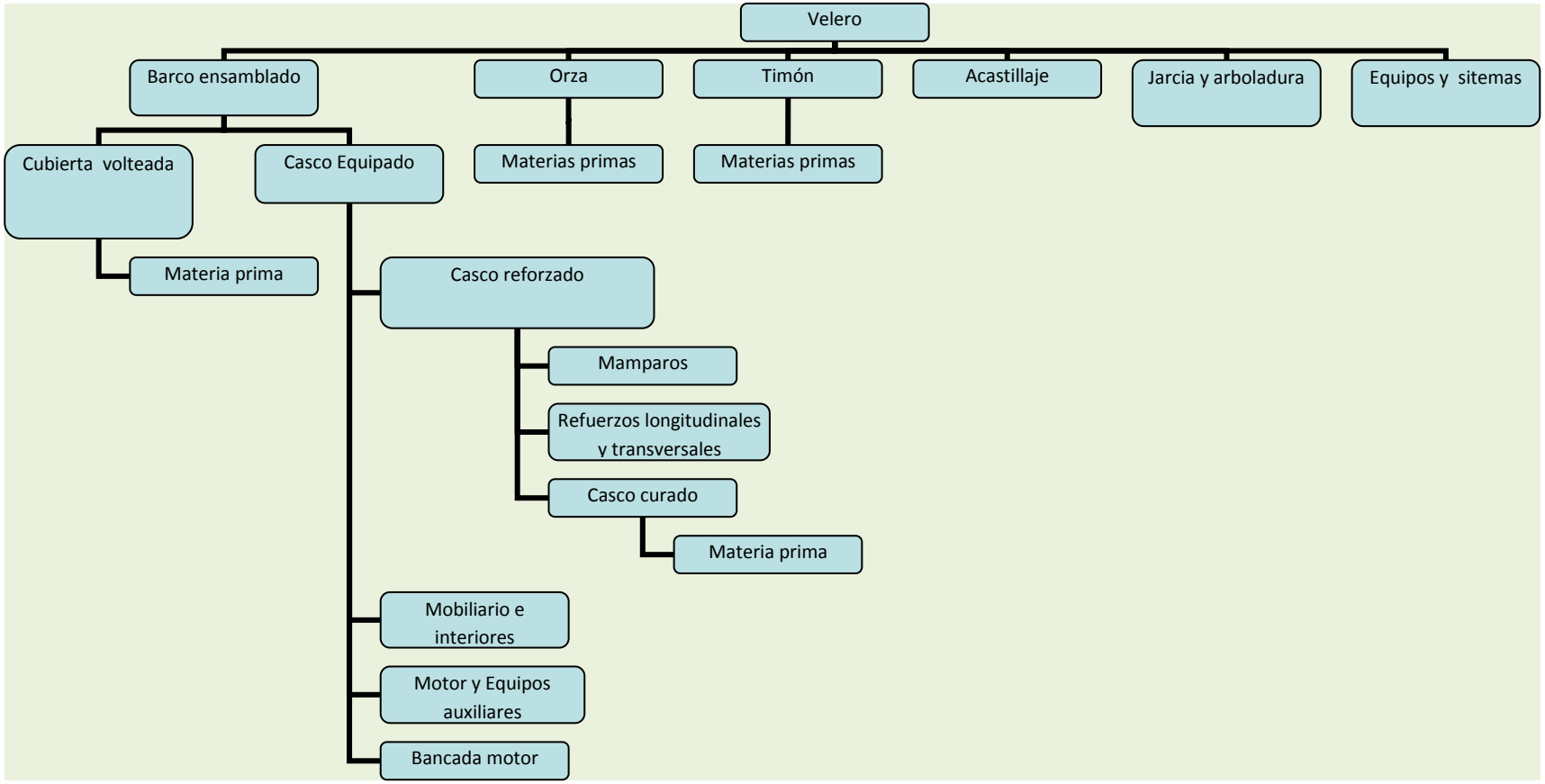
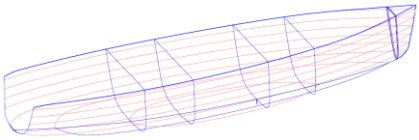
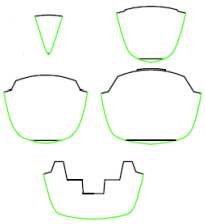
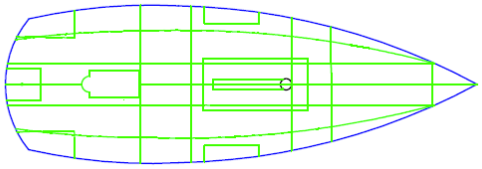
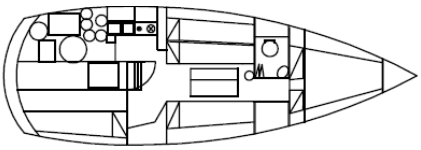
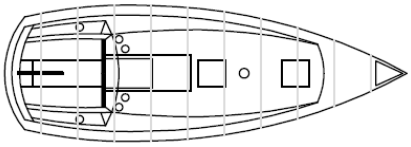
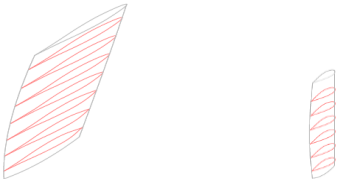


Figura 10: División de barco acabado en subcomponentes elementales de fabricación.

De esta forma tenemos una serie de subcomponentes a fabricar para ser ensamblados en el producto final:

Casco	
Mamparos	
Piezas varias montaje: Escuadras, tubos, angulares Refuerzos longitudinales y transversales Forros interiores	
Mobiliario, interiores	
Cubierta	
Apéndices (orza, timón)	

El resto de componentes se comprarán ya fabricados: motor, acastillaje, jarcia y arboladura, equipos y sistemas.

Para cada componente se realiza la selección de la tecnología de su proceso de construcción, materiales, equipos y utillajes se realiza con la ayuda de una **matriz de decisión** en la cual se otorga un peso a cada uno de los factores que se han definido como prioritarios en el proyecto.

Criterios	Escala	Peso (%)
Calidad del compuesto	del 1 al 5	15%
Riesgo técnico	del 1 al 5	5%
HH	del 1 al 5	4%
LT	del 1 al 5	1%
Coste	del 1 al 5	20%
Consumo energético	del 1 al 5	15%
Generación de residuos	del 1 al 5	20%
Higiene, Seguridad y Salud	del 1 al 5	20%
	Total	**100%**

Tabla 4: Pesos asignados para matriz decisión.

Como factores de más peso, como refleja la tabla anterio,r se ha considerado el coste, la generación de residuos y la higiene, seguridad y salud en el trabajo.

Por debajo quedan el consumo energético y la calidad del compuesto, y por último los factores de riesgo técnico asociado, consumo de horas de trabajo (HH) y tiempo ciclo (LT).

Criterios de decisión	Tecnología aplicada						**Molde**				Materiales refuerzo		
	RTM	Infusión	SPRINT	Pre-impregnados	Moldeo por contacto	Proyección simultanea	Macho	Hembra	Metálico	Compuesto	Fibra de vidrio	Fibra de Carbono	Kevlar
Calidad del compuesto	4,00	3,00	4,00	5,00	3,00	2,00	3,00	4,00	3,00	4,00	4,00	6,00	3,00
Riesgo técnico	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	3,00
HH	5,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	1,00	5,00	4,00	3,00	5,00	5,00	3,00
LT	2,00	2,00	2,00	1,00	3,00	5,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	3,00
Coste	3,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	2,00	1,00	2,00	2,00	4,00	3,00	3,00
Consumo energético	3,00	3,00	3,00	1,00	3,00	5,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00
Generación de residuos	3,00	3,00	3,00	3,00	2,67	2,67	0,33	1,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Higiene en el trabajo	3,00	3,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	5,00	3,00	5,00	5,00	1,00	2,00
Total:	**3,17**	**3,14**	**3,29**	**3,38**	**2,73**	**2,93**	**1,79**	**2,96**	**2,44**	**2,55**	**3,00**	**2,70**	**2,25**

Figura 11: Matriz de decisión.

Como tecnología más adecuada al proceso de construcción con los pesos asignados a cada uno de los factores que se consideran se llega a la siguiente conclusión: Laminación de pre-impregnados asistida por vacío sobre molde hembra, éste fabricado con materiales compuestos.

Los materiales seleccionados y su tecnología asociada se realizan pensando en su impacto ambiental, la seguridad, higiene y salud del trabajador. Por este motivo se ha dado más peso a una tecnología que integra materiales pre-impregnados de bajo gramaje frente a otras opciones posiblemente más económicas como la vía húmeda manual o la infusión, estas últimas más económicas.

A pesar de tratarse de una tecnología de mayor coste que otras, presenta ventajas en cuanto a seguridad, salud e higiene de los trabajadores.

Como material de refuerzo se utilizará la fibra de vidrio por presentar las suficientes propiedades mecánicas, y como matriz la resina el epoxi pre-impregnada.

Para ensamblar las piezas o subcomponentes prefabricados, como se anticipaba en el apartado de diseño, se buscan ensamblajes mediante pegado con adhesivo estructural, sin laminaciones de refuerzo, siempre que éstos sean admisibles para soportar las cargas a los que se verán sometidos. El adhesivo seleccionado es un metacrilato (PLEXUS590) el cual acepta amplias tolerancias en cuanto a espesores, nos permite ventanas de trabajo de hasta 1 hora, y alcanza propiedades mecánicas, suficiente para permitir la manipulación de los componentes ensamblados, a las pocas horas sin necesidad de aportar calor, del orden del 75%.

5.2.2. Descripción conceptual del proceso.

Como se describe en la definición del producto, el barco a construir se divide en casco y cubierta.

El casco se construirá en molde hembra mediante laminación manual de materiales pre-impregnados de fibra de vidrio y epoxi, no se realizarán compactaciones intermedias ni pre-curados, el laminado se curará con vacío con la propia calefacción del molde una vez finalizada la laminación. Curado el casco dentro del propio molde se ensamblarán los refuerzos interiores y los mamparos. No se realizarán laminaciones de refuerzo.

Una vez pegados todos los refuerzos interiores y mamparos se procederá al desmoldeo del casco con toda su estructura ensamblada y se trasladará al stand de montaje de interiores y ensamblaje de cubierta. Se montarán los forros interiores, éstos como partes pre-fabricadas en procesos paralelos a la construcción del casco.

Se realizarán todos los agujeros y cortes necesarios en el casco.

Se instalarán los sistemas auxiliares, la bancada del motor y el motor.

Se montará el mobiliario principal.

La cubierta previamente fabricada sobre un molde hembra mediante laminación manual de materiales pre-impregnados y volteada con el mismo útil de desmoldeo, transporte y ensamblaje, se ensamblará al casco con adhesivo estructural.

Una vez ensamblado el casco con todos sus refuerzos y mobiliario interior con la cubierta se realizarán los acabados del barco, montaje de apéndices, acabado de interiores y acastillaje.

5.2.3. Diagramas de flujo.

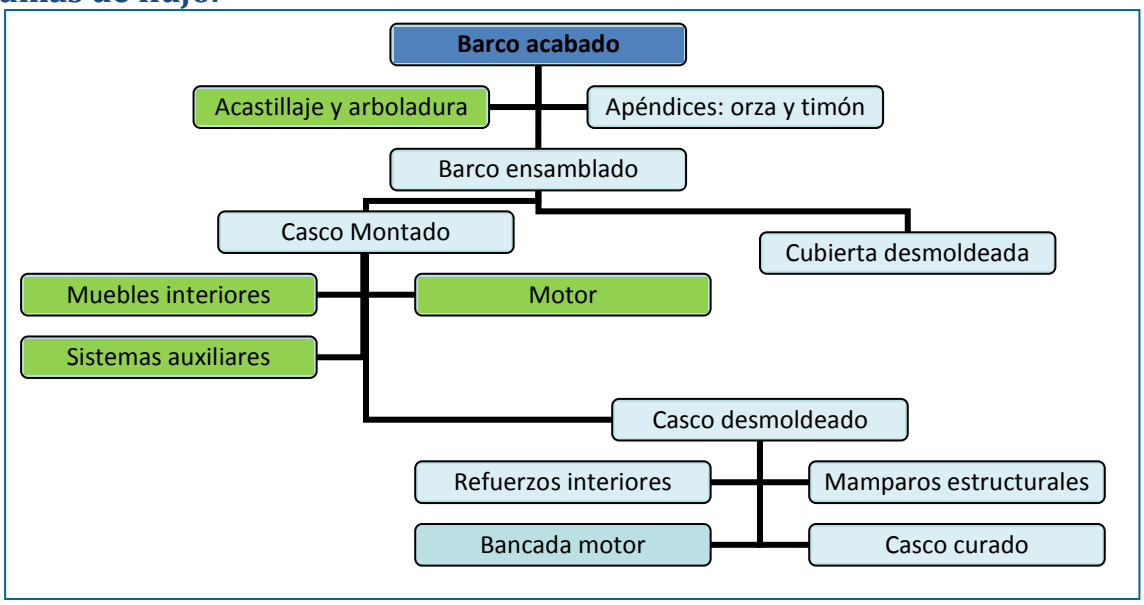


Figura 12: Diagrama de flujo de proceso simplificada.

5.2.4. Lay out general e instalaciones.

Instalaciones:

- Puente grúa: 2 carros de 5 Ton
- Cámara frigorífica
- Aspiración
- Aire comprimido
- Instalación centralizada de vacío
- Climatización, humedad y temperatura

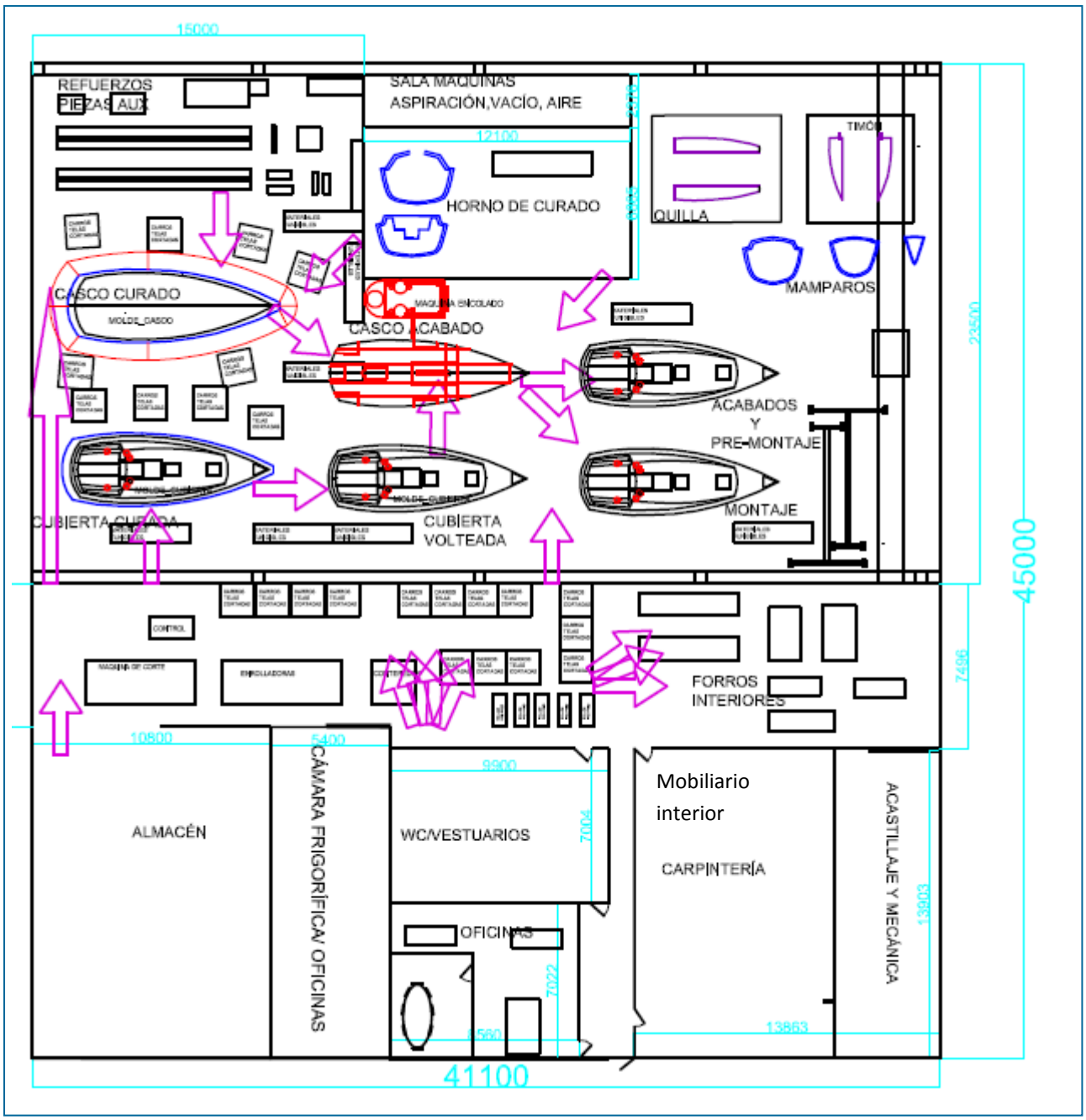


Figura 13: Lay out planta producción.

5.2.5. Definición de los procesos de construcción de los componentes.

Casco

Preparar molde	– Retirar restos de resina de curado anterior. – Aplicar desmoldeante. – Enmascarado del molde.
Aplicar coat	– Preparación del área de trabajo. – Mezcla de materiales. – Aplicación de coat.
Curado de coat	– Conectar equipo de curado. – .Aplicar ciclo de curado. – Abrir molde.
Laminar primeras capas	– Laminar primeras capas nominal – Laminar telas de refuerzo
Posicionado de núcleos y refuerzos fibra curada	– Posicionado de núcleos y refuerzos loc. previamente preparados. – .Aplicación de masilla monocomponente (pre-preg) huecos y escalones excesivos.
Laminar de siguientes telas	– .Lamina r telas de refuerzo – Laminar telas nóminal.
Aplicar pelable	– Aplicar pelable según plano.
Fabricación de bolsa de vacío	– Colocar sangrador y Air-webber previamente ensamblados – Posicionar malla de vacío. – Posicionar y sellado de bolsa de vacío. – Aplicar vacío y realizar pruebas de estanqueidad.
Curado	– Cerrar molde con coberturas de curado. – Aplicar ciclo de curado. – Retirar coberturas de curado.
Retirar bolsa de vacío	– Cortar y extraer fungibles.
Pegado refuerzos long transv y Mamparos nec para desmoldeo	– Retirar pelable. – Pegar refuerzos y elementos de desmoldeo. – Pegar mamparos. – Curar uniones pegadas.
Inspección interior del casco	– Inspeccionar, registrar y reparar de defectos. o Porosidad. o Delaminaciones. o Marcas de vacío. o Cotas geométricas de núcleos. o Límites pieza.

Desmoldeo	−Desmoldear de casco curado.

Mamparos

Preparación de molde	−Limpiar restos de curado anterior. −Comprobar buen estado del lecho. −Aplicar desmoldeante.
Laminado	−Laminar de primeras telas. −Posicionar núcleos y refuerzos locales. −Laminar siguientes capas. −Aplicar pelable.
Bolsa de vacío	−Aplicar tacky-tape (junta sellante). −Aplicar sangrador según esquema. −Aplicar Manta de absorción según esquema. −Aplicar film separador. −Aplicar 2º Aireador. −Aplicar canales de vacío malla. −Aplicar bolsa de vacío y sellarla mediante el tacky tape. −Aplicar vacío.
Curado	−Preparar sistema de curado: Heating. −Aplicar ciclo de curado. −Retirar sistema de curado.
Retirar bolsa de vacío	−Retirar materiales fungibles.
Desmoldeo	−Aplicar cuidadosamente cuñas de desmoldeo. −Ejercer cierta presión con el útil de desmoldeo. −Elevar compuesto. −Trasladarlo hasta el siguiente puesto.
Inspección	−Inspeccionar calidad superficial del compuesto: o Porosidad. o Delaminaciones. o Marcas de vacío. o Cotas geométricas de núcleos. o Límites pieza

Refuerzos y piezas auxiliares

Preparación de molde	−Limpiar restos de curado anterior. −Comprobar buen estado del lecho. −-Aplicar desmoldeante.
Laminado	−Laminado de primeras telas. −Aplicación de núcleos y refuerzos locales. −Laminado de siguientes capas. −Aplicar pelable.
Bolsa de vacío	−Aplicar tacky-tape (junta sellante). −Aplicar sangrador según esquema. −Aplicar Manta de absorción según esquema. −Aplicar film separador. −Aplicar 2º Aireador. −Aplicar canales de vacío malla. −Aplicar bolsa de vacío y sellarla mediante el tacky tape... −Aplicar vacío.
Curar	−Preparar sistema de curado: Heating. −Aplicar ciclo de curado. −Retirar sistema de curado.
Retirar bolsa de curado	−Retirar materiales fungibles.
Desmoldear	−Aplicar cuidadosamente cuñas de desmoldeo. −Ejercer cierta presión con el útil de desmoldeo. −Elevar compuesto. −Trasladarlo hasta el siguiente puesto.
Inspeccionar	−Inspeccionar calidad superficial del compuesto: o Porosidad. o Delaminaciones. o Marcas de vacío. o Cotas geométricas de núcleos. o Límites pieza.

Forros interiores

Preparar moldes	−Limpiar restos de curado anterior. −Comprobar buen estado del lecho. −Aplicar desmoldeante. −Enmascarar.
Aplicar coat	−Preparativos coat. −Aplicar coat.
Curar Coat	−Preparar sistema de curado: Heating. −Aplicar ciclo de curado. −Retirar sistema de curado.
Laminado	−Laminado de primeras telas. −Aplicación de núcleos y refuerzos locales. −Laminado de siguientes capas. −Embeber posibles refuerzos o aux para desmoldeo. −Aplicar pelable
Fabricar bolsa de vacío	−Aplicar tacky-tape (junta sellante). −Aplicar sangrador según esquema. −Aplicar Manta de absorción según esquema. −Aplicar film separador. −Aplicar 2º Aireador. −Aplicar canales de vacío malla. −Aplicar bolsa de vacío y sellarla mediante el tacky tape. −Aplicar vacío.
Curar	−Preparar sistema de curado: Heating. −Aplicar ciclo de curado. −Retirar sistema de curado
Retirar bolsa de vacío	−Cortar perimetro de la bolsa de curado. −Retirar junta perimetral así como todos los fungibles pieza.
Pegar rigidificadores	−Colocar y pegar refuerzos necesarios para poder demoldear el compuesto asegurando su integridad estructural y geométrica.
Desmoldear	−Aplicar cuidadosamente cuñas de desmoldeo. −Ejercer cierta presión con el útil de desmoldeo, puente grúa o polipasto. −Elevar compuesto. −Trasladarlo hasta el siguiente puesto.

Inspeccionar	– Inspeccionar calidad superficial del compuesto: o Porosidad. o Delaminaciones. o Marcas de vacío. o Cotas geométricas de núcleos. o Límites pieza.
Recantear	– Recantear por marcas de molde.

Cubierta

Preparar molde	−Limpiar restos de curado anterior. −Comprobar buen estado del lecho. −Aplicar desmoldeante −Enmascarar.
Aplicar coat+antideslizante	−Preparativos coat. −Aplicar coat.
Curado de coat	−Preparar sistema de curado: Heating. −Aplicar ciclo de curado. −Retirar sistema de curado.
Laminar de primeras capas	−Laminar primeras telas. −Posicionar núcleos y refuerzos locales. −Laminar siguientes capas. −Embeber posibles refuerzos o aux para desmoldeo. −Aplicar pelable
Fabricación de bolsa de vacío **Curado**	−Aplicar tacky-tape (junta sellante). −Aplicar sangrador según esquema. −Aplicar Manta de absorción según esquema. −Aplicar film separador. −Aplicar 2º Aireador. −Aplicar canales de vacío malla. −Aplicar bolsa de vacío y sellarla mediante el tacky tape. −Aplicar vacío. −Preparar sistema de curado: Heating. −Aplicar ciclo de curado. −Retirar sistema de curado
Retirar bolsa de vacío	−Cortar perimetro de la bolsa de curado. −Retirar junta perimetral así como todos los fungibles pieza.
Inspección interior cubierta	−Inspeccionar calidad superficial del compuesto: o Porosidad. o Delaminaciones. o Marcas de vacío. o Cotas geométricas de núcleos. o Límites pieza.
Pegado refuerzos necesarios para desmoldeo	−Colocar y pegar refuerzos necesarios para poder demoldear el compuesto asegurando su integridad estructural y geométrica.

Desmoldeo	−Aplicar cuidadosamente cuñas de desmoldeo. −Ejercer cierta presión con el útil de desmoldeo, puente grúa o polipasto. −Elevar compuesto. −Trasladarlo hasta el siguiente puesto.
Voltear cubierta	−Sujetar cubierta. −Voltear cubierta

Barco ensamblado

Acabado refuerzos longitudinales y transversales.	−Extraer de pelable de áreas de pegado de refuerzos −Colocar refuerzos −Pegar refuerzos (+ bancada motor) −Pegar elementos de sujeción: tuberías, forros, etc... −Curar del adhesivo
Colocación y pegado de mamparos	−Extraer pelable de áreas de pegado de mamparos −Colocar mamparos −Pegar mamparos −Curar adhesivo
Impermeabilizar sentinas, fondo.	−Retirar pelable de zonas a impermebilizar. −Aplicar coats para impermeabilizar. −Curar
Instalar tuberías sistemas sanitarios, mangueras cable eléctrico, bombas de sentina. MOTOR	−Montaje elementos con posición definida. (motor −Montar de elementos flexibles: tubos y cables −Completar conexiones según esquemas de instalación.
Colocar forros interiores	−Colocar y fijar forros interiores.
Colocar mobiliario principal	−Pegado de sistemas de anclaje del mobiliario −Montaje de estructuras principales del mobiliario, así como acabado de camarotes y elemntos de grandes dimensiones.
Instalar equipos y conexiones eléctricas	−Instalar equipos serie (cocina, eq navegación, sist aux, lavavo, bombas, etc.
Ensamblar cubierta	−Retirar pelable de zonas de ensamblaje. −Presentar cubierta, verificar −Enmascarar zonas susceptibles de mancharse −Aplicar adhesivo −Llevar cubierta a posición de pegado −Presionar superficies mediante elementos de sujeción: remaches, tornillos, sarjentos,...)
Laminar o pegar esquinera junta interior	−Retirar pelable de la superficie de pegado −Aplicar adhesivo −Pegar perfiles de unión
Post curar ensamblaje	−Colocar equipo de curado −Post curar uniones y sobre-laminados

Orza

Preparación de molde	−Limpiar restos de curado anterior. −Comprobar buen estado del lecho. −Aplicar desmoldeante −Enmascarar
Aplicar coat	−Preparativos coat. −Aplicar coat
Curar coat	−Cerrar molde −Preparar sistema de curado: Heating −Aplicar ciclo de curado −Retirar sistema de curado
Laminado	−Laminar primeras telas −Posicionar núcleos y refuerzos locales −Laminar siguientes capas −Aplicar pelable
Bolsa de vacío	−Aplicar tacky-tape (junta sellante) −Aplicar sangrador según esquema −Aplicar Manta de absorción según esquema −Aplicar film separador −Aplicar 2º Aireador −Aplicar canales de vacío malla −Aplicar bolsa de vacío y sellarla mediante el tacky tape −Aplicar vacío
Curar	−Preparar sistema de curado: Heating −Aplicar ciclo de curado −Retirar sistema de curado
Preparar ensamblaje	−Retirar materiales fungibles −Inspeccionar superficie −Extraer pelable. −Preparar superficie (si es necesario)
Inyectar	−Cerrar moldes asegurando un cierre perfecto. −Inyectar "colada" resina Epoxi cargada.
Curar	−Preparar sistema de curado: Heating −Aplicar ciclo de curado −Retirar sistema de curado

Desmoldear	− Aplicar cuidadosamente cuñas de desmoldeo − Ejercer cierta presión con el útil de desmoldeo − Elevar compuesto − Trasladarlo hasta el siguiente puesto
Inspeccionar	− Inspeccionar calidad superficial del compuesto: o Coat: piel de naranja, decoloraciones... o porosidad o delaminaciones o marcas de vacío o cotas geométricas alineación, límites pieza…
Acabados	− Recantear marcas o rebabas de molde − Laminar o pegar cierre BA − Enmasillar − Pintar

Timón

Preparación de molde	−Limpiar restos de curado anterior −Comprobar buen estado del lecho −Aplicar desmoldeante −Enmascarar
Aplicar coat	−Preparativos coat −Aplicar coat
Curar coat	−Cerrar molde −Preparar sistema de curado: Heating −Aplicar ciclo de curado −Retirar sistema de curado
Laminado	−Laminado de primeras telas −Aplicación de núcleos y refuerzos locales −Laminado de siguientes capas −Posicionar mecha en caso de embeberla −Aplicar pelable
Bolsa de vacío	−Aplicar tacky-tape (junta sellante) −Aplicar sangrador según esquema −Aplicar Manta de absorción según esquema −Aplicar film separador −Aplicar 2º Aireador −Aplicar canales de vacío malla −Aplicar bolsa de vacío y sellarla mediante el tacky tape −Aplicar vacío
Curar	−Preparar sistema de curado: Heating −Aplicar ciclo de curado −Retirar sistema de curado
Preparar ensamblaje	−Retirar materiales fungibles −Inspeccionar superficie −Extraer pelable −Preparar superficie (si es necesario)
Colocar mecha	−Colocar la mecha en el útil de posicionado −Comprobar correcto posicionamiento de la mecha respecto al molde −Fijar el conjunto
Inyectar	−Cerrar moldes asegurando un cierre perfecto −Inyectar "colada" resina Epoxi

Curar	– Preparar sistema de curado: Heating – Aplicar ciclo de curado – Retirar sistema de curado
Desmoldear	– Aplicar cuidadosamente cuñas de desmoldeo – Ejercer cierta presión con el útil de desmoldeo – Elevar compuesto – Trasladarlo hasta el siguiente puesto
Inspeccionar	○ Inspeccionar calidad superficial del compuesto: ○ Coat: piel de naranja, decoloraciones... ○ porosidad ○ delaminaciones ○ marcas de vacío ○ cotas geométricas alineación, límites pieza…
Acabados	– Recantear marcas o rebabas de molde – Laminar o pegar cierre BA – Enmasillar – Pintar

Acabados y montaje

Saneado de junta ensamblaje	−Corte de rebaba −Lijado de la superficie −Imprimar superficie
Colocación de la regala	−Colocación de cada una de las piezas −Fijación de las piezas
Colocación de guardamancebos	−Instalación de los guardamancebos
Finalizar instalación motor	−Deja preparada y conectada instalación eléctrica a falta de conectar batería.
Colocación de pasa cascos	−Presentar todos y cada uno de los pasacascos −Medir holguras −Aplicar adhesivo y apretar uno a uno.
Colocación de luces	−Realizar todas las conexiones eléctricas y luces −Probar instalación
Instalación equipos navegación	
Finalizar instalación cocina	
Finalizar instalación WC	
Finalizar mobiliario salón	−Rematar detalles de mobiliario interior
Finalizar Mobiliario camarotes	
Montar timón	−Posicionar alinear −Apretar −Conectar a sistema de gobierno
Montar Orza	−Posicionar −Pre-montar todos los elementos de montaje −Aplicar sellante (TBD) −Aplicar par de apriete (TBD)
Preparar acastillaje	−Montar Winches −Montar mordazas −Montar Poleas y reenvíos −Revisar par de apriete de todos los elementos

5.2.6. Cronogramas por componente.

Primero se ha realizado un cronograma particular de cada subcomponente. Luego se han puesto todos los cronogramas acordes con el VSM y se equilibran con los recursos de producción.

Finalmente se procede al equilibrado de la producción para dos escenarios, uno de mínimos y otro al 100% de la capacidad de la línea de producción definida.

	1 molde+ grada		
	nº Op	HH	LT
Corte pre-preg	2	78	24,00
Casco curado	6	86	21
Refuerzos locales, piezas a	10	99	18,00
Casco desmoldeado	2	28	14
Mamparos	6	59	18,25
Forros interiores recantea	8	117	24
Cubierta volteada	8	131	26,75
timón acabado	2	40	24,6
Orza acabada	2	41	24,85
Barco Ensamblado	10	107	15,50
Montaje y acabados	6	77	14,00
Total	**62**	**862**	**26,75**

Tabla 5: Tiempos proceso por subcomponente.

De los datos obtenidos en el análisis de tiempos extraemos la capacidad máxima de producción de la línea, ésta es capaz de sacar un barco cada 35 horas de producción, para ello son necesarios 120 operarios trabajando a 3 turnos, sin paradas de proceso.

Esta línea también puede producir a mínimo ritmo con diez operarios un barco cada 4 semanas.

En las siguientes páginas se muestran los cronogramas de cada uno de los procesos de fabricación.

OPERACIÓN	OI	Nº OP	INICIO	TIEMPO (horas)	FIN	H/H
CORTE						
Corte material Casco		2	0	5	5,00	10
Corte material Cubierta		2	5	5	10,00	10
Corte material Forros interiores		2	10	2	12,00	4
Corte material Timón		2	12	2	14,00	4
Corte material Orza		2	14	2	16,00	4
Corte material Mamparos		2	16	4	20,00	8
Corte material Refuerzos y piezas Auxiliares		2	20	4	24,00	8
Preparar núcleos y refuerzos locales		2	0	5	5,00	10
Preparar materiales fungibles		2	5	3	8,00	6
Preparar materiales y equipos barco		2	8	7	15,00	14
TOTAL TIEMPO CICLO			0	15,00	HH	78
CASCO DESMOLDEADO						
preparar molde		2	0	0,5	0,50	1
Aplicar coat		6	0,5	1	1,50	6
curado de coat		2	1,5	0,5	2,00	1
Laminar de primeras capas		6	2	2,5	4,50	15
Posicionado de núcleos y refuerzos fibra curada		6	4,5	1	5,50	6
Laminar de siguientes telas		6	5,5	2,5	8,00	15
Aplicar pelable		6	8	1	9,00	6
Fabricación de bolsa de vacío		6	9	2	11,00	12
Curado		2	11	8	19,00	16
Retirar bolsa de vacío		6	19	1	20,00	6
Pegado refuerzos y mamparos nec para		6	20	4	24,00	24
Inspección interior del casco	Po sib	2	24,00	0	24,00	0
Desmoldeo		2	24	1	25,00	2
TOTAL TIEMPO CICLO			0	25,00	HH	110
REEFUERZOS Y PIEZAS AUXILIARES						
Preparar de moldes		10	0	0,5	0,50	5
Aplicar pelable o coat según se sitúe en interior		10	0,5	0,5	1,00	5
Curar los coats		10	1	0	1,00	0
Laminar primeras telas		10	1	1	2,00	10
Colocar núcleos (si los llevan)		10	2	0,5	2,50	5
Laminar siguientes telas		10	2,5	1	3,50	10
Bolsa de vacío		10	3,5	1,5	5,00	15
Curar		1	5	8	13,00	8
Retirar bolsa de curado		10	13	1	14,00	10
Desmoldear		10	14	1	15,00	10
Inspeccionar		1	15	1	16,00	1
Recantear		10	16	2	18,00	20
TOTAL TIEMPO CICLO				18,00	HH	99
MAMPAROS						
Preparar de moldes		6	0	0,5	0,50	3
Aplicar pelable		6	0,5	0,25	0,75	1,5
Laminar primeras telas		6	0,75	1	1,75	6
Colocación de núcleos		6	1,75	0,5	2,25	3
Colocación de refuerzos fibra curada		6	2,25	0,5	2,75	3
Laminar siguientes telas		6	2,75	1	3,75	6
Aplicar pelable		6	3,75	0,5	4,25	3
Bolsa de vacío		6	4,25	1	5,25	6
Curado		1	5,25	8	13,25	8
Retirar bolsa de vacío		6	13,25	1	14,25	6
Desmoldeo		6	14,25	1	15,25	6
Inspección		1	15,25	1	16,25	1
Corte o recanteo		3	16,25	2	18,25	6
TOTAL TIEMPO CICLO				18,25	HH	58,5
FORROS INTERIORES RECANTEADOS						
Preparar moldes		4	0	0,5	0,50	2
Aplicar coat		6	0,5	0,5	1,00	3
Curar Coat		2	1	2	3,00	4
Laminar primeras telas		8	3	2	5,00	16
Aplicar núcleos		8	5	1	6,00	8
Laminar siguientes telas		8	6	2	8,00	16
Aplicar pelable		8	8	1	9,00	8
Fabricar bolsa de vacío		8	9	1	10,00	8
Curar		2	10	6	16,00	12
Retirar bolsa de vacío		8	16	1	17,00	8
Pegar rigidificadores		8	17	2	19,00	16
Desmoldear		8	19	1	20,00	8
Inspeccionar		2	20	1	21,00	2
Recantear		2	21	3	24,00	6
TOTAL TIEMPO CICLO				24	HH	117

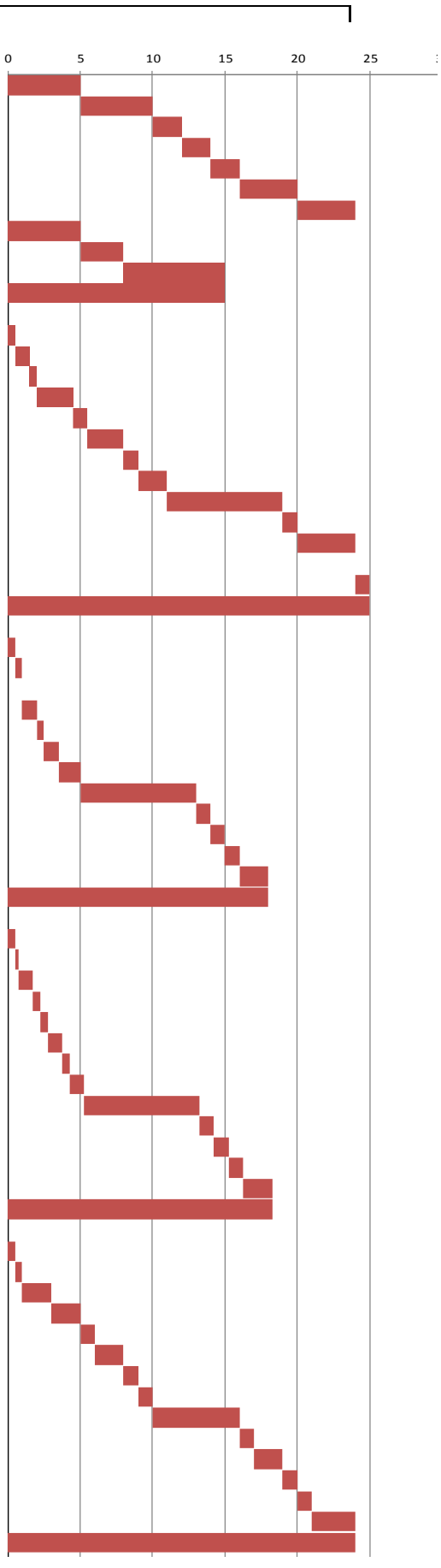


Tabla 5: Cronogrma de cada subcomponente.

OPERACIÓN	SE	Nº OP	INICIO	TIEMPO (horas)	FIN	H/H
CUBIERTA VOLTEADA						
preparar molde		4	0	0,5	0,50	2
Aplicar coat+antideslizante		6	0,5	0,75	1,25	4,5
curado de coat		2	1,25	2	3,25	4
Laminar de primeras capas		8	3,25	3	6,25	24
Posicionado de núcleos y refuerzos fibra curada		8	6,25	1	7,25	8
Laminar de siguientes telas		8	7,25	3	10,25	24
Aplicar pelable		8	10,25	1	11,25	8
Fabricación de bolsa de vacío		8	11,25	2,5	13,75	20
Curado		2	13,75	7	20,75	14
Retirar bolsa de vacío		8	20,75	1	21,75	8
Pegado refuerzos nec para desmoldeo		3	21,75	2	23,75	6
Inspección interior cubierta		2	23,75	1	24,75	2
Desmoldeo		2	24,75	1	25,75	2
Voltear cubierta		4	25,75	1	26,75	4
TOTAL TIEMPO CICLO				**26,75**	***HH***	***131***
BARCO ENSAMBLADO						
Finalización trabajos refuerzos y mamp		6	21,00	1,5	22,50	9
Impermeabilizar sentinas, fondo.		4	21	1,5	22,50	6
Pegar piezas auxiliares ensamblaje		10	22,5	2	24,50	20
Instalar tuberías sistemas sanitarios,		2	24,5	2	26,50	4
Colocar bancada motor		2	26,5	1	27,50	2
Colocar Motor		2	27,5	2	29,50	4
Colocar forros interiores		4	26,5	2	28,50	8
Colocar mobiliario principal		4	28,5	2	30,50	8
Equipos y conexiones eléctricaas		2	28,5	2	30,50	4
Ensamblar cubierta volteada		10	30,5	2	32,50	20
Laminar o pegar esquinera junta interior		10	32,5	2	34,50	20
Post curar ensamblaje		1	34,5	2	36,50	2
DESMOLDEAR		2	36,5	0	36,50	0
TOTAL TIEMPO CICLO				**36,50**	***HH***	***107***
TIMÓN ACABADO						
Preparación de molde		2	0	0,5	0,50	1
Aplicar coat		2	0,50	0,5	1,00	1
Curar Coat		2	1,00	2	3,00	4
Laminar primeras telas		2	3,00	0,75	3,75	1,5
Posicionar núcleos		2	3,75	0,15	3,90	0,3
Laminar siguientes telas		2	3,90	0,75	4,65	1,5
Aplicar pelable		2	4,65	0,2	4,85	0,4
Bolsa de vacío		2	4,85	1	5,85	2
Curar		1	5,85	6	11,85	6
Preparar ensamblaje		2	11,85	1	12,85	2
Colocar mecha		2	12,85	0,25	13,10	0,5
Inyectar		2	13,1	1	14,10	2
Curar		1	14,1	3	17,10	3
Desmoldear		2	17,1	1	18,10	2
Inspeccionar		2	18,1	0,5	18,60	1
Acabados		2	18,6	6	24,60	12
TOTAL TIEMPO CICLO				**24,6**	***HH***	***40,2***
ORZA ACABADA						
Preparación de molde		2	0	0,5	0,50	1
Aplicar coat		2	0,50	0,5	1,00	1
Curar Coat		2	1,00	2	3,00	4
Laminar primeras telas		2	3,00	1	4,00	2
Posicionar núcleos		2	4,00	0,15	4,15	0,3
Laminar siguientes telas		2	4,15	1	5,15	2
Aplicar pelable		2	5,15	0,2	5,35	0,4
Bolsa de vacío		2	5,35	1	6,35	2
Curar		1	6,35	6	12,35	6
Preparar ensamblaje		2	12,35	1	13,35	2
Inyectar		2	13,35	0,5	13,85	1
Curar		1	13,85	3	16,85	3
Desmoldear		2	16,85	1	17,85	2
Inspeccionar		2	17,85	1	18,85	2
Acabados		2	18,85	6	24,85	12
TOTAL TIEMPO CICLO				**24,85**	***HH***	***40,7***
MONTAJE Y ACABADOS						
Saneado de juntaensamblaje		2	0	2	2,00	4
Colocación de la regala		2	2,00	4	6,00	8
Colocación de guardamancebos		2	6,00	4	10,00	8
Finalizar instalación motor		2	0,00	3	3,00	6
		2	3,00		3,00	0
Colocación de pasacascos		2	3,00	2	5,00	4
Colocación de luces		2	0	1	1,00	2
Instalación equipos nav		2	1	2	3,00	4
Finalizar instalación cocina		1	3	1	4,00	1
Finalizar instalación WC		2	5,00	2	7,00	4
Finalizar mobiliario salón		2	7	2	9,00	4
Finalizar Mobiliario camarotes		1	9	2	11,00	2
Montar timón		2	4,00	2	6,00	4
Montar Orza		2	4	3	7,00	6
Preparar acastillaje		2	4	10	14,00	20
TOTAL TIEMPO CICLO				**14,00**	***HH***	***77***

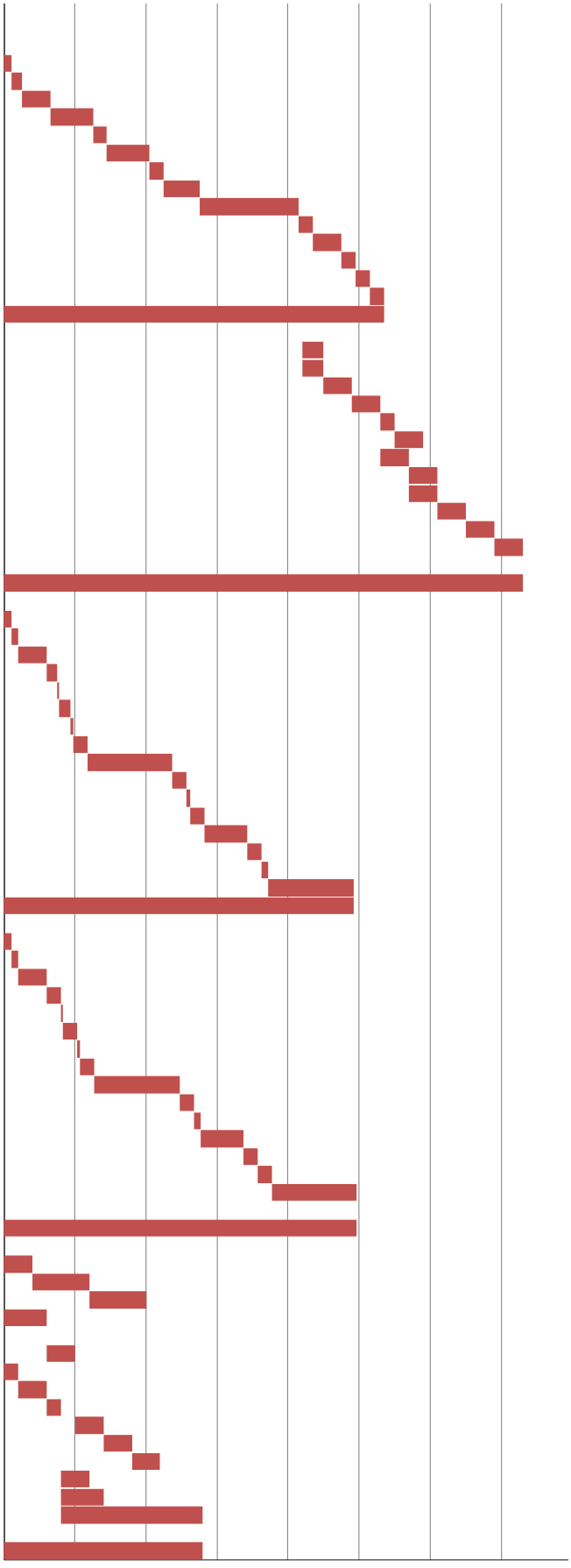


Tabla 5: Cronogrma de cada subcomponente.

5.2.7. Lay out concreto de cada componente.

En la siguiente figura se muestra layout de fabricación, se han marcado con recuadros los distintos procesos implicados en la fabricación del barco.

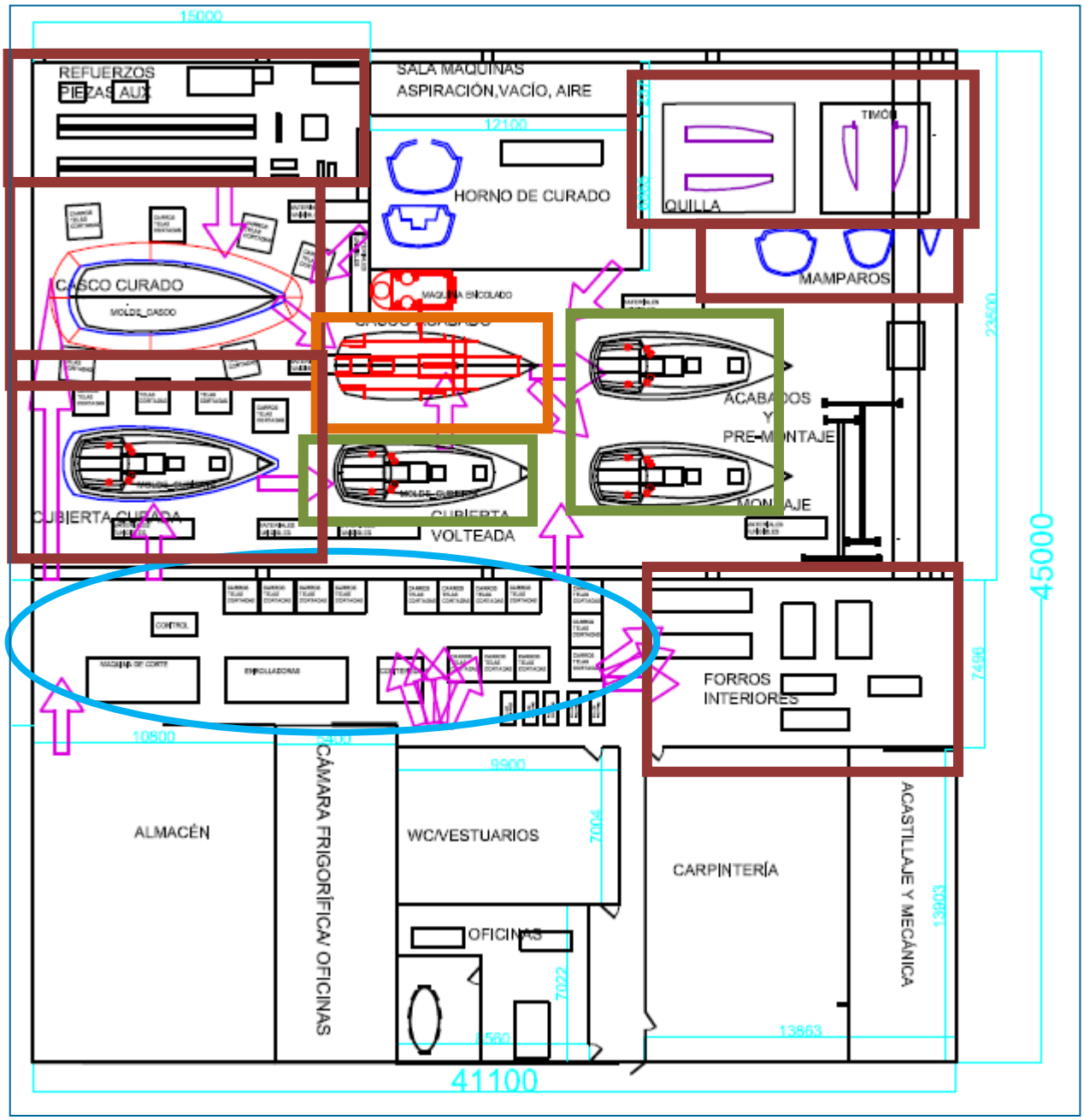


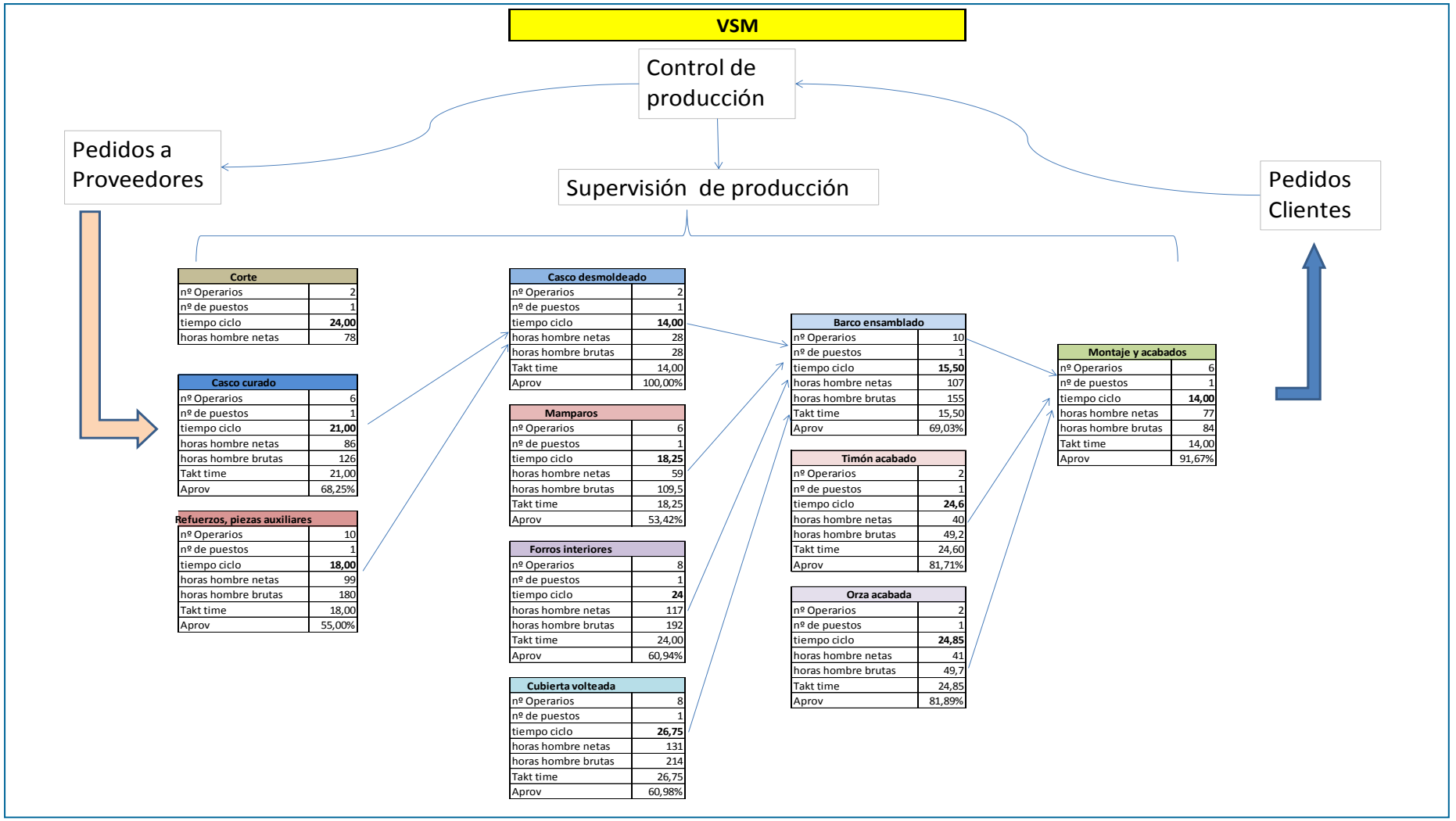
Figura 14: Lay out planta producción por subcomponentes.

5.2.8. Lista de equipos y utillajes.

Equipo	€	m²
Molde de casco 2 semi moldes hembra	100000	55
Molde de cubierta hembra	100000	44
Molde de Mamparos Macho 3	6000	15
Molde de Forros interiores hembra 10	30000	20
Moldes de quilla hembra 2 semi moldes	6000	9
Moldes de timón hembra 2 semi moldes	6000	6,25
Moldes Refuerzos y piezas auxiliares	20000	90
Horno para pequeños moldes	15000	72
Grada de ensamblaje	10000	30
2 Stands de acabado y montaje	5000	80
Instalación vacío	8000	2
Insatalación aire a presión	6000	2
Climatización	15000	4
Insatalación aspiración	6000	3
Instalación eléctrica	3000	5
Máquina de corte	50000	22
Cámara frigorífica (seminueva)	5000	84
Carros y mesas para cortadas	10000	75
Estanterías y dispensadores fungibles	2000	20
Carros epis	2000	10
Puente grúa 2 carros	100000	0
Herramientas trabajo	15000	2
TOTAL:	**520000**	**650,3**

Tabla 6: Lista de Equipos & Utillajes.

5.2.9. VSM.



Corte	
nº Operarios	2
nº de puestos	1
tiempo ciclo	**24,00**
horas hombre netas	78

Casco curado	
nº Operarios	6
nº de puestos	1
tiempo ciclo	**21,00**
horas hombre netas	86
horas hombre brutas	126
Takt time	21,00
Aprov	68,25%

Refuerzos, piezas auxiliares	
nº Operarios	10
nº de puestos	1
tiempo ciclo	**18,00**
horas hombre netas	99
horas hombre brutas	180
Takt time	18,00
Aprov	55,00%

Casco desmoldeado	
nº Operarios	2
nº de puestos	1
tiempo ciclo	**14,00**
horas hombre netas	28
horas hombre brutas	28
Takt time	14,00
Aprov	100,00%

Mamparos	
nº Operarios	6
nº de puestos	1
tiempo ciclo	**18,25**
horas hombre netas	59
horas hombre brutas	109,5
Takt time	18,25
Aprov	53,42%

Forros interiores	
nº Operarios	8
nº de puestos	1
tiempo ciclo	**24**
horas hombre netas	117
horas hombre brutas	192
Takt time	24,00
Aprov	60,94%

Cubierta volteada	
nº Operarios	8
nº de puestos	1
tiempo ciclo	**26,75**
horas hombre netas	131
horas hombre brutas	214
Takt time	26,75
Aprov	60,98%

Barco ensamblado	
nº Operarios	10
nº de puestos	1
tiempo ciclo	**15,50**
horas hombre netas	107
horas hombre brutas	155
Takt time	15,50
Aprov	69,03%

Timón acabado	
nº Operarios	2
nº de puestos	1
tiempo ciclo	**24,6**
horas hombre netas	40
horas hombre brutas	49,2
Takt time	24,60
Aprov	81,71%

Orza acabada	
nº Operarios	2
nº de puestos	1
tiempo ciclo	**24,85**
horas hombre netas	41
horas hombre brutas	49,7
Takt time	24,85
Aprov	81,89%

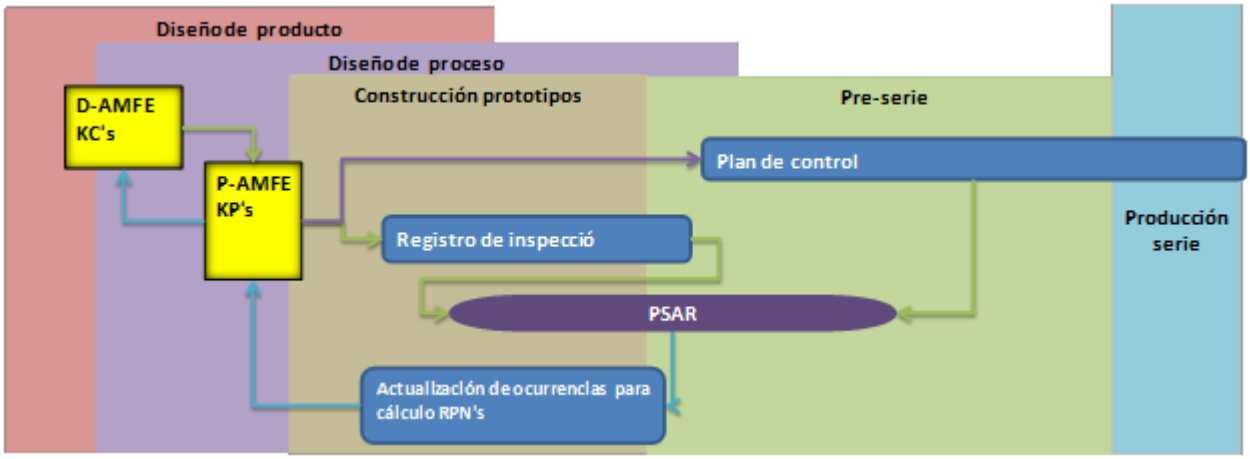
Montaje y acabados	
nº Operarios	6
nº de puestos	1
tiempo ciclo	**14,00**
horas hombre netas	77
horas hombre brutas	84
Takt time	14,00
Aprov	91,67%

Figura 14: Valiu Stream Map.

5.2.10. AMFE, de cada componente.

Con la definición preliminar del producto ya realizada, división en subcomponentes y tecnología seleccionada, se ha realizado un análisis de los modos de fallo y efectos PAMFE, obteniendo de esta forma un listado de características a cumplir en nuestro producto y que parámetros de proceso afectan a cada una de estas características.

Como se adelantaba en la introducción de este capítulo, el diseño de un proceso/producto de fabricación es iterativo, es decir se va realimentando de los datos de proyecto a medida que este va avanzando reorientándolo hasta el proceso/producto final. Este proceso iterativo se alimenta de los modos de fallo los cuales tienen como entrada características de producto y como salida los parámetros de proceso.



Para el análisis de los modos de fallo y efectos de cada del proceso de construcción se parte de las Características críticas del producto, salida del AMFE de diseño, y se listan los posibles efectos a la izquierda y sus causas a la derecha. Se buscan causas a cada modo de fallo hasta llegar hasta llegar a todos los parámetros de proceso que intervienen o pueden intervenir en el cumplimiento de una característica de producto como se muestra en la figura de la página siguiente.

EFECTO	Características producto	1ª Causa	2ª Causa	3ª Causa	4ª Causa
Rotura punto de anclaje obenques Rotura punto de anclajes backstay Rotura punto de anclaje stay Rtura de anclaje de piano Rtura de anclaje de polea Rotura del pié de mástil Rotura del casco Rotura caja de quilla Rotura bancada motor Pérdida de rendimiento del velero	**Calidad de laminados**	Delaminaciones (entre telas, telas-núcleo)	Error de laminación	Puenteo de telas impermeable	
			Falta de estanqueidad	Fugas en bolsa de vacío	
			Humedad	Condiciones ambientales	
			Contaminación	Condiciones ambientales	
			Material en mal estado	Caducado	
				Tiempo atemperado	
			Tensiones eccesivas durante desmoldeo	Tratamiento desmoldeante	
				Manipulación incorrecta	
			Temperatura de desmoldeo	Resina no está al 100% de sus propiedades mecánicas	
		Arrugas	Error de laminación	Mala drapabilidad	Material no adaptable a geometría
					Tack del material
					Temperatura de laminación
			Bolsa de vacío	Fungibles o auxiliares	
		Porosidad	Falta de estanqueidad	Fugas en bolsa de vacío	
			Falta de resina	Error en bolsa de vacío (fungibles)	Definición o ejecución
			Material en mal estado	Caducado	
				tiempo de atemperado	Mucho tiempo resina no fluye, poco tiempo condensaciones
		Porcentaje fibra/resina	Nivel de vacío bolsa		
			Configuración y definición fungibles vacío	Sangrador	
				Aireador	
			Error en bolsa de vacío (fungibles)	Definición o ejecución	
			Tiemp de sangrado	Receta de curado / compactado	
		Curado insuficiente	Receta incorrecta	Error definición	
				Error programación	
			Control incorrecto	Si termopares pieza, posicionado incorrecto)	
		Exceso de temperatura durante el curado	Receta incorrecta	Error definición	
				Error programación	
			Control incorrecto	Si termopares pieza, posicionado incorrecto)	
		Cuerpos extraños o suciedad			
		Orientación de la fibra			
Fallo unión adhesiva de la cubierta Rotura del casco Pérdida de rendimiento del velero	**Calidad uniones adhesivas**	Falta de adhesivo	Interferencia entre superficies a unir	Gometría de las piezas a unir fuera de tolerancia	
			Aire en unión adhesiva	Aplicación incorrecta	
		Exceso de espesor		Geometría de las piezas a unir fuera de tolerancia	
		Curado insuficiente	Receta incorrecta	Error definición	
				Error programación	
			Control incorrecto	Si termopares pieza, posicionado incorrecto)	
		Exceso de temperatura de curado	Receta incorrecta	Error definición	
				Error programación	
			Control incorrecto	Si termopares pieza, posicionado incorrecto)	
		Cuerpos extraños o suciedad			
		Humedad			
		Mala adhesión a superficie	Condiciones ambientales		
			Preparación superficial		
			Adhesivo en mal estado	Caducado	
				Tiempo de atemperado	Mucho tiempo resina no fluye, poco tiempo condensaciones
			Mezcla de adhesivo incorrecta	Ratio incorrecto	
				Mezclado no homogeneo	Mixer sucio
Pérdida de rendimiento del velero	**Geometría del casco**	Laminados asimétricos			
	Geometría orza	Aplicación de calor fuera de molde			
	Geometría timón	Realización de laminados en posición no relajada			
		Temperatura de desmoldeo			

Figura 16: Características críticas, Causas y efectos .

El AMFE de diseño alimenta el AMFE de proceso con la severidad del modo de fallo.

Severidad: Valor del 1 al 10 que hace referencia al impacto del defecto sobre el producto final, se clasifican en características Críticas, Significativas o Funcionales.

Las **Características críticas** son aquellas que pueden producir la rotura del producto sin aviso previo, se valoran con 10 si entrañan riesgo para las vidas humanas y con 9 las que no entrañan riesgo para las vidas humanas. Fallos en la estructura del producto.

Las **características significativas** son aquellas que pueden llevar a la rotura del producto aunque de forma progresiva y manifiesta. Éstas pueden tener valores de 8 o 7 según su alcance y gravedad.

Las **características funcionales** son aquellas que probocan una reducción significativa en las prestaciones del producto. Éstas pueden pueden tener valores de 6 y 5 según el grado de perdida de rendimiento.

Las características con severidades inferiores a 5 no se clasifican, éstas no tienen repercusiones directas sobre los clientes, conllevan problemas en la producción como puede ser la no montabilidad o rechazo de una pieza, aumentos del LT en producción. Este tipo de defectos son objeto de estudio durante la optimización de los procesos de fabricación.

Los parámetros de proceso se listan y se controlan durante el la fabricación de prototipos y pre-serie registrándolos en un registro de inspección. Éste registro nos permitirá realizar el análisis estadístico de todos y cada uno de los parámetros con el fin de auditar la capacidad y estabilidad del proceso de fabricación.

KP's, parámetros y características de proceso a controlar ➔ Plan de control

Formación
Estanqueidad bolsa de vacío
Humedad relativa
Contaminación ambiental: polvo
Caducidad material
Atemperado material T,t,HR
Cantidad de desmoldeante
Tiempo secado desmoldeante
Tª de desmoldeo
Drapabilidad materiales
Tiempo atemperado
Temperaturea ambiental
Fungibles de vacío según especificación
Nivel de vacío
Solapes de sangrador fuera de tolerancia
Cantidad de aireador
Receta de curado pre-preg, rampas y estabilizaciones
Posición termopares de control pieza
Orden y limpieza
Orientación de la fibra
Geometría de subcomponentes
Huella de adhesivo uniforme
Receta de curado adhesivo, rampas y estabilizaciones
Permeabilidad materiales/laminados

Tabla 8: Parámetros proceso.

De los datos de los parámetros de proceso del registro de inspección, se alimenta la ocurrencia del P-AMFE, frecuencia con la que se presentan los modos de fallo, modificándonos el RPN de cada uno de ellos y permitiéndonos ajustar y orientar las acciones de mejora en aquellos que más riesgo implican para el producto. En la siguiente figura se muestran ejemplos de modos de fallos y efectos del proceso de laminación.

Operation FUNCTION *FUNCIÓN Operación*	POTENTIAL Failure Mode *Modo de Fallo POTENCIAL*	POTENTIAL Effects of Failure Mode *Efectos POTENCIALES Modo de Fallo*	Severity *Severidad*	CC SC FC	POTENTIAL Cause of Failure Mode *Causa POTENCIAL Modo Fallo*	Ocurrence *Ocurrencia*	Current Controls	Detection *Detección*	RPN (Identified)	CORRECTIVE ACTIONS			Status	Planned			RPN [A] {f(status)}
										What	Who	By When		O	D	RPN (P)	
Moldeo	Condensación en el laminado.	Arrugas durante el moldeo, descuelgues de material	10	CC	Humedad ambiental	3	Registro de planta	4	120							0	120
	Depósitos de polvo o suciedad en el laminado	Pérdida de propiedades mecánicas	9	CC	Polvo en el ambiente	3	Medición de concentración de partículas	4	108							0	108
									0							0	0
Laminado de telas: Bx, eq y UD	Incumplimiento de solapes, fuera de tolerancia.	Fallo estructural, características mecánicas del laminado insuficientes	10	CC	Error en el posicionado de las telas.	4	Registro de construcción	4	160	Asistencia laser para laminación	Utillajes		D	3	3	90	90
		Exceso de peso.	5	FC	Error de posicionado de las telas	4	Registro de construcción	4	80	Asistencia laser para laminación	Utillajes		D	3	3	45	45
	Arrugas en el laminado	Fallo estructural, características mecánicas del laminado insuficientes	10	CC	Error en la laminación	5	Registro de inspección	3	150	Formación						0	150
			10	CC	Temperatura de moldeo excesiva	6	Registro de inspección	4	240							0	240
			10	CC	Cuerpo extraño en el laminado	4	No existe	4	160							0	160
	Descuelgues en laminado	Fallo estructural, características mecánicas del laminado insuficientes	9	CC	Temperatura excesiva	6	Registro de planta	3	162							0	162
			9	CC	Tiempo de moldeo excesivo	4	Registro de producción	3	108							0	108
	Orientación de la fibra fuera de tolerancias	Fallo de la estructura, disminución de las propiedades mecánicas	9	CC	Error de posicionado de telas. Dificultad en las referencias.	5	No existe	7	315	Asistencia laser con marcas de eje laminación en las telas.	Utillajes		P	3	4	108	315
Colocación de núcleos y refuerzos locales	Posición incorrecta, fuera de tolerancia	Fallo de la estructura, disminución de las propiedades mecánicas	10	CC	Error de posicionado	5	Registro de inspección	4	200	Asistencia laser	Utillajes			3	4	120	200
			10	CC	Descuelgue por tiempo de moldeo excesiva	6	Registro de inspección	4	240							0	240
		Interferencias en posteriores ensamblajes	2		Error de posicionado	5	Registro de inspección	4	40	Asistencia laser	Utillajes			3	4	24	40
			2		Descuelgue por tiempo de moldeo excesiva o temperatura de moldeo excesiva	6	Registro de inspección	4	48							0	48
	Holguras entre núcleos o refuerzos excesiva,						Registro de										

Figura 16: P-AMFE, Análisis de modos de fallo y efectos.

El AMFE de proceso es la herramienta para predecir la capacidad y validez de un proceso diseñado, partiendo de cada una de las características críticas, significativas y funcionales de diseño analiza todas los parámetros del proceso que pueden ser origen o participar en el modo de fallo. Ver en Anexos A el P-AMFE completo de proceso.

Ocurrencia: Frecuencia con que se produce un modo de fallo.

Detección: Facilidad con la que se localiza un modo de fallo. Para procesos poka-yoke la detección será 1, para procesos con detección automática será 2, para procesos con detección visual será 4 y para defectos que requieran inspección será mayor que 4 hasta 10 según el grado de dificultad de su detección.

RPN: Indicador de cada uno de los modos de fallo que se obtiene del producto de Severidad Ocurrencia y Detección. Los valores más altos nos indicarán donde priorizar las acciones para asegurar un proceso robusto. Desde el proceso siempre se va a procurar atacar la Ocurrencia, Seguidamente la Detección y por último la severidad.

Tras las iteraciones del AMFE durante la fase de prototipos y pre-serie se realizará un plan de control donde se registrará el valor de los parámetros de proceso que se necesitan para asegurar la calidad del producto.

5.3. Plan de Control.

El plan de control se desarrolla utilizando como base el AMFE de procesos, es decir, se buscan las operaciones con RPN más significativo, mayores a 95 (valor seleccionado, comúnmente utilizado en la industria para arranque de series productivas) y se definen acciones para reducir cualquiera de sus factores, la severidad se disminuye cambiando parámetros de diseño, por ejemplo, añadiendo material a la estructura para hacer que un posible defecto sea menos crítico.

La Ocurrencia se baja actuando sobre el proceso, con mejor utillaje o formación.

La detección se modifica añadiendo inspecciones, diseñando sistemas “pocayoke” o incluyendo un registro de inspección para la fase prototipos y pre-serie, abierto a modificaciones según los resultados de la revisión de AMFE realizada con la actualización de las ocurrencias de la construcción de los primeros prototipos. Los parámetros que tras el análisis estadístico de los datos del registro de inspección que no muestran estabilidad dentro de sus tolerancias se siguen incluyendo en el plan de control.

Se registraran también en el plan de control todos aquellos parámetros de proceso que intervienen en los modos de fallo con características críticas de diseño aun presentando RPN’s bajos. A continuación se muestra figura con el encabezado y la información que debe contener, ver en Anexos A documento de plan de control de procesos completo.

	Documentation type:	**Manufacturing Process Control Plan**	Performed:		Code:		Rev:		
	PCTD		Reviewed:		Date:		Sheet	1	of 3
	Deliverable	*Title:*	Reviewed:		Approval process:				
			Approved:						

PROCESS			CHARACTERISTICS TO CONTROL					METHODS					REACTION PLAN
PROCESS PHASE (OPERATION)	PROCESS NAME	EQUIPMENT	#	PRODUCT	PROCESS	KC Key Characteristic	SPECIFICATION	(*) RESP.	CONTROL EQUIPMENT	CONTROL METHOD	FREQUENCY AND SAMPLING SIZE	CALIBRATION FREQUEN CAL. / R&R	

Figura 17: Plantilla del Plan de Control de Proceso.

5.4. Plan de Validación de Equipos y Utillajes.

Cada uno de los equipos y utillajes que se recepciona debe ser sometido a una validación en su lugar de servicio y en las condiciones de servicio.

Para los moldes, una vez instalados en el lugar definido en el layout, serán medidos y auditados, se realizará un check list conforme integra todo lo pedido en la especificación de compra.

Validación molde:

- Mediciones geométricas.
- Prueba de estanqueidad en frío.
- Prueba de estanqueidad en caliente.
- Perfil térmico.
- Se tratará de simular mal uso del mismo tratando de delatar posibles carencias en materia de seguridad.

Para los equipos de manipulación y ensamblaje:

- Medición geométrica de la grada de ensamblaje.
- Pruebas de posicionado de componentes.
- Pruebas de ensamblaje
    - Comprobar posición entre componentes.
    - Medición de gaps.
- Pruebas de curado de adhesivo.
- Pruebas de manipulación y utilización según uso definido.

5.5. Plan de Validación del Proceso.

El proceso definido se validará durante la fase prototipos y pre-serie, donde se registrarán gran cantidad de parámetros definidos con anterioridad, desde los tiempos de las operaciones, personas que las ejecutan, condiciones ambientales (p, HR y T), tolerancias de fabricación(posicionado de telas, posicionado de núcleos, etc.), geometría de las piezas desmoldeadas, defectos visuales que presentan (arrugas, porosidad, delaminaciones).

Durante la fase prototipos se analizará la robustez y capacidad del proceso, primero desde la calidad del producto resultante y se realizará una nueva revisión de características críticas de producto, parámetros de proceso y tolerancias de fabricación, dando lugar a una nueva revisión del registro de inspección.

Con TCAR se analizarán los tiempos de fabricación y con ello la capacidad de producción.

En el MCOR se integrarán los materiales y junto a las horas de proceso, permitirán auditar los costes del proceso de fabricación y del producto final.

5.5.1. PSAR, Análisis estadístico de proceso, validación de proceso.

Es este documento aparecen todas las características críticas, funcionales y significativas de producto con todos los parámetros de proceso relacionados. A cada uno de los parámetros de proceso que contribuyen al cumplimiento de las características de producto se le realiza registro de valores, y se somete a un análisis estadístico para evaluar si el proceso es capaz y estable.

Esta herramienta se alimenta del registro de inspección durante la construcción de prototipos y el plan de control durante la serie. A continuación se muestra plantilla ejemplo.

PROCESS CHARACTERISTICS TO CONTROLL

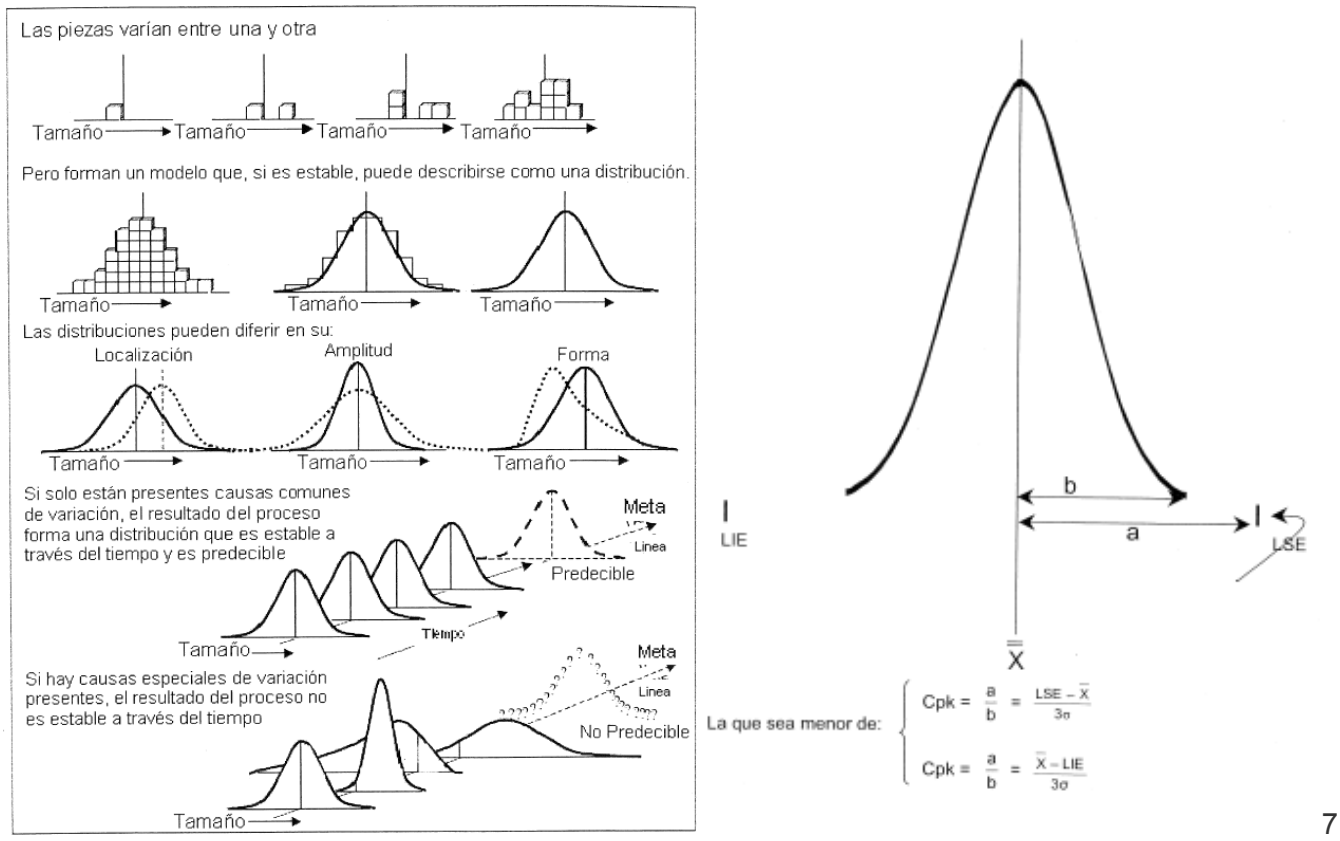
RFT TOTAL	RFT CC	RFT CS	RFT FC
##	##	96	###

		UNIT	MEASURE TOOL	RPN	X MEAN	STD DESVIATION	CP/PP	CPK	CONTROL	Nº REP	RFT	MINITAB	KC AL QUE AFECTA							1	2	3
KP 1	Temperatura planta	ºC	Termohigrómetro	14	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC18						VALUE			
KP 2	Humedad planta	%	Termohigrómetro	14	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC18						VALUE			
KP 3	Tiempo entre aplicación desmoldeante y inicio de laminación	min	Cronómetro	65	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC18	KC17	KC6				VALUE			
KP 4	Cantidad de desmoldeante aplicada	g	Báscula	120	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC18	KC17	KC6	KC4			VALUE			
KP 5	Tiempo de laminación, cara molde	min	Cronómetro	160	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC5	KC6	KC1				VALUE			
KP 6	Tiempo de colocación de núcleos	min	Cronómetro	160	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC5	KC6	KC1				VALUE			
KP 7	Gaps entre núcleos	mm	Calibre	150	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC18	KC5	KC6				VALUE			
KP 8	Steps entre núcleos	mm	Regla	241	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC5	KC6					VALUE			
KP 9	R inicio núcleos	mm	Metro	98	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC18						VALUE			
KP 10	R final núcleos	mm	Metro	120	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC18						VALUE			
KP 11	Distancia a Borde	mm	Metro	74	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC18						VALUE			
KP 12	Step Núcleo a Borde de molde	mm	Regla	65	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC8						VALUE			
KP 13	Tiempo de laminación, cara bolsa	min	Cronómetro	160	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC5	KC6	KC1				VALUE			
KP 14	Radio inicio laminación	mm	Metro	86	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC18						VALUE			
KP 15	Radio final de laminación	mm	Metro	215	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC18						VALUE			
KP 16	Espesor de telas unión	mm	Regla	336	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC8						VALUE			
KP 17	Posición refuerzos locales	mm	Regla	178	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC19	KC18					VALUE			
KP 18	Posición mamparos	mm	Metro	108	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC19	KC18	KC8				VALUE			
KP 19	Posición plantilllas encolado	mm	Metro	120	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC18						VALUE			
KP 20	Radio de eliminación pelable	mm	Metro	63	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC8	KC18					VALUE			
KP 21	Ratio y cantidad adhesivo	g	Báscula	192	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC8	KC18					VALUE			
KP 22	Tiempo exposición Hora inicio pelado/Hora inicio aplicación adhesivo	min	Cronómetro	120	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC18						VALUE			
KP 23	Velocidad de abance de llanas	m/s	Cronómetro	74	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC11						VALUE			
KP 24	Posición relativa cubierta, x, y, z	mm	Galgas espesor	48	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC8						VALUE			
KP 25	Tiempo aplicación adhesivo	min	Cronómetro	144	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC18	KC8					VALUE			
KP 26	Tiempo posicionado cubierta	min	Cronómetro	144	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC18	KC8					VALUE			
KP 27	Espesor de adhesivo rebose (cierre molde)	mm	Calibre		#¡DIV/0!	#¡DIV/0!					100,000%		KC8						VALUE			
																			VALUE			

Figura 18: Plantilla de hoja de análisis estádistico de proceso, PSAR.

Cada parámetro de proceso es registrado y sometido al análisis estadístico.

Estabilidad de proceso:



7

Figura 19: Estabilidad y capacidad de proceso.

Par ver si el proceso es capaz utilizaremos el **CPK,** ratio que indica cuán centrado está el proceso en función de los límites de control y las especificaciones del cliente. En ocasiones hay parámetros de proceso que no presentan una distribución normal. Éstos deben tratarse de forma particular.

5.5.2. TCAR, Análisis de capacidad tiempos de procesos.

Documento de análisis de tiempos de proceso, estudio de tiempos de operaciones de valor añadido, operaciones y tiempo sin valor añadido y tiempos desperdicio. Se alimenta del registro de tiempos durante la construcción de la pre-serie y la serie. Se registran número de operarios en cada proceso y tiempo que se dedica a dicho proceso.

Nos permite valorar la eficiencia del proceso en cada momento.

En la figura siguiente se muestra plantilla de toma de datos. Luego éstos se grafican y tratan con el fin de ser analizados y detectar ineficiencias de proceso o definir estrategias de optimización del mismo.

Casco curado	OPERATION DESCRIPTION	Operations	Nº OP	START	TIME (h)			END	h/h				LEAD	TAKT TIME	h/h Pieza				
				TIME	VA	NVA	WASTE	TIME	TOT.	VA	NVA	VAST	TIME (H)	(H/BLADE)					
Preparar molde				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	###	###	###	###	0,00						
	-Retirar restos de resina de curado anterior.																		
	-Aplicar desmoldeante.		2	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	-Enmascarado del molde.		3	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
Aplicar coat				0,00	0,00	0,00	0,00	#¡REF!	###	###	###	###	0,00						
	-Preparación del área de trabajo.		1	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	-Mezcla de materiales.		1	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	-Aplicación de coat.		1	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
Curado de coat				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	###	###	###	###	0,00						
	-Conectar equipo de curado.		2	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	-.Aplicar ciclo de curado.																		
	-Abrir molde.		2	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
Laminar primeras capas				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	###	###	###	###	0,00						
	-.Laminar primeras capas nominal		4	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	.Laminar telas de refuerzo		2	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
Posicionado de núcleos y refuerzos fibra curada	-.Posicionado de núcleos y refuerzos loc. previamente preparados.		4	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	-.Aplicación de masilla monocomponente(pre-preg) huecos y escalones excesivos.		4	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
Laminar de siguientes telas	-.Lamina r telas de refuerzo.		5	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	.Laminar telas nóminal.		4	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
Aplicar pelable	-Aplicar pelable según plano.		4	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
Fabricación de bolsa de vacío				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	###	###	###	###	0,00						
	-Colocar sangrador y Air-webber previamente		4	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	.Posicionar malla de vacío.		4	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	-Posicionar y sellado de bolsa de vacío.		4	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	-Aplicar vacío y realizar pruebas de estanqueidad.		2	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
Curado				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	###	###	###	###	0,00						
	-Cerrar molde con coberturas de curado.		4	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	-Aplicar ciclo de curado.		5	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	-Retirar coberturas de curado.		1	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
Retirar bolsa de vacío	-Cortar y extraer fungibles.																		
Pegado refuerzos long transv y Mamparos nec para desmoldeo				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	###	###	###	###	0,00						
	-Retirar pelable.		4	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	-Pegar refuerzos y elementos de desmoldeo.		2	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	-Pegar mamparos.		2	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	-Curar uniones pegadas.		2	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
Inspección interior del casco				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	###	###	###	###	0,00						
	-Inspeccionar, registrar y reparar de defectos.		2	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	o Porosidad.		2	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	o Delaminaciones.		3	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	o Marcas de vacío.		4	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	o Cotas geométricas de núcleos.		5	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
	o Límites pieza.		1	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	###	###	###	###	0,00						
Desmoldeo	-Desmoldear de casco curado.		1	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
TOTAL				0,00	0,00	0,00	0,00		###	###	###	###	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 20: Plantilla para el análisis de tiempos, TCAR

5.5.3. MCOR, Análisis de costes de proceso.

El MCOR, “Materials Compilance Report”, es la herramienta que se emplea para el control de costes de producción, tiempos de proceso, costes de no calidad y coste de materiales empleados.

Se alimenta con los datos de producción serie y pre-serie.

Esta herramienta registra costes de proceso, tiempos ciclo, mano de obra, materia prima y costes de no calidad. En las figuras 21.a, 21.b y 22 se muestran plantillas ejemplo.

HH´s VA	HH´s NVA	HH´s Waste	Lead Time Cost	HH's TOTAL	LT COST	HH's TOTAL	LT COST	HH's TOTAL	LT COST	HH's TOTAL	LT COST	HH's TOTAL	LT COST
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**

Figura 21.a: Costes de mano de obra y ocupación de equipos.

DESCRIPTION	CODE	UNIT	QUANT	PRICE	Material Cost	QUANT	RM COST	QUANT	RM COST	QUANT	RM COST	QUANT	RM COST	QUANT	RM COST
UD 0°		M2			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Equilibrado 0/90°		M2			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Bx +/-45°		M2			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Corecell 130Kg/m3 40		M2			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
Corecell 80Kg/m3 30		L													
Adhesivo PLEXUS M550															
GF F BX 450		M2			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
FILLER PU 3C HARD BERGOLIN 7D202		M			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
PORE FILLER BASE MANKIEWICZ 491-20		M			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
PORE FILLER HARD MANKIEWICZ 495-20		M			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
PORE FILLER BASE BERGOLIN 6D979-0601		M			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
RELEASED FILM 600MM		M			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
POLYESTER-SILICONE HIGH TEMPE. TAPE 50MM		ROLL			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
AXLE NET 1B POLYPROPYLENE		M			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
HIGH TEMPERATURE TAPE TEMEX 4304 50x50		ROLL			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
PAPER 315g THICKNESS 130mm		M			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
BREATHER MATERIAL 150G 1520MM		M2			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
BREATHER MATERIAL 150G 400MM		M2													
ADHESIVE EPOXY HENKEL HYSOL 9466		L													
J TYPE THERMOCOUPLE		UN			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
					0,00		**0,00**		**0,00**		**0,00**		**0,00**		**0,00**

Figura 21.b: Costes por consumo de materiales.

HH's REPAIR	MATERIAL CODE	MATERIAL DESCRIPTION	UNIT	QUANT	PRICE	TOTAL COST	REJECTION COST
						0,00	
						0,00	
						0,00	
						0,00	
						0,00	

Figura 22: Costes por no calidad.

5.6. Prevención de Riesgos Laborales.

Desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales este proyecto pretende ser un ejemplo a seguir. Se pretende diseñar los procesos constructivos a medida del operario, se quiere crear un espacio de trabajo confortable, limpio, ordenado y ergonómico. Se va a dar especial importancia al trabajo confortable, saludable y seguro.

Desde el diseño del proceso se ha dado prioridad a la higiene, ergonomía y seguridad en todos los procesos, teniendo en cuenta, materiales, productos químicos, procedimiento de trabajo, etc.

Se realiza Evaluación de riesgos de los procesos implicados incluida en anexos. En la siguiente figura se muestra encabezado y formato, en los anexos se encuentra ER completa de operario de fabricación.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
Página- 1 -	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	

Equipos de trabajo y/o herramientas a utilizar:	Productos químicos a utilizar y/o estar expuesto:	Lugares de trabajo afectados por el puesto:
• PORTICO DE ROLLOS DE TELA • MOLDES • Trapos • Maquina aplicación sellante • Cesta elevadora, Traspaleta, carretilla elevadora • Puente Grúa • Cúter, Tijeras • Heating • Carros de telas • Paletinas o espátulas • Cuñas • Martillo teflón • Pinzas de descarga electridad estática • útiles de elevación : Eslingas, cáncamos y ganchos • Bolsa airbag • HERRAMIENTAS MANUALES	1. Limpiador 2. Desmoldeante en base agua WATERSHIELD 3. Vapores orgánicos derivados en caso de limpieza con disolvente. 4 TELAS PREPREG, 5. FIBRA DE VIDRIO 6. RESINA EPOXI 7. FILM TYGAVAC NBF-740 (bolsa vacío). 8. WEBER, 9. PEEL-PLY, 10 .NUCLEOS PVC 11. Adhesivo bicomponente sika: Base: 7810L80. Endurecedor: 7050. (NOCIVO)	- Trabajos Zona MOLDES Moldes

Equipos de Protección Individual a utilizar:				
Guantes	**Chaleco reflectante**	**Calzado de seguridad**	**Gafas de seguridad**	**Otros elementos de protección**
Guantes Productos químicos Guantes algodón Guantes Neopreno Productos químicos Guantes de protección mecánica	Chaleco reflectante subcontratas	-Calzado de antideslizante con suela y puntera de seguridad.	• Gafas binoculares (protección contra proyecciones). • Gafas herméticas (protección contra proyecciones, polvo y líquidos).	• Ropa de trabajo (camiseta manga larga y pantalón) • Buzo de Protección contra químicos. Buzo 3M 4540 • Protección auditiva (cascos, tapones)(Pendiente mediciones) Cubrezapatos antideslizantes - Patucos - Rodilleras • Casco de Seguridad: Uso en zona de cargas suspendidas o susceptibles de caída de objetos
		Mascarilla	**Arnés de seguridad**	
		Mascarilla con filtro A2P2	Personal colocado en la cesta elevadora En caso de trabajos en zonas con altura superior a dos metros, arnés con dispositivo anticaidas deslizante y dos cuerdas con absorbedor	

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMANDAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación:	00	Fecha de la Evaluación:		Firma:		Fecha de la Aprobación:		Firma:	
Nombre del Evaluador:						Nombre del Aprobador:			

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	
Página- 2 -		

Formación necesaria			
Estándares y/o Procedimientos de PRL aplicables:	Reglamento de Coordinación de Actividades empresariales para subcontratas/visitas en Planta Industrial		
Formación específica necesaria:	☒ Conceptos generales PRL ☒ Seguridad contra caídas ☒ Manejo de carretillas autopropulsadas ☒ Manejo de puentes grúa	☒ Seguridad eléctrica ☒ LOTOT (Bloqueo y señalización fuentes de energía) Uso de EPIs especiales	☒ Ergonomía: riesgos posturales ☒ Ergonomía: manejo de pesos ☒ Exposición a ruido y/o vibraciones ☒Instrucciones para caso de emergencia
Prácticas seguras y/o instrucciones relacionadas:	Plan de Emergencias AOIZ, Manual de acogida y normas de seguridad ,, ART-G-11 Manejo de herramientas manuales, ART-G-13 Utilización de Epis. Práctica Segura de manejo de productos químicos y carretillas elevadoras Prácticas Seguras manejo de herramientas y equipos móviles.		

Protocolos médicos a aplicar por Vigilancia de la Salud:	Riesgo	SÍ	NO	Observaciones / Medidas de control
Conducción, Alturas, Neuropatía por Presión, Cargas, Ruido, Asma laboral y dermatosis, Vibraciones, Esfuerzos físicos y Posturas forzadas.	Riesgo/s frente a trabajadores especialmente sensibles	x		Aplicar criterio médico para la aptitud del puesto
	Riesgo/s frente a embarazadas/lactantes	x		No pueden trabajar mujeres embarazadas
	Riesgo/s frente a menores de edad	x		No pueden trabajar menores de edad

Figura 23: Evaluación de riesgos.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	
Página- 3 -		

TAREA	RIESGO IDENTIFICADO	Pr	Co	R	MEDIDA DE CONTROL PROPUESTA
1. PREPARACIÓN DEL MOLDE ➢ Limpieza del molde ➢ Aplicación sellante ➢ Aplicación desmoldeante	Cortes derivado del uso de cúter y tijeras. *(limpieza y enmascarado del molde, colocación de film teflonado o cinta azul/blanca))*	M	LD	TO	• Uso de guantes de seguridad anti-corte. • Cuando se utilice el cúter la dirección de corte será hacia fuera del cuerpo. Recoger la cuchilla después de utilizarlo. Use los dispensadores de cuchillas y desecharlas en un cubeto habilitado para ello. • Para materiales blandos como las cintas y el papel, realice el corte con las tijeras evitando el uso del cúter. Las tijeras deben ser afiladas por personal autorizado y formado para ello.
	Salpicaduras	M	DA	MO	• Uso de gafas de seguridad cerradas
	Inhalación de vapores orgánicos *(En caso de usar desmoldeantes en base disolvente)*	B	DA	TO	• Uso de mascarillas con filtro para vapores orgánicos A2, para las personas que permanezcan junto al molde. • Evitar utilizar productos de limpieza o desmoldeantes en base disolvente. Sustituirlos por limpiadores y desmoldeantes en base agua.
	Contacto con sustancias nocivas *(En caso de usar desmoldeantes en base disolvente)*	B	DA	TO	• Buzo y guantes para productos químicos • Durante todo el trabajo debe usarse el buzo convenientemente cerrado para evitar el contacto de partes del cuerpo con los productos químicos.
	Caídas de personas al mismo nivel por resbalones	M	LD	TO	• Al Aplicar el desmoldeante con los patucos, pueden producirse resbalones, adquirir patucos antideslizantes.
	Posturas forzadas Sobreesfuerzos	M	DA	MO	• Aplicar el limpiador, desmoldeante y secado del molde con mopas/trapos con mango largo, desde dentro y fuera del molde. • Rotación en los puestos de trabajo
2. Preparación y manipulación del limpiador, sellante Uso de la máquina aplicación sellante	Contacto con productos nocivos e irritantes	M	DA	MO	• Buzo y guantes para productos químicos. El buzo deberá estar convenientemente cerrado para evitar el contacto de partes del cuerpo. • Mantener limpia el área de trabajo • Mantener los bidones de productos químicos cerrados mientras no se usen. Dejar limpia la zona de trabajo, los desperdicios deben ir a los contenedores correspondientes. • Tener al alcance las fichas de seguridad de los productos químicos utilizados.

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMANDAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación:	00	**Fecha de la Evaluación:**		**Firma:**		**Fecha de la Aprobación:**		**Firma:**	
Nombre del Evaluador:						**Nombre del Aprobador:**			

Figura 23: Evaluación de riesgos.

En la evaluación se detallan los Equipos de Protección Individual a utilizar en cada una de las operaciones.

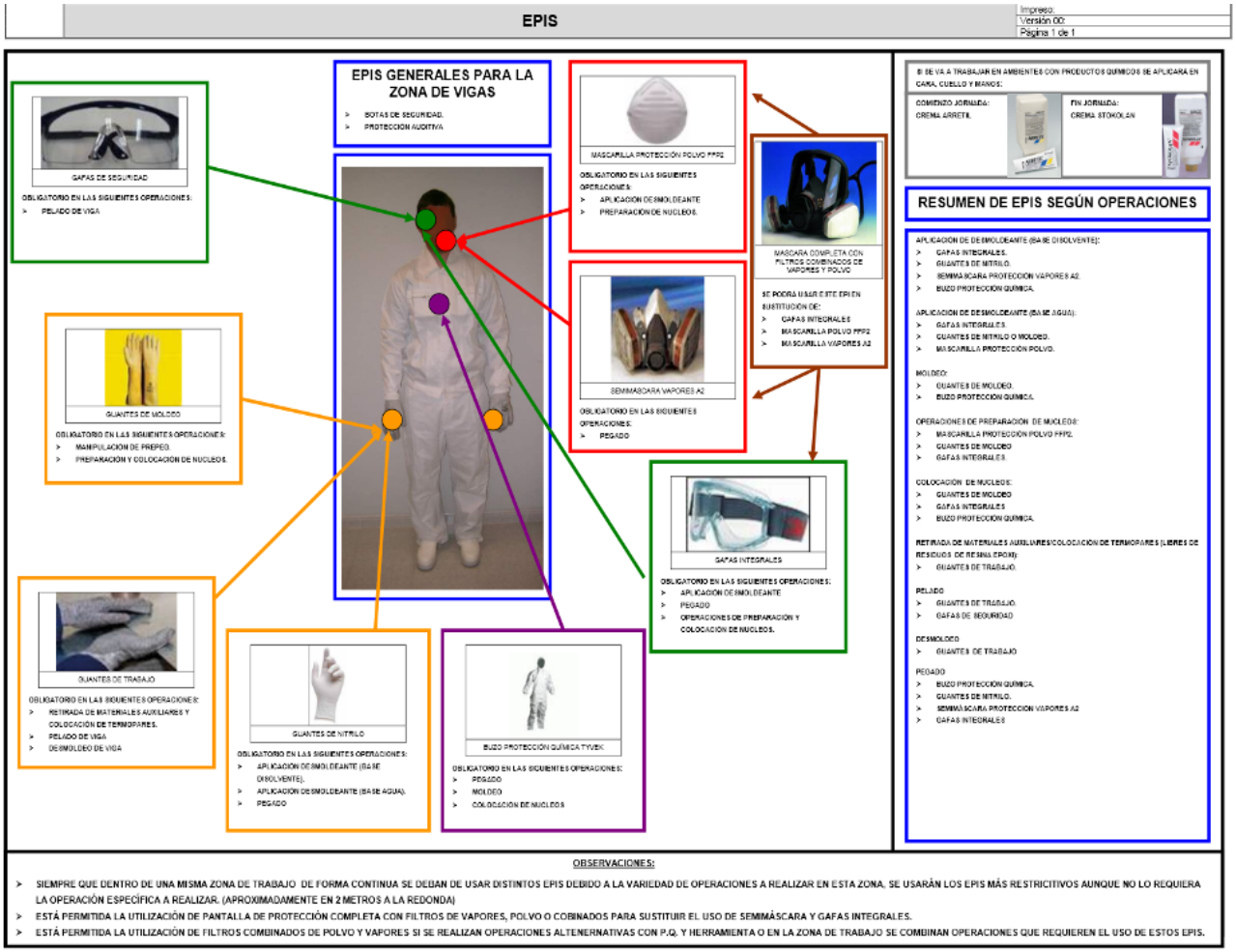


Figura 24: EPIS,equipos de protección individual operario de producción.

5.7. Medio Ambiente.

Durante el desarrollo de todo el proyecto se ha tenido en cuenta el medio ambiente, se ha tratado de diseñar un proceso con el mínimo de desperdicios y con el mínimo de emisiones.

Los procesos de fabricación se han diseñado con el fin de evitar todas aquellas operaciones que impliquen emisión de polvo, es decir, los moldes deben suministrarnos los contornos de pieza ya acabados. No se definen cortes perimetrales de material, ni aperturas, estas vienen de molde pudiendo ser aprovechado el material sobrante. Los lijados se evitarán con la utilización de tejido pelable en las zonas que se requiera superficie de adhesión.

En cuanto a los desperdicios de materia prima se debe dedicar especial atención a la minimización de retales así como al aprovechamiento de pequeños retales para la construcción de pequeñas piezas.

En cuanto a la selección de la tecnología, se opta por construcción con pre-impregnados (de baja temperatura) frente a otras tecnologías más económicas por su menor impacto medio ambiental. Si bien puede consumir algo más de energía, durante los procesos de curado se reduce en gran medida las cantidades de materia prima consumidas así como las emisiones.

Las labores de limpieza tratarán de realizarse con jabones o limpiadores que minimicen el consumo de acetona y de ser necesario esta será reciclada siempre que sea posible.

Los tratamientos desmoldeantes para moldes serán en base agua con el fin de minimizar las emisiones de disolventes.

En cuanto al proceso de fabricación, las horas de trabajo de gestión de residuos están incluidas en concepto de mano de obra indirecta, MOI, en el coste final del barco y se incluyen en los costes de planta una parte para recogida y tratamiento de residuos propios de la fabricación por parte de un gestor de residuos autorizado.

Emisiones a la atmósfera: como norma general se evacuarán al exterior mediante chimeneas de 10 metros sobre el nivel del suelo.

Emisiones al agua: las purgas de compresores, líquidos refrigerantes o de calefacción, se tratarán mediante equipo separador aceite/ agua, dotado de pre-filtro oleófilo y filtro de adsorción. Que proporcionará nivel máximo de hidrocarburos de 10mg/l, evacuándose el efluente final ala colector de fecales del polígono.

Residuos: Se clasifican por código LER de acuerdo al Anejo 2 de la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero BOE nº 43 de 19 de febrero de 2002 y corrección de errores BOE nº 61 de 12 de marzo de 2002.

Para **localizar un residuo en la lista** se deberá proceder de la manera siguiente:- Localizar la **fuente que genera el residuo** en los capítulos 01 a 12 o 17 a 20 y buscar el código apropiado de seis cifras para el residuo (excluidos los códigos finalizados en 99 de dichos capítulos).

Descripción del residuo	Código LER	Operación final de gestión
Residuos pastosos Pasta de pintura Polvo de pintura	080111	Recuperación material Regeneración Valorización energética Tratamiento fisicoquímico Incineración Depósito en vertedero
Recortes de pre-preg Resinas con disocianatos Catalizados	080409	Recuperación energética Depósito en vertedero
Disolventes no halogenados	140603	Valorización mediante regeneración o recuperación energética
Envases plásticos contaminados	150110	Recuperación material
Envases metálicos contaminados	150110	Recuperación material
Material contaminado Filtros pintura	150202	Recuperación energética Depósito en vertedero
Aerosoles	160504	Recuperación de material Valorización energética

Descripción del residuo	Código LER	Operación final de gestión
		Tratamiento físico-químico incineración
Aceite	130802	Valorización mediante recuperación energética Valorización mediante tratamiento físico-químico
Baterías, pilas	160601/160604	Recuperación material
Tóner	080318	Recuperación material
Papel y cartón	150101	Recuperación material
Chatarra	170405	Recuperación material
Madera	200138	Recuperación material
Plástico	200139	Recuperación material
Basura general	200301	Depósito en vertedero

Ruidos y vibraciones: La instalación deberá cumplir los valores límite de inmisión de ruido establecidos en el Anexo III del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, expresados en dBA.

5.8. Coste estimado, precio venta al público

Coste barco

materiales	12.738,64 €	
amortización utillaje	5.200,00 €	
costes planta	1.500,00 €	
HH fabricación		
MOD	41.462,50 €	21.547,50 €
Horas MOI	4.146,25 €	3.232,13 €
Motor	5.000,00 €	
Mastil, acastillaje	7.500,00 €	
velas	4.000,00 €	
equipos navegación	1.500,00 €	
Interiores	3.000,00 €	
Coste	**86.047,39 €**	65.218,27 €
Precio venta público	**90.349,76 €**	**68.479,18 €**

Consideraciones,

100,00	unidades
30,00 €	Euros/hora MOD
3.000,00 €	Euros/mes alquiler y ser
2	barcos/mes
5,00%	Margenes

Tabla 8: Desglose de costes barco, precio venta al público.

El valor en rojo es el coste inicial con el primer equilibrado de línea. El segundo valor es teórico con un equilibrado ideal de la línea de producción, es decir con un aprovechamiento de la mano de obra del 100%.

6. Conclusiones.

El proceso de industrialización de un barco en materiales compuetos es un proceso iterativo donde se parte de un diseño y un proceso inicial que mediante el uso de las herramientas de análisis de procesos, calidad, tiempos y costes, obligan a ir tomando acciones. Éstas hacen converger el proceso prototipo a un proceso serie que cumple con todos los objetivos fijados o exigidos por el mercado.

Durante la fase de diseño se produce una aproximación al proceso serie, cuanto más se ahonde en el diseño inicial del proceso de fabricación menos iteraciones serán necesarias para la consecución de objetivos.

Para un mismo producto existen múltiples procesos de fabricación, todos ellos aplicando iteraciones para su optimización y mejora continua deberían hacer converger a muchas menos opciones y muy similares todas ellas.

Un análisis incorrecto o incompleto durante la fase de diseño puede llevar a un producto no competitivo y que nunca encontrará su espacio en el mercado.

Aumentar cadencia de fabricación permite un mejor equilibrado del proceso de producción y menor impacto de la inversión y costes indirectos en el producto final.

Próximos pasos

Estudio sobre materiales más sostenibles para el medio ambiente.

Nuevas iteraciones para reducir el coste del velero:

- Optimizar el equilibrado de la línea de producción para lograr una mejor eficiencia en el proceso, cercana al 60% en la primera iteración, se espera poder llegar al 80% en una seguna iteración y al 90% en un proceso serie.

- Optimizar estructura del casco, estudio del escantillonado actual frente al requerido por una sociedad de clasificación como el ABS, o RINA, se espera poder llegar aun 10% de ahorro en materia prima.

ANEXO A: Matriz de decisión.

Matriz de decisión.

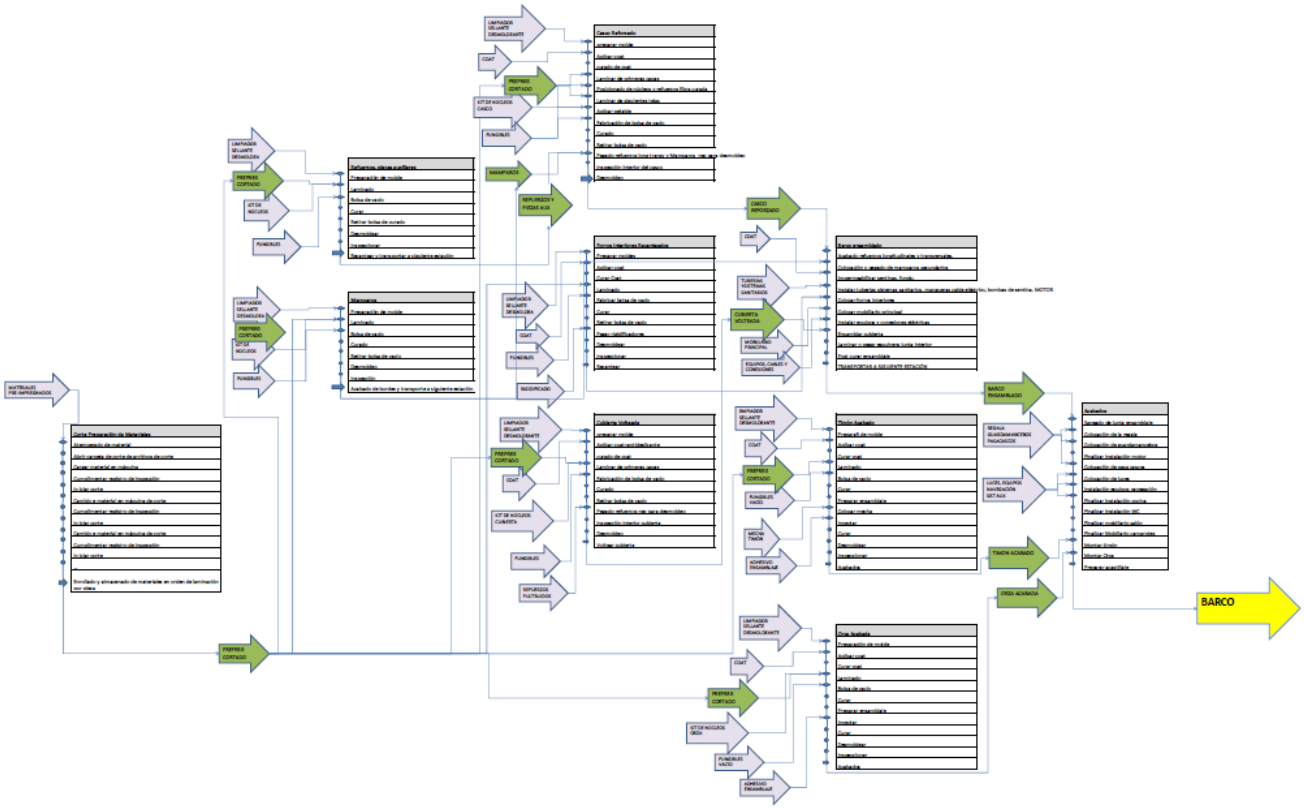
Criterios	Escala	Peso (%)
Calidad del compuesto	del 1 al 5	**15%**
Riesgo técnico	del 1 al 5	**5%**
HH	del 1 al 5	**4%**
LT	del 1 al 5	**1%**
Coste	del 1 al 5	**20%**
Consumo energético	del 1 al 5	**15%**
Generación de residuos	del 1 al 5	**20%**
Higiene, Seguridad y Salud	del 1 al 5	**20%**
	Total	**100%**

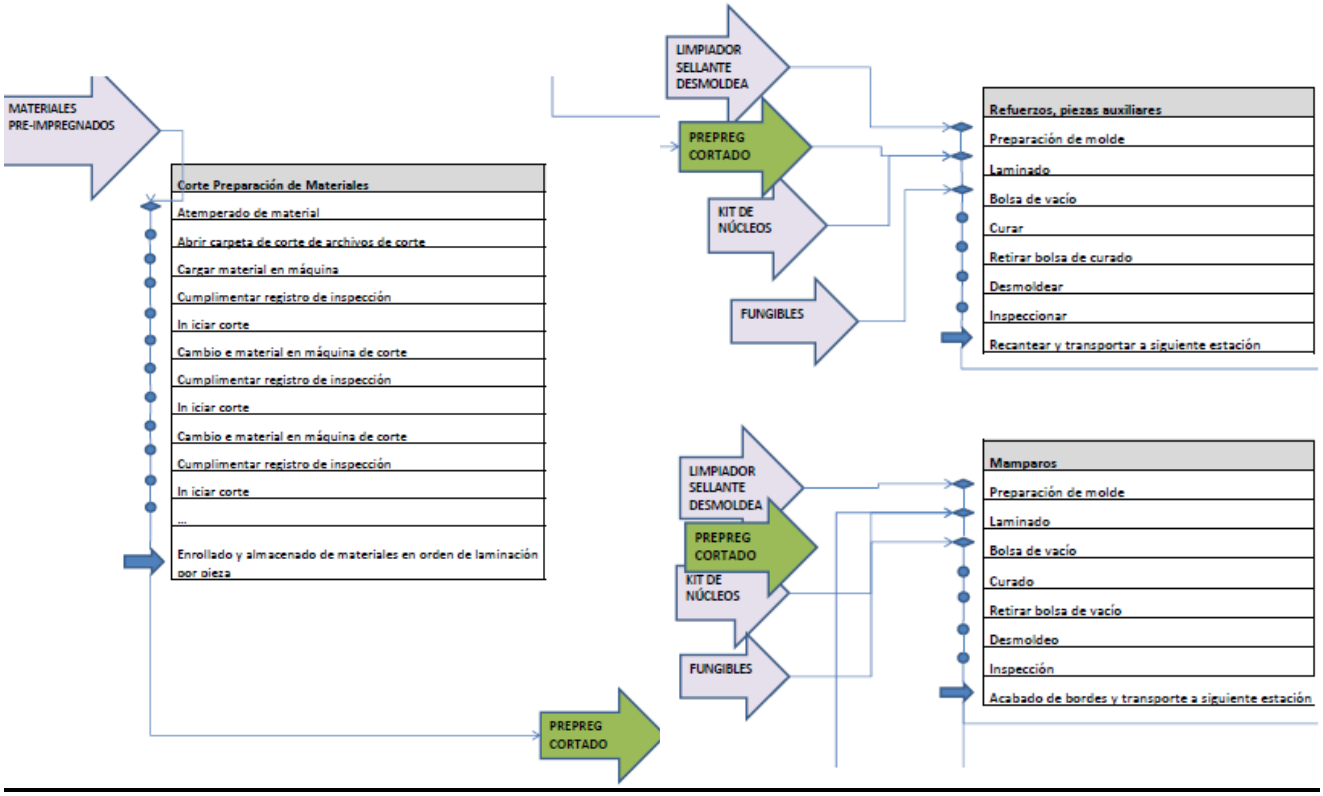
Criterios de decisión	Tecnología aplicada						Molde				Materiales refuerzo		
	RTM	Infusión	SPRINT	Pre-impregnados	Moldeo por contacto	Proyección simultanea	Macho	Hembra	Metálico	Compuesto	Fibra de vidrio	Fibra de Carbono	Kevlar
Calidad del compuesto	4,00	3,00	4,00	5,00	3,00	2,00	3,00	4,00	3,00	4,00	4,00	6,00	3,00
Riesgo técnico	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	3,00
HH	5,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	1,00	5,00	4,00	3,00	5,00	5,00	3,00
LT	2,00	2,00	2,00	1,00	3,00	5,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	3,00
Coste	3,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	2,00	1,00	2,00	2,00	4,00	3,00	3,00
Consumo energético	3,00	3,00	3,00	1,00	3,00	5,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00
Generación de residuos	3,00	3,00	3,00	3,00	2,67	2,67	0,33	1,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Higiene en el trabajo	3,00	3,00	3,00	5,00	2,33	1,33	1,00	5,00	4,00	2,00	3,00	1,00	2,00
Total:	**3,17**	**3,14**	**3,29**	**3,38**	**3,00**	**3,00**	**1,79**	**2,96**	**2,64**	**2,35**	**3,00**	**2,70**	**2,25**

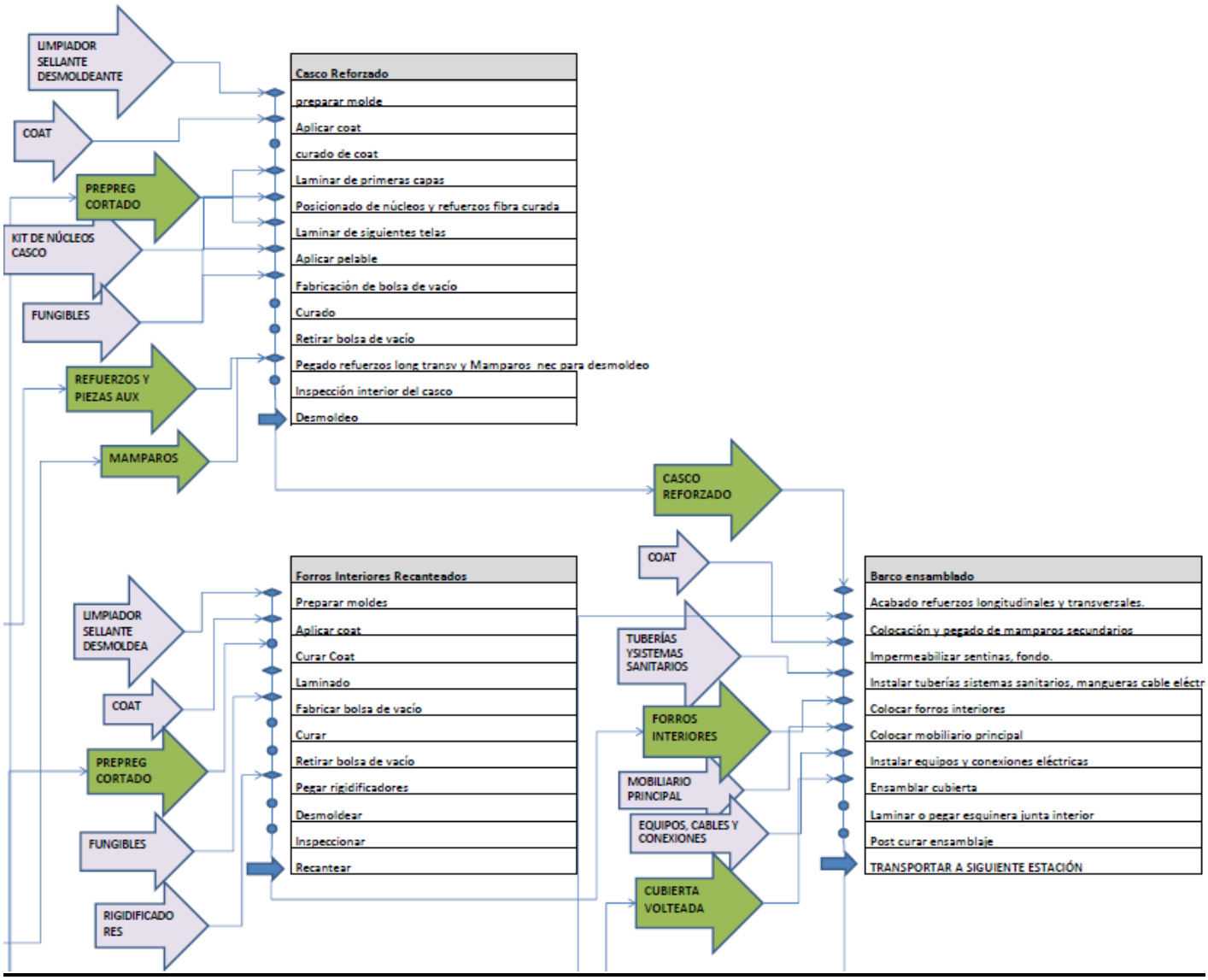
Criterios desarrollados	Tecnología aplicada						Molde				Materiales refuerzo		
	RTM	Infusión	SPRINT	Pre-impregnados	Moldeo por contacto	Proyección simultanea	Macho	Hembra	Metálico	Compuesto	Fibra de vidrio	Fibra de Carbono	Kevlar
Calidad del compuesto	4	3	4	5	3	2	3	4	3	4	4	6	3
Porcentaje fibra resina	4,0	2,0	3,0	5,0	2,0	1,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	5,0	2,0
Porosidad, delaminaciones	4,0	3,0	3,0	5,0	2,0	1,0	3,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Acabado superficial	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	1,0	5,0	3,0	4,0	3,0	3,0	1,0
Propiedades											1,0	5,0	3,0
	3,7	3,0	3,3	4,7	2,7	2,0	2,3	4,0	3,0	3,3	3,3	5,3	3,0
		3,0	4,0	5,0	3,0	2,0	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0	6,0	3,0
Riesgo técnico	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	5	5	3
Utilización en la industria	3,0	2,0	2,0	3,0	3,0	2,0	N/A	N/A	N/A	N/A	5,0	5,0	5,0
Utilización en náutica	1,0	4,0	3,0	3,0	3,0	2,0	N/A	N/A	N/A	N/A	5,0	3,0	2,0
Experiencia personal	1,0	2,0	1,0	5,0	5,0	1,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	3,0
HH	5	3	3	3	3	5	1	5	4	3	5	5	3
LT	2	2	2	1	3	5	3	3	3	3	5	5	3
Coste	3	4	4	3	4	4	2	1	2	2	4	3	3
Inversión inicial (utillajes y equipos	1,0	3,0	3,0	5,0	3,0	2,0	5,0	2,0	1,0	5,0	3,0	3,0	3,0
Mantenimiento	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	2,0	1,0	1,0	5,0	1,0	3,0	3,0	3,0
Fungibles	3,0	3,0	3,0	1,0	3,0	5,0	N/A	N/A	N/A	N/A	3,0	3,0	3,0
Materiales de construcción	4,0	4,0	4,0	2,0	5,0	5,0	N/A	N/A	N/A	N/A	5,0	1,0	3,0
	2,75	3,25	3,25	3	3,75	3,5	1,5	0,75	1,5	1,5	3,5	2,5	3
Consumo energético	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2
Generación de residuos	3	3	3	3	3	3	0	2	1	1	1	1	1
Residuos	3,0	3,0	3,0	1,0	4,0	5,0	1,0	5,0	3,0	3,0	N/A	N/A	N/A
Fungibles	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	1,0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Aprovechamiento del material	3,0	3,0	3,0	5,0	2,0	2,0	N/A	N/A	N/A	N/A		3,0	3,0	3,0
	3,0	3,0	3,0	3,0	2,7	2,7	0,3	1,7	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0
Higiene en el trabajo	3	3	3	5	1	1	1	5	3	3	3	1	2
Vapores ambientales	4,0	4,0	4,0	5,0	3,0	1,0	1,0	5,0	4,0	2,0	N/A	N/A	N/A
Particulas nocivas	2,0	2,0	2,0	5,0	2,0	2,0	1,0	5,0	4,0	2,0	3	1	2
Vertidos, derrames	3,0	3,0	3,0	5,0	2,0	1,0	1,0	5,0	4,0	2,0	N/A	N/A	N/A
	3,0	3,0	3,0	5,0	2,3	1,3	1,0	5,0	4,0	2,0	3,0	1,0	2,0

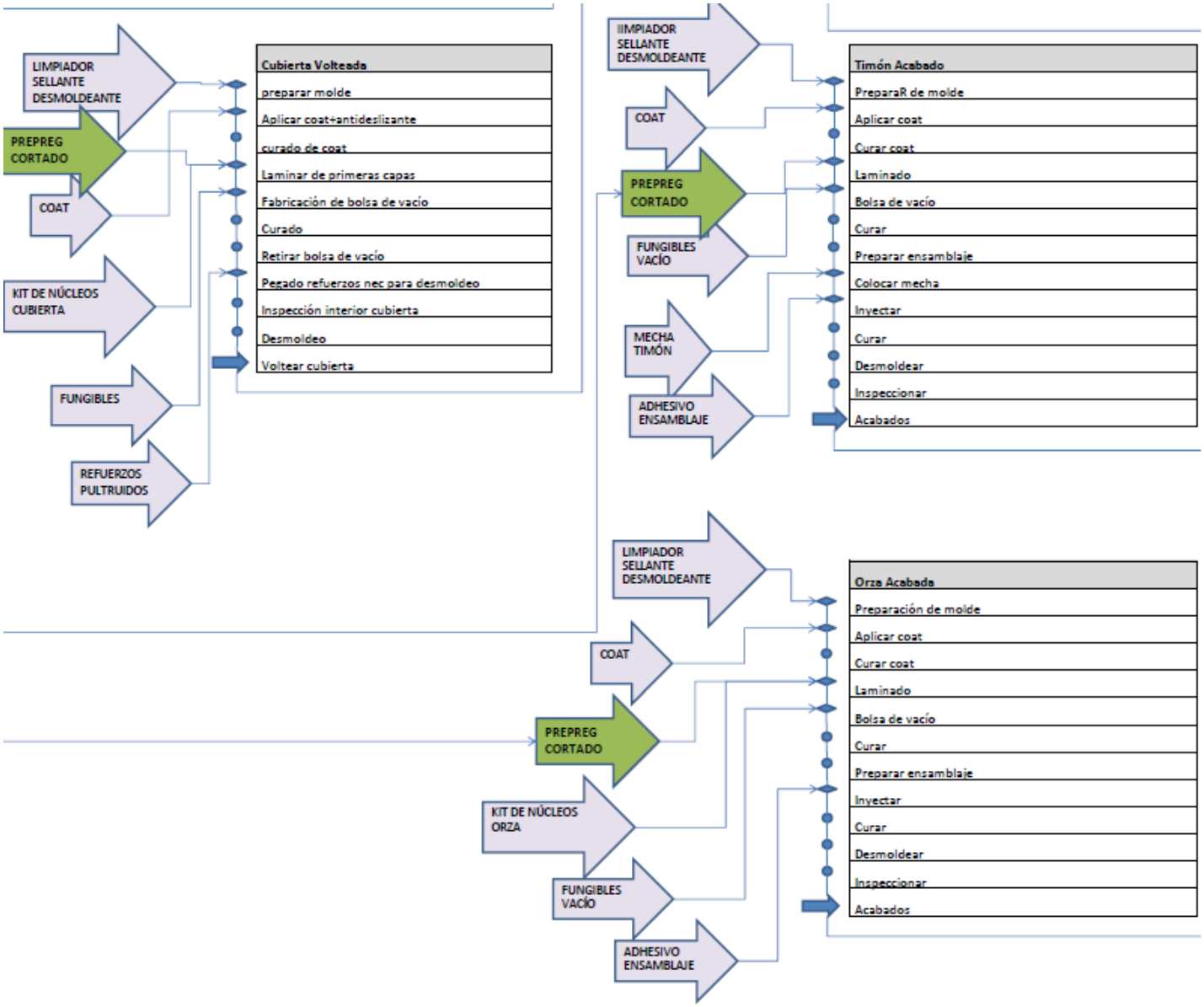
ANEXO B:DFP de cada componente.

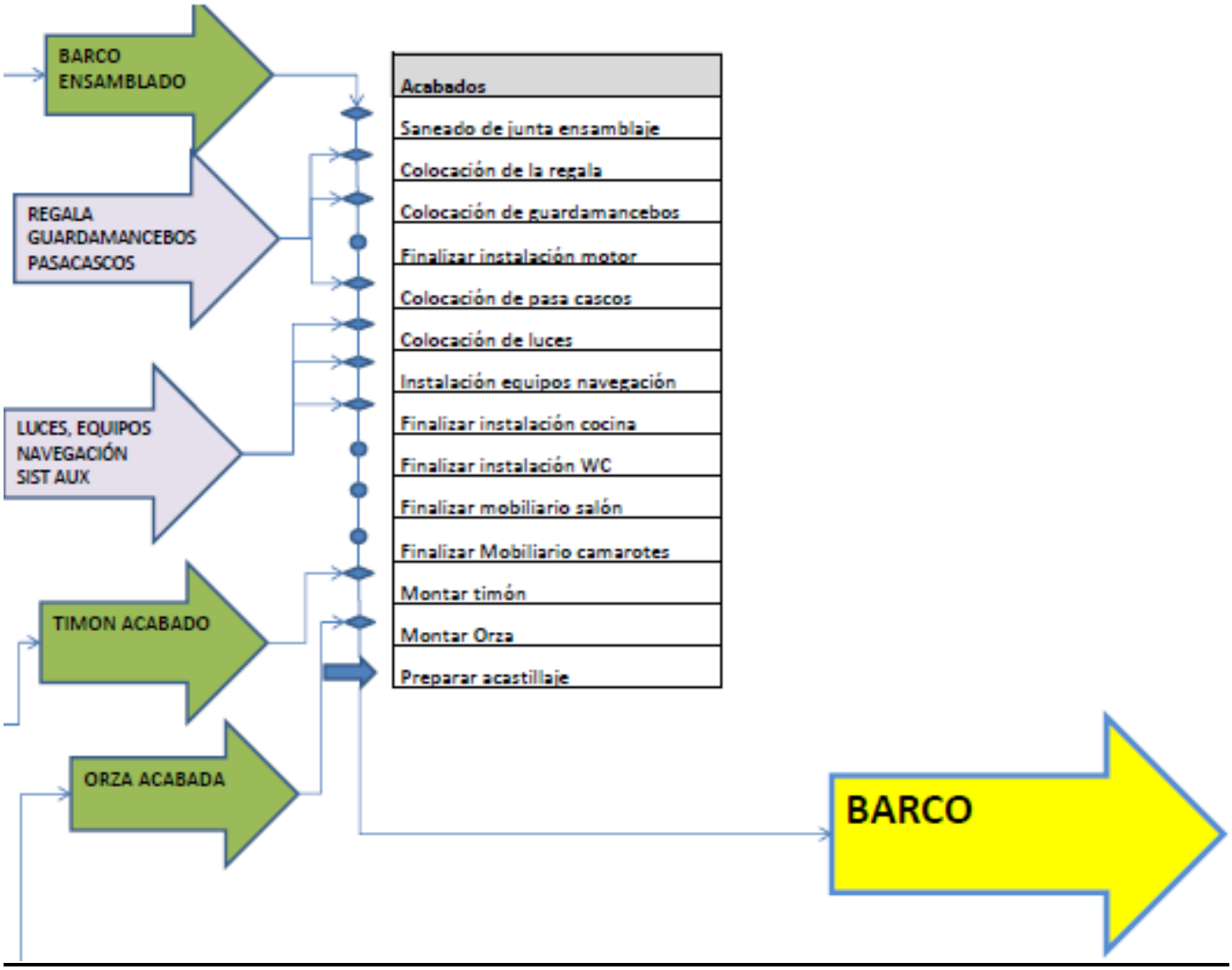
DFP de cada componente.






LIMPIADOR SELLANTE DESMOLDEANTE
COAT
PREPREG CORTADO
KIT DE NÚCLEOS CASCO
FUNGIBLES
REFUERZOS Y PIEZAS AUX
MAMPAROS
Casco Reforzado
preparar molde
Aplicar coat
curado de coat
Laminar de primeras capas
Posicionado de núcleos y refuerzos fibra curada
Laminar de siguientes telas
Aplicar pelable
Fabricación de bolsa de vacío
Curado
Retirar bolsa de vacío
Pegado refuerzos long transv y Mamparos nec para desmoldeo
Inspección interior del casco
Desmoldeo
CASCO REFORZADO
LIMPIADOR SELLANTE DESMOLDEA
COAT
PREPREG CORTADO
FUNGIBLES
RIGIDIFICADO RES
Forros Interiores Recanteados
Preparar moldes
Aplicar coat
Curar Coat
Laminado
Fabricar bolsa de vacío
Curar
Retirar bolsa de vacío
Pegar rigidificadores
Desmoldear
Inspeccionar
Recantear
COAT
TUBERÍAS YSISTEMAS SANITARIOS
FORROS INTERIORES
MOBILIARIO PRINCIPAL
EQUIPOS, CABLES Y CONEXIONES
CUBIERTA VOLTEADA
Barco ensamblado
Acabado refuerzos longitudinales y transversales.
Colocación y pegado de mamparos secundarios
Impermeabilizar sentinas, fondo.
Instalar tuberías sistemas sanitarios, mangueras cable eléctr
Colocar forros interiores
Colocar mobiliario principal
Instalar equipos y conexiones eléctricas
Ensamblar cubierta
Laminar o pegar esquinera junta interior
Post curar ensamblaje
TRANSPORTAR A SIGUIENTE ESTACIÓN


LIMPIADOR SELLANTE DESMOLDEANTE
PREPREG CORTADO
COAT
KIT DE NÚCLEOS CUBIERTA
FUNGIBLES
REFUERZOS PULTRUIDOS
Cubierta Volteada
preparar molde
Aplicar coat+antideslizante
curado de coat
Laminar de primeras capas
Fabricación de bolsa de vacío
Curado
Retirar bolsa de vacío
Pegado refuerzos nec para desmoldeo
Inspección interior cubierta
Desmoldeo
Voltear cubierta
IIMPIADOR SELLANTE DESMOLDEANTE
COAT
PREPREG CORTADO
FUNGIBLES VACÍO
MECHA TIMÓN
ADHESIVO ENSAMBLAJE
Timón Acabado
PreparaR de molde
Aplicar coat
Curar coat
Laminado
Bolsa de vacío
Curar
Preparar ensamblaje
Colocar mecha
Inyectar
Curar
Desmoldear
Inspeccionar
Acabados
LIMPIADOR SELLANTE DESMOLDEANTE
COAT
PREPREG CORTADO
KIT DE NÚCLEOS ORZA
FUNGIBLES VACÍO
ADHESIVO ENSAMBLAJE
Orza Acabada
Preparación de molde
Aplicar coat
Curar coat
Laminado
Bolsa de vacío
Curar
Preparar ensamblaje
Inyectar
Curar
Desmoldear
Inspeccionar
Acabados


BARCO ENSAMBLADO
REGALA GUARDAMANCEBOS PASACASCOS
LUCES, EQUIPOS NAVEGACIÓN SIST AUX
TIMON ACABADO
ORZA ACABADA
Acabados
Saneado de junta ensamblaje
Colocación de la regala
Colocación de guardamancebos
Finalizar instalación motor
Colocación de pasa cascos
Colocación de luces
Instalación equipos navegación
Finalizar instalación cocina
Finalizar instalación WC
Finalizar mobiliario salón
Finalizar Mobiliario camarotes
Montar timón
Montar Orza
Preparar acastillaje
BARCO

ANEXO C: Descripción de procesos, alternativas y comentarios

Descripción de procesos, alternativas y comentarios.

Descripción de procesos con comentarios y alternativas

		DP- Corte Preparación de Materiales		
No.	**PROCESO**	**OPERACIÓN**	**Comentarios**	**ALTERNATIVAS**
1	Atemperado de material			
2	Abrir carpeta de corte de archivos de corte		Por materiales	
3	Cargar material en máquina			
4	Cumplimentar registro de inspección			
5	In iciar corte		Corte de material en máquina de corte	
6	Cambio e material en máquina de corte			

		DP- Casco Reforzado		
No.	**PROCESO**	**OPERACIÓN**	**Comentarios**	**ALTERNATIVAS**
1	preparar molde	-Retirar restos de resina de curado anterior -Aplicar una capa de desmoldeante cada moldeo (Tratamiento completo 1/semana) - Enmascarado del molde - Preparación de uniones	Definir periodicidad de tratamientos molde. Definir si 2 semi-moldes o 1 molde	Molde metálico poco viable
2	Aplicar coat	. Preparación del área de trabajo . Mezcla de materiales . Aplicación de coat	Definir si se aplica coat, imprimación o similar para que salga pieza ya pintada	Superficie cara molde, acabado con Materiales surface o pelable fino.
3	curado de coat	.Conectar equipo de curado .Aplicar ciclo de curado .Abrir molde	En caso de requerirlo y a poder ser sin coberturas.	
4	Laminar de primeras capas	.Aplicar primeras capas nominal .Aplicar telas de refuerzo	Asistencia laser o similar	

5	Posicionado de núcleos y refuerzos fibra curada	.Posicionado de núcleos y refuerzos loc. previamente preparados .Aplicación de masilla mono componente (pre-preg) huecos y escalones excesivos.	A priori no se utiliza adhesivo en film.	
6	Laminar de siguientes telas	.Aplicar telas de refuerzo .Aplicar telas nominal	Asistencia laser o similar	
7	Aplicar pelable	.Aplicar pelable según plano	Definir secuencia de laminación pelable en función de los posteriores trabajos en el interior del casco	
8	Fabricación de bolsa de vacío	.Colocación sangrador y Air-webber previamente ensamblados .Posicionado malla de vacío .posicionado y sellado de bolsa de vacío . Aplicar vacío y realizar pruebas de estanqueidad	Definir pruebas de estanqueidad	
9	Curado	. Cerrar molde con coberturas de curado . Aplicar ciclo de curado .Retirar coberturas de curado		
10	Retirar bolsa de vacío	. Corte y extracción de fungibles		
11	Pegado refuerzos long transv y Mamparos nec para desmoldeo	. Retirar pelable . Pegar refuerzos y elementos de desmoldeo	Montaje de mamparos e interiores sobre molde de casco.	Desmoldeo de casco sin refuerzos riesgo de pérdida de control geométrico.
12	Inspección interior del casco	Inspección, registro y reparación de defectos		
13	Desmoldeo	Desmoldeo de casco curado		

		DP- Forros Interiores Recanteados		
No.	**PROCESO**	**OPERACIÓN**	**Comentarios**	**ALTERNATIVAS**
1	Preparar moldes	- Limpiar restos de curado anterior. - Comprobar buen estado del lecho. - Aplicar desmoldeante - Enmascarar		
2	Aplicar coat	- Preparativos coat. - Aplicar coat	A priori manual	Aplicación a rodillo: simple, sin infraestructuras ni protecciones especiales. Aplicación Airless: Enmascarado complejo, EPIS, posible contaminación ambiental, maquinaria implica inversión+ mantenimiento.
3	Curar Coat	- Preparar sistema de curado: Heating - Aplicar ciclo de curado - Retirar sistema de curado		Coat o imprimación Capotas o coberturas de molde. Molde de cubierta sobre molde de casco. Heating integrada o independiente.
4	Laminado	- Laminado de primeras telas - Aplicación de núcleos y refuerzos locales - Laminado de siguientes capas - Embeber posibles refuerzos o aux para desmoldeo - Aplicar pelable		
5	Fabricar bolsa de vacío	- Aplicar tacky-tape (junta sellante) - Aplicar sangrador según esquema - Aplicar Manta de absorción según esquema - Aplicar film separador - Aplicar 2º Aireador - Aplicar canales de vacío malla - Aplicar bolsa de vacío y sellarla mediante el tacky tape. - Aplicar vacío.		

6	Curar	- Preparar sistema de curado: Heating - Aplicar ciclo de curado - Retirar sistema de curado	Curado en horno de usos múltiples, moldes con ruedas.	
7	Retirar bolsa de vacío	- Cortar perímetro de la bolsa de curado. - Retirar junta perimetral así como todos los fungibles pieza.		
8	Pegar rigidificadores	- Colocar y pegar refuerzos necesarios para poder demoldear el compuesto asegurando su integridad estructural y geométrica.	Pendiente definir rigidificadores necesarios.	
	Desmoldear	- Aplicar cuidadosamente cuñas de desmoldeo. - Ejercer cierta presión con el útil de desmoldeo, puente grúa o polipasto. - Elevar compuesto Trasladarlo hasta el siguiente puesto.		- Estudiar la posibilidad e embeber estos refuerzos.
10	Inspeccionar	- Inspeccionar calidad superficial del compuesto: - porosidad - delaminaciones - marcas de vacío - cotas geométricas de núcleos, límites pieza…		
11	Recantear	Recantear por marcas de molde.	Se pretende sacar pieza de molde sin necesidad de reconteo.	

		DP- Refuerzos, piezas auxiliares		
No.	**PROCESO**	**OPERACIÓN**	**Comentarios**	**ALTERNATIVAS**
1	Preparación de molde	- Limpiar restos de curado anterior. - Comprobar buen estado del lecho. - Aplicar desmoldeante - Enmascarar		
2	Laminado	- Laminado de primeras telas - Aplicación de núcleos y refuerzos locales - Laminado de siguientes capas - Aplicar pelable	Aplicar coat en piezas y refuerzos del fondo, proteger de las aguas sucias.	Alternativa de utilización de refuerzos pultruidos o partes de los mismos pultruídos y cocuredos con pre impregnados
3	Bolsa de vacío	- Aplicar tacky-tape (junta sellante) - Aplicar sangrador según esquema - Aplicar Manta de absorción según esquema - Aplicar film separador - Aplicar 2º Aireador - Aplicar canales de vacío malla - Aplicar bolsa de vacío y sellarla mediante el tacky tape. - Aplicar vacío.		
4	Curar	- Preparar sistema de curado: Heating - Aplicar ciclo de curado - Retirar sistema de curado	Curado en horno de usos múltiples, moldes con ruedas.	
5	Retirar bolsa de curado	- Retirar materiales fungibles.		
6	Desmoldear	- Aplicar cuidadosamente cuñas de desmoldeo. - Ejercer cierta presión con el útil de desmoldeo, - Elevar compuesto Trasladarlo hasta el siguiente puesto.		
7	Inspeccionar	- Inspeccionar calidad superficial del compuesto: - porosidad - delaminaciones - marcas de vacío - cotas geométricas de núcleos, límites pieza…		
8	Recantear	Recantear por marcas de molde.	Se pretende sacar pieza de molde sin necesidad de recanteo.	

		DP- Mamparos		
No.	**PROCESO**	**OPERACIÓN**	**Comentarios**	**ALTERNATIVAS**
1	Preparación de molde	- Limpiar restos de curado anterior. - Comprobar buen estado del lecho. - Aplicar desmoldeante - Enmascarar		
2	Laminado	- Laminado de primeras telas - Aplicación de núcleos y refuerzos locales - Laminado de siguientes capas - Aplicar pelable		
3	Bolsa de vacío	- Aplicar tacky-tape (junta sellante) - Aplicar sangrador según esquema - Aplicar Manta de absorción según esquema - Aplicar film separador - Aplicar 2º Aireador - Aplicar canales de vacío malla - Aplicar bolsa de vacío y sellarla mediante el tacky tape. - Aplicar vacío.		
4	Curado	- Preparar sistema de curado: Heating - Aplicar ciclo de curado - Retirar sistema de curado	Curado en horno de usos múltiples, moldes con ruedas.	
5	Retirar bolsa de vacío	- Retirar materiales fungibles.		
6	Desmoldeo	- Aplicar cuidadosamente cuñas de desmoldeo. - Ejercer cierta presión con el útil de desmoldeo, - Elevar compuesto Trasladarlo hasta el siguiente puesto.		
7	Inspección	- Inspeccionar calidad superficial del compuesto: - porosidad - delaminaciones - marcas de vacío - cotas geométricas de núcleos, límites pieza…		
8	Corte o recanteo	Recantear por marcas de molde.	Se pretende sacar pieza de molde sin necesidad de recanteo.	

		DP- Cubierta Volteada		
No.	**PROCESO**	**OPERACIÓN**	**Comentarios**	**ALTERNATIVAS**
1	preparar molde	- Limpiar restos de curado anterior. - Comprobar buen estado del lecho. - Aplicar desmoldeante - Enmascarar	Definir periodicidad de tratamientos molde. Definir si 2 semi-moldes o 1 molde	
2	Aplicar coat+antideslizante	- Preparativos coat. - Aplicar coat	Definir si se aplica coat, imprimación o similar para que salga pieza ya pintada	Aplicación a rodillo: simple, sin infraestructuras ni protecciones especiales. Aplicación Airless: Enmascarado complejo, EPIS, posible contaminación ambiental, maquinaria implica inversión+ mantenimiento.
3	curado de coat	- Preparar sistema de curado: Heating - Aplicar ciclo de curado - Retirar sistema de curado	En caso de requerirlo y a poder ser sin coberturas.	Coat o imprimación Capotas o coberturas de molde. Molde de cubierta sobre molde de casco. Heating integrada o independiente.
4	Laminar de primeras capas	- Laminado de primeras telas - Aplicación de núcleos y refuerzos locales - Laminado de siguientes capas - Embeber posibles refuerzos o aux para desmoldeo - Aplicar pelable	Asistencia laser o similar	
5	Fabricación de bolsa de vacío	- Aplicar tacky-tape (junta sellante) - Aplicar sangrador según esquema - Aplicar Manta de absorción según esquema - Aplicar film separador - Aplicar 2º Aireador - Aplicar canales de vacío malla - Aplicar bolsa de vacío y sellarla mediante el tacky tape. - Aplicar vacío.	Definir pruebas de estanqueidad	
6	Curado	- Preparar sistema de curado: Heating - Aplicar ciclo de curado - Retirar sistema de curado		

7	Retirar bolsa de vacío	- Cortar perímetro de la bolsa de curado. - Retirar junta perimetral así como todos los fungibles pieza.		
8	Pegado refuerzos nec para desmoldeo	- Colocar y pegar refuerzos necesarios para poder demoldear el compuesto asegurando su integridad estructural y geométrica.		
	Inspección interior cubierta	- Inspeccionar calidad superficial del compuesto: - porosidad - delaminaciones - marcas de vacío - cotas geométricas de núcleos, límites pieza…		- Estudiar la posibilidad e embeber estos refuerzos.
10	Desmoldeo	- Aplicar cuidadosamente cuñas de desmoldeo. - Ejercer cierta presión con el útil de desmoldeo, puente grúa o polipasto. - Elevar compuesto Trasladarlo hasta el siguiente puesto.		
11	Voltear cubierta	- Sujetar cubierta - Voltear cubierta	Definir balancín de volteo de cubierta.	

		DP- Barco ensamblado		
No.	**PROCESO**	**OPERACIÓN**	**Comentarios**	**ALTERNATIVAS**
1	Acabado refuerzos longitudinales y transversales.	. Extracción de pelable de áreas de pegado de refuerzos . Pegado de refuerzos (+ bancada motor) . Pegado de elementos de sujeción: tuberías, forros, etc. . Curado del adhesivo	Dimensionar áreas de pegado para evitar el lijado de las superficies tras la retirada del pelable y el posible laminado.	Granallado local.
2	Colocación y pegado de mamparos	. Extracción de pelable de áreas de pegado de mamparos . Pegado de mamparos . Curado del adhesivo	Dimensionar áreas de pegado para evitar el lijado de las superficies tras la retirada del pelable y el posible laminado.	Granallado local.
3	Impermeabilizar sentinas, fondo.	. Retirar pelable de zonas a impermeabilizar. . Aplicar coats para impermeabilizar. . Curar		
4	Instalar tuberías sistemas sanitarios, mangueras cable eléctrico, bombas de sentina. MOTOR	. Montaje elementos con posición definida. (Motor . Montaje de elementos flexibles: tubos y cables . Completar conexiones según esquemas de instalación.	En cuanto la pintura impermeable ya no presente tack . Debe dejarse acceso a todas las conexiones que no sea posible finalizar como las de los pasa cascos.	
5	Colocar forros interiores	. Colocar y fijar forros interiores.	. Recomendable la colocación de forros interior como aislante del exterior y los posibles olores.	. Posibilidad de colocación de armarios directamente sobre estructura.
6	Colocar mobiliario principal	. Pegado de sistemas de anclaje del mobiliario . Montaje de estructuras principales del mobiliario, así como acabado de camarotes y elementos de grandes dimensiones.	Aconsejable previo a ensamblaje cubierta por facilitar el acceso.	
7	Instalar equipos y conexiones eléctricas	. Instalar equipos serie (cocina, eq navegación, sist aux, lavabo, bombas, etc.	Aconsejable previo a ensamblaje cubierta por facilitar el acceso.	

8	Ensamblar cubierta	. Retirar pelable de zonas de ensamblaje. . Presentar cubierta, verificar . Enmascarar zonas susceptibles de mancharse . Aplicar adhesivo . Llevar cubierta a posición de pegado . Presionar superficies mediante elementos de sujeción: remaches, tornillos, sargentos,...)	El sistema de ensamblaje debe permitir el el control de la posición definitiva del casco y de la cubierta.	. Laminar unión. (no se contempla, proceso sucio y lleva mucho tiempo)
9	Laminar o pegar esquinera junta interior	. Retirar pelable de la superficie de pegado . Aplicar adhesivo . Pegar perfiles de unión		
10	Post curar ensamblaje	. Colocar equipo de curado . Post curar unión		

		DP- Timón Acabado		
No.	**PROCESO**	**OPERACIÓN**	**Comentarios**	**ALTERNATIVAS**
1	Preparación de molde	- Limpiar restos de curado anterior. - Comprobar buen estado del lecho. - Aplicar desmoldeante - Enmascarar		
2	Aplicar coat	- Preparativos coat. - Aplicar coat	A priori manual	Aplicación a rodillo: simple, sin infraestructuras ni protecciones especiales. Aplicación Airless: Enmascarado complejo, EPIS, posible contaminación ambiental, maquinaria implica inversión+ mantenimiento.
3	Curar coat	- Cerrar molde - Preparar sistema de curado: Heating - Aplicar ciclo de curado - Retirar sistema de curado		Coat o imprimación Capotas o coberturas de molde. Molde de cubierta sobre molde de casco. Heating integrada o independiente.
4	Laminado	- Laminado de primeras telas - Aplicación de núcleos y refuerzos locales - Laminado de siguientes capas - (Posicionar mecha en caso de embeberla.) - Aplicar pelable		
5	Bolsa de vacío	- Aplicar tacky-tape (junta sellante) - Aplicar sangrador según esquema - Aplicar Manta de absorción según esquema - Aplicar film separador - Aplicar 2º Aireador - Aplicar canales de vacío malla - Aplicar bolsa de vacío y sellarla mediante el tacky tape. - Aplicar vacío.		
6	Curar	- Preparar sistema de curado: Heating - Aplicar ciclo de curado - Retirar sistema de curado	Curado en horno de usos múltiples, moldes con ruedas.	

7	Preparar ensamblaje	- Retirar materiales fungibles. - Inspeccionar superficie - Extraer pelable. - Preparar superficie (si es necesario)		¿Con superficie de pelada suficiente? Quizás necesario granallado local.
8	Colocar mecha	- Colocar la mecha en el útil de posicionado. - Comprobar correcto posicionamiento de la mecha respecto al molde. - Fijar el conjunto.		Posibilidad de embeber la mecha en el laminado: - Embeber mecha en un costado, curar a molde abierto y post-ensamblar el conjunto. - Embeber la mecha ya a molde cerrado y co-curar todo el conjunto ya a molde cerrado dejando el timón ya ensamblado.
9	Inyectar	- Cerrar moldes asegurando un cierre perfecto. - Inyectar "colada" resina Epoxi cargada. (Especifica)		
10	Curar	- Preparar sistema de curado: Heating - Aplicar ciclo de curado - Retirar sistema de curado		
11	Desmoldear	- Aplicar cuidadosamente cuñas de desmoldeo. - Ejercer cierta presión con el útil de desmoldeo, - Elevar compuesto Trasladarlo hasta el siguiente puesto.		
12	Inspeccionar	- Inspeccionar calidad superficial del compuesto: - Coat: piel de naranja, decoloraciones... - porosidad - delaminaciones - marcas de vacío - cotas geométricas alineación, límites pieza…		
13	Acabados	- Recantear marcas o rebabas de molde. - Laminar o pegar cierre BA - Enmasillar. - Pintar		

		DP- Orza Acabada		
No.	**PROCESO**	**OPERACIÓN**	**Comentarios**	**ALTERNATIVAS**
1	Preparación de molde	- Limpiar restos de curado anterior. - Comprobar buen estado del lecho. - Aplicar desmoldeante - Enmascarar		
2	Aplicar coat	- Preparativos coat. - Aplicar coat	A priori manual	Aplicación a rodillo: simple, sin infraestructuras ni protecciones especiales. Aplicación Airless: Enmascarado complejo, EPIS, posible contaminación ambiental, maquinaria implica inversión+ mantenimiento.
3	Curar coat	- Cerrar molde - Preparar sistema de curado: Heating - Aplicar ciclo de curado - Retirar sistema de curado		Coat o imprimación Capotas o coberturas de molde. Molde de cubierta sobre molde de casco. Heating integrada o independiente.
4	Laminado	- Laminado de primeras telas - Aplicación de núcleos y refuerzos locales - Laminado de siguientes capas - Aplicar pelable		
5	Bolsa de vacío	- Aplicar tacky-tape (junta sellante) - Aplicar sangrador según esquema - Aplicar Manta de absorción según esquema - Aplicar film separador - Aplicar 2º Aireador - Aplicar canales de vacío malla - Aplicar bolsa de vacío y sellarla mediante el tacky tape. - Aplicar vacío.		
6	Curar	- Preparar sistema de curado: Heating - Aplicar ciclo de curado - Retirar sistema de curado	Curado en horno de usos múltiples, moldes con ruedas.	
7	Preparar ensamblaje	- Retirar materiales fungibles. - Inspeccionar superficie - Extraer pelable. - Preparar superficie (si es necesario)		¿Con superficie de pelada suficiente? Quizás necesario granallado local.

8	Inyectar	- Cerrar moldes asegurando un cierre perfecto. - Inyectar "colada" resina Epoxi cargada. (Especifica)		
9	Curar	- Preparar sistema de curado: Heating - Aplicar ciclo de curado - Retirar sistema de curado		
10	Desmoldear	- Aplicar cuidadosamente cuñas de desmoldeo. - Ejercer cierta presión con el útil de desmoldeo, - Elevar compuesto Trasladarlo hasta el siguiente puesto.		
11	Inspeccionar	- Inspeccionar calidad superficial del compuesto: - Coat: piel de naranja, decoloraciones... - porosidad - delaminaciones - marcas de vacío - cotas geométricas alineación, límites pieza…		
12	Acabados	- Recantear marcas o rebabas de molde. - Laminar o pegar cierre BA - Enmasillar. - Pintar		

		DP- Acabados		
No.	**PROCESO**	**OPERACIÓN**	**Comentarios**	**ALTERNATIVAS**
1	Saneado de junta ensamblaje	Corte de rebaba Lijado de la superficie Imprimar superficie		
2	Colocación de la regala	Colocación de cada una de las piezas Fijación de las piezas		
3	Colocación de guardamancebos	Instalación de los guardamancebos		
4	Finalizar instalación motor	Deja preparada y conectada instalación eléctrica a falta de conectar batería.		
5	Colocación de pasa cascos	Presentar todos y cada uno de los pasacascos Medir holguras Aplicar adhesivo y apretar uno a uno.		
6	Colocación de luces	Realizar todas las conexiones eléctricas y luces Probar instalación		
7	Instalación equipos navegación			
8	Finalizar instalación cocina			
9	Finalizar instalación WC			
10	Finalizar mobiliario salón	Rematar detalles de mobiliario interior		
11	Finalizar Mobiliario camarotes			
12	Montar timón	Posicionar alinear Apretar Conectar a sistema de gobierno		
13	Montar Orza	Posicionar Pre-montar todos los elementos de montaje Aplicar sellante (TBD) Aplicar par de apriete (TBD)		
14	Preparar acastillaje	Montar Winches Montar mordazas Montar Poleas y reenvíos Revisar par de apriete de todos los elementos		

ANEXO D: Plan de validación utillajes

Plan de validación utillajes.

Validación moldes:

Para la implantación de una línea de fabricación en prepreg deberemos realizar una serie de pruebas, algunas de ellas deberán realizarse antes del inicio de la fabricación para asegurar que los medios productivos cumplen los mínimos exigidos, otras pruebas deberán realizarse durante la fabricación de las primeras piezas.

Este capítulo también incluye las validaciones de proceso periódicas que se deben realizar a una línea, las pruebas y validaciones mínimas necesarias para realizar un cambio rápido de líneas así como las pruebas mínimas a realizar a un molde después de realizar reparaciones o actuaciones sobre alguno de sus componentes.

A continuación se muestra un listado no exhaustivo de las pruebas a realizar en cada uno de los apartados que comprenden la validación de una línea de Fabricación:

Validación MOLDES	Medición
	Alineación + Nivelación
	Aplicación de tratamientos
	Pruebas de estanqueidad (en frío & en caliente)
	Perfil térmico
	Verificación de marcas de mesa y moldeo en molde.
MOLDES	Ajuste del ciclo de curado: 1. Curado de coat 2. Curado de laminado pre-preg 3. Post-curado refuerzos, sobre-laminaciones y reparaciones
Grada de ensamblaje	Medición de la Grada de ensamblaje
	Cierre de la Grada de ensamblaje
	Ajuste del ciclo de curado de Adhesivo
	Posición del casco en grada
	Posición de la cubierta en grada de ensamblaje
	Prueba de falso encolado y definición de llanas / carretillas de encolado

Medición del Molde:

El proveedor deberá presentar un informe de medición de la superficie de los lechos del molde en cuestión, con las desviaciones con respecto a las superficies teóricas o nominales

Nivelación:

El objeto de esta prueba es verificar la nivelación del molde a través de las medidas de alturas en los bordes.

Se busca asegurar que la nivelación está dentro de los márgenes definidos.

Perfil térmico :

El objeto de esta prueba es conocer el comportamiento del molde durante la aplicación de un ciclo de curado. Se busca localizar las partes frías y calientes del molde.

Limpieza de los conductos:

El objeto de este paso es evitar que el gelcoat o laminado se contamine con los restos que puedan quedar en los conductos de calefacción y en todo el circuito impulsión-retorno.

Aplicación de los tratamientos:

Conseguir la superficie del molde óptima para la fabricación, sellar los poros que pueda presentar el molde y evitar que la pieza se quede adherida al molde.

Prueba de estanqueidad del molde:

En frío: La prueba tiene como objeto verificar que el lecho del molde y zona técnica no presentan fisuras o fugas que causen pérdida de vacío**.**

En caliente: Una vez se ha comprobado la estanqueidad en frío realizaremos una prueba en caliente para ver si la dilatación del molde descubre alguna fisura en el lecho que provoque pérdida de vacío.

Coat de limpieza:

El objeto es la limpieza del molde para poder fabricar la primera pieza o después de una gran reparación.

Colocación de pegatinas de molde:

El objeto es la colocación de las pegatinas de molde que sirven de ayuda para la laminación.

Cierre del grada de ensamblaje:

El objeto de esta prueba es ver como cierra la grada en vacío.

PRIMERAS PIEZAS:

Durante la fabricación de las primeras piezas y hasta conseguir cumplir los requisitos de curado, será necesario realizar modificaciones en los parámetros del ciclo de curado. Es necesario recopilar esas modificaciones. El ciclo de curado debe asegurar que toda la pieza cumple los requisitos marcados en las documentaciones correspondientes.

Antes de realizar el siguiente curado se deberá realizar el análisis del anterior por si debemos cambiar alguno de los parámetros de curado o cambiar termopares extra a termopares de heating para asegurar el correcto control del ciclo.

Una vez fijados los parámetros del ciclo, que aseguran el cumplimiento de los requisitos de curado, el posicionamiento de todos los termopares extra se mantendrá durante el curado de 15 piezas más, para demostrar que el ciclo es repetitivo, no pudiendo realizarse variaciones en los parámetros de curado de la receta salvo el ajuste manual de tiempo de la fase de curado, si fuera necesario. Cualquier otro ajuste de tiempo/ temperatura en cualquier otro de los pasos hará que el ciclo actual no se tenga en cuenta en la 5 repeticiones y se deberá fijar nuevamente el ciclo de curado correcto.

Adjuntar informe con los ciclos empleados y datos y gráficas de curado obtenidas.

Finalmente, en producción serie, el uso de los termopares de la heating asegurará el cumplimiento de los requisitos, incluidas las zonas donde ya no hay colocado ningún termopar.

ANEXO E: P-AMFE

P-AMFE

OPERATION TITLE/ TÍTULO OPERACIÓN: Preparar molde

Operation FUNCTION *FUNCIÓN Operación*	POTENTIAL Failure Mode *Modo de Fallo POTENCIAL*	POTENTIAL Effects of Failure Mode *Efectos POTENCIALES Modo de Fallo*	Severity Severidad	CC SC FC	POTENTIAL Cause of Failure Mode *Causa POTENCIAL Modo Fallo*	Ocurrence Ocurrencia	Current Controls	Detection Detección	RPN (Identified)	CORRECTIVE ACTIONS			Status	Planned			RPN [A] f(status)
										What	Who	By When		O	D	RPN (P)	
Limpieza de molde	Limpieza incorrecta	Adherencia de pieza al molde causa daños en pieza o en molde	5	FC	Falta de formación	3	Inspección visual	6	90							0	90
	Limpieza incorrecta	Daños en lecho del molde	3		Falta de formación	4	Inspección visual	6	72							0	72
Aplicar desmoldeante	Exceso de desmoldeante	Ojos de pez en coat	3		Exceso de material y no se retira sobrante. Tiempo de secado insuficiente.	7	Registro de aplicación y secado, registro de tiempo en RI	4	84							0	84
		Migración de desmoleante a través del pelable provoca malas propiedades mecánicas en pegados o sobre laminados.	6	FC	Exceso de material y no se retira sobrante. Tiempo de secado insuficiente.	5	Registro de aplicación y secado, registro de tiempo en RI	4	120	Lijado de superficie antes de pegado estructural	Procesos		P	2	4	48	120
									0							0	0
	Falta de desmoldeante	Adherencia de pieza al molde causa daños en pieza o en molde	5	FC	Falta de formación	3	Autocontrol, cualitativo	6	90							0	90
									0							0	0
									0							0	0

OPERATION TITLE/ TÍTULO OPERACIÓN: Aplicar & curar coat

Operation FUNCTION *FUNCIÓN Operación*	POTENTIAL Failure Mode *Modo de Fallo*	POTENTIAL Effects of Failure Mode *Efectos POTENCIALES*	Severity Severidad	CC SC FC	POTENTIAL Cause of Failure Mode *Causa POTENCIAL*	Ocurrence Ocurrencia	Current Controls	Detección Detección	RPN (Identified)	CORRECTIVE ACTIONS			Status	Planned			RPN [A] f(status)
										What	Who	By When		O	D	RPN (P)	
Aplicar Coat/Imprimación	Espesor excesivo	Desprendimientos, acumulaciones problemas de curado, grietas en coat en servicio	6	FC	Falta de formación	3	Medición y Registro de espesores en RI	5	90							0	90
	Espesor insuficiente	Sombras en pieza acabada obliga a repintados locales	4		Falta de formación	4	Medición y Registro de espesores en RI	5	80							0	80
	Cuerpos extraños	Rugosidad y calidad percibida en mal estado	6	FC	falta de orden y limpieza	3	Inspección visual tras desmoldeo de pieza	5	90							0	90
Curado de coat	Curado excesivo	Mala adhesión de pieles laminadas a coat, desprendimientos en servicio	6	FC	Error en receta de curado. Tiempo de espera entre aplicación coat y laminación excesivo	3	Medición y Registro de espesores en RI	5	90							0	90
			6	FC	Temperatura de aplicación excesivo, T planta, T coat	3	RegistroTermo-higrometros	3	54							0	54
	Curado insuficiente	Zonas con exceso de tack. Posibles arrastres de coat durante trabajos sobre molde	4		Error en receta de curado. Tiempo de espera entre aplicación coat y laminación excesivo	3	Medición y Registro de espesores en RI	5	60							0	60
			4		Humedad ambiental excesiva	4	RegistroTermohigrometros	3	48							0	48
			4		Temperatura de aplicación insuficiente T planta, T coat	4	RegistroTermohigrometros	3	48							0	48
		Delaminaciones en laminado pieza	8	SC	Error en receta de curado. Tiempo de espera entre aplicación coat y laminación insuficiente	3	Medición y Registro de espesores en RI	5	120	Se prohibe laminar hasta firma de calidad conforme análisis de parámetros de aplicación coat	Calidad		D	3	4	96	96
			8	SC	Humedad ambiental excesiva	4	RegistroTermohigrometros	3	96	Se prohibe laminar hasta firma de calidad	Calidad		D	3	4	96	96
			8	SC	Temperatura de aplicación insuficiente T planta, T coat	4	RegistroTermohigrometros	3	96	Se prohibe laminar hasta firma de calidad conforme análisis de	Calidad		D	3	4	96	96

OPERATION TITLE/ TÍTULO OPERACIÓN: Laminado

Operation FUNCTION *FUNCIÓN Operación*	POTENTIAL Failure Mode *Modo de Fallo*	POTENTIAL Effects of Failure Mode *Efectos POTENCIALES*	Severity y Severi	CC SC FC	POTENTIAL Cause of Failure Mode *Causa POTENCIAL*	Occurrence	Current Controls	Detection Detección	RPN (Identified)	CORRECTIVE ACTIONS What	Who	By When	Status	Planned O	D	RPN (P)	RPN [A] (f(status))
Laminación	Condensación en el laminado.	Delaminaciones porosidad del compuesto curado.	7	SC	Humedad ambiental excesiva	4	Registro de planta termo-higrometros	3	84							0	84
	Depósitos de polvo o suciedad en el laminado	Pérdida de propiedades mecánicas	9	CC	Polvo en el ambiente	3	Control cualitativo de polvo	4	108	Medición de concentración de polvo en ambiente. Prohibir operaciones de polvo si laminado en			P	3	3	81	108
Laminado de telas: Bx, eq y UD	Incumplimiento de solapes, fuera de tolerancia.	Fallo estructural, características mecánicas del laminado insuficientes	8	SC	Error en el posicionado de las telas.	4	Registro de construcción	4	128	Asistencia laser para laminación	Utillajes		D	3	4	96	96
		Exceso de peso.	5	FC	Error de posicionado de las telas	4	Registro de construcción	4	80	Asistencia laser para laminación	Utillajes		D	3	3	45	45
	Arrugas en el laminado	Fallo estructural, características mecánicas del laminado insuficientes	8	SC	Error en la laminación	5	Registro de inspección	3	120	Formación	Procesos		D	3	3	72	72
			8	SC	Temperatura de moldeo excesiva	4	Registro de inspección	3	96							0	96
			7	SC	Cuerpo extraño en el laminado	3	Registro de construcción	4	84							0	84
	Descuelgues en laminado	Fallo estructural, características mecánicas del laminado insuficientes	8	SC	Temperatura excesiva	4	Registro de planta	3	96							0	96
			8	SC	Tiempo de moldeo excesivo	4	Registro de producción	3	96							0	96
	Orientación de la fibra fuera de tolerancias	Fallo de la estructura, disminución de las propiedades mecánicas	8	SC	Error de posicionado de telas. Dificultad en las referencias.	5	No existe	7	280	Asistencia laser con marcas de eje laminación en las telas.	Utillajes		P	3	4	96	280
Colocación de núcleos y refuerzos locales	Posición incorrecta, fuera de tolerancia	Fallo de la estructura, disminución de las propiedades mecánicas	8	SC	Error de posicionado	5	Registro de inspección	4	160	Asistencia laser	Utillajes			3	4	96	160
			8	SC	Descuelgue por tiempo de moldeo excesiva	6	Registro de inspección	4	192							0	192
		Interferencias en posteriores ensamblajes	2		Error de posicionado	5	Registro de inspección	4	40	Asistencia laser	Utillajes			3	4	24	40
			2		Descuelgue por tiempo de moldeo excesiva o temperatura de moldeo excesiva	6	Registro de inspección	4	48							0	48
	Holguras entre núcleos o refuerzos excesiva, se crea hueco en el laminado o acumulaciones de resina.	Fallo de la estructura, disminución de las propiedades mecánicas	8	SC	Error en el posicionado	6	Registro de inspección	4	192	Plantillas de posicionado de núcleos. Asistencia laser	Utillajes		D	3	4	96	96
									0							0	0
									0							0	0

OPERATION TITLE/ TÍTULO OPERACIÓN: Fabricar bolsa de vacio

Operation FUNCTION *FUNCIÓN Operación*	POTENTIAL Failure Mode *Modo de Fallo*	POTENTIAL Effects of Failure Mode *Efectos POTENCIALES*	Severity y Severi	CC SC FC	POTENTIAL Cause of Failure Mode *Causa POTENCIAL*	Occurrence	Current Controls	Detection Detección	RPN (Identified)	CORRECTIVE ACTIONS What	Who	By When	Status	Planned O	D	RPN (P)	RPN [A] (f(status))
Laminar pelable	Arrugas en pelable	Brillos en superficie	7	SC	Movimiento pelable durante fabricación de la bolsa de vacio	4	Inspección visual antes de pegado	3	84							0	84
	Zonas sin pelable	Pérdida de propiedades adhesivas.	8	SC	Error de laminación	3	Inspección visual antes de pegado	3	72							0	72
			8	SC	Movimiento pelable durante fabricación de la bolsa de vacio	4	Inspección visual antes de pegado	3	96							0	96
Colocar sangrador	Exceso de solapes	Sangrado insuficiente, aire en laminado, exceso de resina	5	FC	Movimiento pelable durante fabricación de la bolsa de vacio	4	Inspección visual	3	60							0	60
	Solape insuficiente	Sangrado excesivo, Adherencia de fungibles a pieza fabricada	4		Movimiento pelable durante fabricación de la bolsa de vacio	3	Inspección visual	6	72							0	72
Colocar aireador	Exceso de solapes	Marcas en laminado	4		Error de colocación	3	Inspección visual	6	72							0	72
	Solape insuficiente o cantidad de aireador insuficiente	Mala distribución de vacio en la pieza provoca mala compactación, porosidad, delaminaciones	7	SC	Error de colocación	3	Inspección visual	6	126							0	126
Colocar vacuómetros	Colocación en zona incorrecta	No se tiene control correcto sobre vacio de pieza durante curado	4		Error de colocación	3	Comprobación y registro antes de iniciar curado	4	48							0	48
	Marcas en pieza	Arrugas	7	SC	Error de colocación	4	Inspección visual	4	112							0	112
Colocar Extracciones vacio	Marcas en pieza	Arrugas	7	SC	Error de colocación	4	Inspección visual	4	112							0	112
	Obturación	Presión de curado insuficiente provoca delaminaciones, porosidad	8	SC	Error de colocación	4	Inspección visual	4	128							0	128
		Presión de curado insuficiente provoca delaminaciones, porosidad	8	SC	Receta de curado demasiado lenta	4	Registro heating receta de curado	3	96							0	96
									0							0	0
Colocar mastik de cierre y bolsa de vacio	Pérdida de vacio	Presión de curado insuficiente provoca delaminaciones, porosidad	8	SC	Superficie bajo junta de cierre contaminada	4	Prueba de estanqueidad previa al curado, RI	3	96							0	96
		Presión de curado insuficiente provoca delaminaciones, porosidad	8	SC	Bolsa pinchada	4	Prueba de estanqueidad previa al curado, RI	3	96							0	96
	Tensiones en bolsa de vacio	Delaminaciones, puenteos en radios	8	SC	Colocación de la bolsa incorrecta	4	Comprobación y registro antes de iniciar curado	4	128							0	128
		Delaminaciones, puenteos en radios	8	SC	Pinzas insuficientes, bolsa pequeña	4	Comprobación y registro antes de iniciar curado	4	128							0	128
									0							0	0
									0							0	0

OPERATION TITLE/ TÍTULO OPERACIÓN: Curar telas

Operation FUNCTION *FUNCIÓN Operación*	POTENTIAL Failure Mode *Modo de Fallo*	POTENTIAL Effects of Failure Mode *Efectos POTENCIALES*	Severity	CC SC FC	POTENTIAL Cause of Failure Mode *Causa POTENCIAL*	Occurrence	Current Controls	Detection	RPN (Identified)	CORRECTIVE ACTIONs			Status	Planned			RPN [A] (f(status))
										What	Who	By When		O	D	RPN (P)	
Rampa de calentamiento	Rampa muy agresiva	Compactación insuficiente, porosidad en el laminado	7	SC	Colocación de termopar de control incorrecto	5	Registro termopares en video-registrador heating	3	105	Control de curado con termopares molde			D	3	3	63	63
		Reacciones exotérmicas superan temperatura máxima de curado	9	CC	Colocación de termopar de control incorrecto	5	Registro termopares en video-registrador heating	3	135	Control de curado con termopares molde			D	3	3	81	81
Estabilizaciones	Estabilizaciones intermedias no cumple requisitos de tiempo y temperatura	Compactación insuficiente, porosidad en el laminado	7	SC	Colocación de termopar de control incorrecto	5	Registro termopares en video-registrador heating	3	105	Control de curado con termopares molde			D	3	3	63	63
	Última estabilización no cumple requisitos de tiempo y temperatura	Tg del material fuera de tolerancia, pérdida de propiedades mecánicas	9	CC	Colocación de termopar de control incorrecto	5	Registro termopares en video-registrador heating	3	135	Control de curado con termopares molde			D	3	3	81	81
		Tg del material fuera de tolerancia, pérdida de propiedades mecánicas	9	CC	Apertura de molde por incidencias durante curado	3	Registro termopares en video-registrador heating	3	81							0	81
	Caída de vacío	Compactación insuficiente, porosidad en el laminado	7	SC	Daños en bolsa de curado	3	Registro termopares en video-registrador heating	3	63								
Rampa de enfriamiento	Rampa de enfriamiento excesiva	Deformaciones o tensiones residuales en pieza	6	FC	Apertura de molde	3	Registro termopares en video-registrador heating	3	54							0	54
	Temperatura de fin de curado alta	Deformaciones o tensiones residuales en pieza	6	FC	Ritmo de producción	3	Registro termopares en video-registrador heating	3	54							0	54
		Deformaciones o tensiones residuales en pieza	7	SC	Caída de vacío, rotura bolsa durante enfriamiento por contracciones.	5	Registro termopares en video-registrador heating	3	105							0	105
									0							0	0

OPERATION TITLE/ TÍTULO OPERACIÓN: Pegar refuerzos y mamparos

Operation FUNCTION *FUNCIÓN Operación*	POTENTIAL Failure Mode *Modo de Fallo*	POTENTIAL Effects of Failure Mode *Efectos POTENCIALES*	Severity	CC SC FC	POTENTIAL Cause of Failure Mode *Causa POTENCIAL*	Occurrence	Current Controls	Detection	RPN (Identified)	CORRECTIVE ACTIONs			Status	Planned			RPN [A] (f(status))
										What	Who	By When		O	D	RPN (P)	
Preparación de la superficie	Preparación superficial incorrecta	Pérdida de propiedades mecánicas	9	CC	Restos de pelable	3	Inspección visual, RI	3	81							0	81
		Pérdida de propiedades mecánicas	9	CC	Brillos en la superficie	3	Inspección visual, RI	3	81							0	81
		Pérdida de propiedades mecánicas	9	CC	Orden y limpieza	3	Inspección visual, RI	3	81							0	81
		Pérdida de propiedades mecánicas	9	CC	Humedad excesiva	3	Inspección visual, RI	3	81							0	81
Preparación del adhesivo	Ratio de adhesivo incorrecto	Pérdida de propiedades mecánicas	9	CC	Mezcla insuficiente, no homogénea	4	Inspección visual, RI	3	108	Máquina de mezclado y aplicación de adhesivo	Utillajes		D	3	3	81	81
		Pérdida de propiedades mecánicas	9	CC	Ratio incorrecto	4	Inspección visual, RI	3	108	Máquina de mezclado y aplicación de adhesivo	Utillajes		D	3	3	81	81
Aplicación de adhesivo	Burbujas en adhesivo	Despegue local, perdida de propiedades mecánicas	8	SC	Aplicación incorrecta, cambios de velocidad	4	Autocontrol durante aplicación	5	160	Inspección por termografías y US	Utillajes		D	4	3	96	96
		Despegue local, perdida de propiedades mecánicas	8	SC	Mezclado incorrecto	4	Autocontrol durante aplicación	5	160	Inspección por termografías y US	Utillajes		D	4	3	96	96
		Despegue local, perdida de propiedades mecánicas	8	SC	Suciedad en llana de pegado	4	Autocontrol durante aplicación	5	160	Inspección por termografías y US	Utillajes		D	4	3	96	96
	Exceso de espesor	Pérdida de propiedades mecánicas, fallo unión adhesiva	8	SC	Defectos de posicionado	4	RI	3	96							0	96
	Interferencias	Despegue local, perdida de propiedades mecánicas	8	SC	Defectos de posicionado	4	RI	3	96							0	96

OPERATION TITLE/ TÍTULO OPERACIÓN: Ensamblar cubierta

Operation FUNCTION *FUNCIÓN Operación*	POTENTIAL Failure Mode *Modo de Fallo*	POTENTIAL Effects of Failure Mode *Efectos POTENCIALES*	Severity	CC SC FC	POTENTIAL Cause of Failure Mode *Causa POTENCIAL*	Occurrence	Current Controls	Detection	RPN (Identified)	CORRECTIVE ACTIONs			Status	Planned			RPN [A] (f(status))
										What	Who	By When		O	D	RPN (P)	
Preparación de la superficie	Preparación superficial incorrecta	Pérdida de propiedades mecánicas	9	CC	Restos de pelable	3	Inspección visual, RI	3	81							0	81
		Pérdida de propiedades mecánicas	9	CC	Brillos en la superficie	3	Inspección visual, RI	3	81							0	81
		Pérdida de propiedades mecánicas	9	CC	Orden y limpieza	3	Inspección visual, RI	3	81							0	81
		Pérdida de propiedades mecánicas	9	CC	Humedad excesiva	3	Inspección visual, RI	3	81							0	81
Preparación del adhesivo	Ratio de adhesivo incorrecto	Pérdida de propiedades mecánicas	9	CC	Mezcla insuficiente, no homogénea	4	Inspección visual, RI	3	108	Máquina de mezclado y aplicación de adhesivo	Utillajes		D	3	3	81	81
		Pérdida de propiedades mecánicas	9	CC	Ratio incorrecto	4	Inspección visual, RI	3	108	Máquina de mezclado y aplicación de adhesivo	Utillajes		D	3	3	81	81
Aplicación de adhesivo	Burbujas en adhesivo	Despegue local, perdida de propiedades mecánicas	8	SC	Aplicación incorrecta, cambios de velocidad	4	Autocontrol durante aplicación	5	160	Inspección por termografías y US	Utillajes		D	4	3	96	96
		Despegue local, perdida de propiedades mecánicas	8	SC	Mezclado incorrecto	4	Autocontrol durante aplicación	5	160	Inspección por termografías y US	Utillajes		D	4	3	96	96
		Despegue local, perdida de propiedades mecánicas	8	SC	Suciedad en llana de pegado	4	Autocontrol durante aplicación	5	160	Inspección por termografías y US	Utillajes		D	4	3	96	96
	Exceso de espesor	Pérdida de propiedades mecánicas, fallo unión adhesiva	8	SC	Defectos de posicionado	4	RI	3	96							0	96
	Interferencias	Despegue local, perdida de propiedades mecánicas	8	SC	Defectos de posicionado	4	RI	3	96							0	96
									0							0	0
									0							0	0

OPERATION TITLE/ TÍTULO OPERACIÓN: Montaje y acabados

Operation FUNCTION *FUNCIÓN Operación*	POTENTIAL Failure Mode *Modo de Fallo*	POTENTIAL Effects of Failure Mode *Efectos POTENCIALES*	Severity Severi	CC SC FC	POTENTIAL Cause of Failure Mode *Causa POTENCIAL*	Occurrence	Current Controls	Detection Detecc	RPN (Identified)	CORRECTIVE ACTIONs What	Who	By When	Status	Planned O	D	RPN (P)	RPN [A] {f(status)}
Montaje d e motor	Bancada motor, alineación incorrecta	Averías en sistema de propulsión	6	FC	Error en el posicionado del motor, la bancada o la bocina.	3	Registro en registro de inspección alineación eje.	3	54							0	54
									0							0	0
Montaje de equipos auxiliares	Instalación de pasacascos incorrecta	Entrada de agua	8	SC	Par de apriete incorrecto	3	Registrar par de apriete de cada uno de los pernos de montaje	3	72							0	72
									0							0	0
Montaje de orza	Fallo en unión mecánica	Rotura de amarres orza, vía de agua.	9	CC	Par de apriete incorrecto	3	Registrar par de apriete de cada uno de los pernos de montaje	3	81							0	81
		Daños en estructura por cargas no esperadas.	9	CC	Par de apriete incorrecto	3	Registrar par de apriete de cada uno de los pernos de montaje	3	81							0	81
Montaje de pie de mástil	Fallo en unión mecánica	Des arboladura	10	CC	Par de apriete incorrecto	3	Registrar par de apriete de cada uno de los pernos de montaje	3	90							0	90
									0							0	0
Montaje de winch y mordazas	Fallo en unión mecánica	Rotura de amarre de Winch	10	CC	Par de apriete incorrecto	3	Registrar par de apriete de cada uno de los pernos de montaje	3	90							0	90
		Rotura de amarre mordaza	10	CC	Par de apriete incorrecto	3	Registrar par de apriete de cada uno de los pernos de montaje	3	90							0	90
									0							0	0
									0							0	0

ANEXO F: Plan de control de proceso

Plan de control de proceso

PLAN DE CONTROL

PROCESS			CHARACTERISTICS TO CONTROL					METHODS						REACTION PLAN
PROCESS PHASE (OPERATION)	PROCESS NAME	EQUIPMENT	#	PRODUCT	PROCESS	KC Key Characterístic	SPECIFICATION	(*) RESP.	CONTROL EQUIPMENT	CONTROL METHOD	FREQUENCY AND SAMPLING SIZE	CALIBRATION FREQUENCY		
												CAL.	R&R	
1	Condiciones planta		1		Condiciones nave: Temperatura				Termohigrómetro		100%		n/a	**Producción:** no comenzar a laminar y avisar a Mantenimiento **Mantenimiento:** restablecer sistema clima zona afectada-nave
			2		Condiciones nave: Humedad	SC			Termohigrómetro		100%		n/a	**Producción:** no comenzar a laminar y avisar a Mantenimiento **Mantenimiento:** restablecer sistema clima zona afectada-nave
2	Atemperado materiales laminación y fungibles vacío		1	Identificación, nº lote, tiempo de atemperamiento y control caducidad		SC			Visual Etiqueta Verde (lote, fecha		100%		n/a	**Almacén/Producción:** control etiqueta atemperado material y caducidad.
3	Preparación molde		1		Limpieza molde				Visual		100%		n/a	**N/A**
			2		Aplicación desmoldeante base agua				Visual		100%		n/a	**N/A**
			3	Caducidad desmoldeante base agua					Visual Etiqueta Verde (lote, fecha		100%		n/a	**Almacén/Producción:** control etiqueta caducidad. **Calidad:** bloquear
4	Preparación Núcleos		1	Estado núcleos: daños en chaflanes y esquinas		SC			Sistema almacenamiento Sistema		100%		n/a	**Producción:** avisar a Calidad. Reparar núcleos dañados o sustituirlos según indique Calidad.
			2	Contaminación por transporte desde almacén Limpieza Núcleos		SC			Sistema almacenamiento Sistema		100%		n/a	**Producción:** aspirar núcleo con aire limpio. Avisar a Calidad **Calidad:** revisar limpieza
5	Laminación telas en molde		1		Colocación longitudinal telas: radio inicio				Marcas molde Flexómetro longitud 5/50		100%		n/a	**N/A**
			2		Colocación transversal telas: referencia				Marcas molde Flexómetro longitud 5/50		100%		n/a	**N/A**
			3		Secuencia laminación (Telas y núcleos)	SC			Visual		100%		n/a	**N/A**
			5		Colocación telas: solapes BX				Marcas molde Flexómetro longitud 5/50		100%		n/a	**Producción: s**i tela BX corta > 20 mm, cortar ñapa BX y solapar 40 +20/- 10 mm. Avisar a Calidad.
			6		Colocación telas: gaps UD				Marcas molde Flexómetro longitud 5/50		100%		n/a	**Producción:** si tela UD corta > 20 mm, volver a cortar. Avisar a Calidad. **Calidad:** abrir NCR y
			7	Geometría y Longitud telas corte					Marcas molde Flexómetro longitud 5/50		100%		n/a	**Producción: s**i tela BX corta > 20 mm, cortar ñapa BX y solapar 40 +20/- 10 mm. Avisar a Calidad.
			8	Arrugas en fresco					Pie de rey Flexómetro		100%		n/a	**Producción:** avisar a Calidad. **Calidad:** medir arrugas, indicar si aplica
			9	ContaminaciónLimp		SC			Visual		100%		n/a	**Almacén/Producción:** avisar a CALIDAD **Calidad:** visual material y BLOQUEAR si aplica.
			10	Altura de Flanco		SC			Flexómetro		100%		n/a	**N/A**
			11	Arrugas en fresco e		SC			Pie de rey Flexómetro		100%		n/a	**Producción:** avisar a Calidad. **Calidad:** medir arrugas, indicar si aplica
6	Laminación Núcleos		1		Posición núcleos: - radio inicio - huecos entre núcleos - referencia molde	SC			Marcas molde Pie de Rey Flexómetro		100%		n/a	**Producción:** si no se cumple cota fin de núcleos, avisar a Calidad. **Calidad:** reparar con ñapa hasta conseguir
			2	Estado núcleos: daños en chaflanes y esquinas		SC			Visual		100%		n/a	**Producción:** avisar a Calidad **Calidad:** bloquear material, emitir DT de reparación y/o abrir NCR

7	Materiales bolsa vacío		1	Características c controlar s/plan de recepción MPCP1792: - sangrador (bleeder rojo) - aireador (breather-manta blanca) - film no perforado		SC			Visual		S/plan de recepción MPCP1792		n/a	**Producción:** en caso de suciedad, defectos...volver a cortar material
8	Fabricación bolsa vacío		1		Colocación pelable:	FC			Visual Flexómetro		100%		n/a	N/A
			2		Prueba estanqueidad	SC			Visual		100%		n/a	N/A
9	Colocación termopares		1	Sellado termopares (con cromato y cinta azul)		SC			Visual Prueba estanqueidad		100%		n/a	N/A
10	Curado telas		1		Vacío inicio curado	SC			Vacuómetro		100%		n/a	**Producción:** revisar pérdidas de vacío en cada termopar y zona de plantilla. Si vacío superior a 0,8 bar, repetir bolsa y avisar a Calidad
			2		Vacío durante ciclo	SC			Vacuómetro		100%		n/a	**Producción:** revisar pérdidas de vacío en cada termopar y zona de plantilla. Si vacío superior a 0,8 bar, repetir bolsa y avisar a Calidad
			3		Exotermia:	SC			Visual Gráfica curado		100%		n/a	**Producción:** revisar si receta original. Retocar receta modificando termopares de control. Avisar a Ingeniería
			4		Exotermia:	SC			Visual Gráfica curado		100%		n/a	**Producción:** revisar si receta original. Retocar receta modificando termopares de control. Avisar a Ingeniería
			5		Rampas calentamiento	SC			Visual Gráfica curado		100%		n/a	**Producción:** revisar si receta original. Retocar receta modificando termopares de control. Avisar a Ingeniería
			6		Fase de curado: Teimpo /Tª	SC			Visual Gráfica curado		100%		n/a	**Producción:** revisar si receta original. Retocar receta modificando termopares de control. Avisar a Ingeniería
			7		Rampa enfriamiento	SC			Visual Gráfica curado		100%		n/a	**Producción:** revisar si receta original. Retocar receta modificando termopares de control. Avisar a Ingeniería
11	Retirada equipo curado y bolsa vacío		1		Temperatura fin ciclo curado	SC			Visual Gráfica curado		100%		n/a	**N/A**
12	Inspección Producto CALIDAD LAMINADOS		1	Delaminaciones Inclusiones		SC			Visual		100%		n/a	**Calidad:** analizar si aplica apertura de desviación
			2	Delaminaciones superficiales zona pegado		SC			Visual		100%		n/a	**Calidad:** analizar si aplica apertura de desviación
			3	Desencolado núcleos					Visual Tap coin		100%		n/a	**Calidad:** analizar si aplica apertura de desviación
			4	Puenteo del radio					Visual		100%		n/a	**Calidad:** analizar si aplica apertura de desviación
			5	Arrugas longitudinales					Pie de rey Regla plana Flexómetro		100%		si	**Calidad:** analizar si aplica apertura de desviación
			6	Arrugas longitudinales invertidas					Pie de rey Regla plana Flexómetro		100%		si	**Calidad:** analizar si aplica apertura de desviación
			7	Arrugas transversales		SC			Pie de rey Regla plana Flexómetro		100%		si	**Calidad:** analizar si aplica apertura de desviación
			8	Arrugas transversales invertidas		SC			Pie de rey Regla plana Flexómetro		100%		si	**Calidad:** analizar si aplica apertura de desviación
			9	Acumulación resina					Visual		100%		n/a	**Calidad:** analizar si aplica apertura de desviación
			10	Telas sin curar		SC			Visual Análisis DSC		100%		n/a	**Calidad:** analizar si aplica apertura de desviación

13	Inspección Producto DIMENSIONAL		1	Altura flanco		SC			Regla plana Pie de Rey		100%		n/a	**Calidad:** analizar si aplica apertura de desviación
			3	Escalón entre núcleos		SC			Visual Galgas Pie de Rey		100%		n/a	**Calidad:** analizar si aplica apertura de desviación
			4	Huecos entre núcleos		SC			Visual Galgas Pie de Rey		100%		n/a	**Calidad:** analizar si aplica apertura de desviación
			5	Ancho entre núcleos adyacentes		SC			Visual Galgas Pie de Rey		100%		n/a	**Calidad:** analizar si aplica apertura de desviación
			6	Achaflanado núcleos					Visual Pie de Rey		100%		n/a	**Calidad:** analizar si aplica apertura de desviación
			7	Depresión núcleos					Visual Galgas Pie de Rey		100%		n/a	**Calidad:** analizar si aplica apertura de desviación
			8	Roturas borde núcleos					Visual Pie de Rey		100%		n/a	**Calidad:** analizar si aplica apertura de desviación
14	Atemperado adhesivo		1	Identificación, nº lote, tiempo de atemperamiento y control caducidad		SC			Visual Etiqueta Verde (lote, fecha		100%		n/a	**Almacén/Producción:** control etiqueta atemperado material y caducidad.
15	Preparación máquina encolado		1	Ratio de adhesivo		SC			Balanza		100%		n/a	**Producción:** Retirar material y volver a realizar la mezcla. **Calidad:** Abrir NCR
			2		Mezcla de componentes de adhesivo	SC			Visual		100%		n/a	**Producción:** Retirar la mezcla que no sea homogenea en color y consistencia, volver a
			3		Estado carretillas - Limpieza - Dimensiones (identificando)				Visual		100%		n/a	**Producción:** Carretillas sucias, no usar hasta que no estén totalmente limpias.
16	Preparar Encolado		1		Tiempo de permanencia de telas peladas antes de encolar	SC			Cronometro		100%		n/a	**Producción:** volver a lijar y limpiar superficie de encolado. **Calidad:** abrir NCR si aplicaS/GD170550
			2		Zona a encolar: -Sin brillos/suciedad -Sin restos de pelable	SC			Visual		100%		n/a	**Producción:** volver a lijar y limpiar superficie de encolado. **Calidad:** abrir NCR
17	Encolado		1		Superficie adhesivada	SC			Visual termografías		100%		n/a	**Producción:** Inyectar el adhesivo que falta. **Calidad:** abrir NCR
			2		Tiempo de aplicación adhesivo	SC			Cronómetro		100%		n/a	**Producción:** Avisar a Calidad. **Calidad:** abrir NCR según desviación si aplica s/GD170550
			3	Cantidad de adhesivo aplicado		-			Balanza, Máquina encolado		100%		n/a	**Producción:** avisar a Calidad. **Calidad: a**brir NCR
			4		Posicionado refuerzos (interfaces en contacto)	SC			Visual		100%		n/a	**N/A**
18	Curado adhesivo lento		1		Temperatura/tiempo de curado	SC			Gráfica curado		100%		n/a	**N/A**
			2		Temperatura min para apertura molde:	SC			Gráfica curado		100%		n/a	**Producción:** revisar datos en control heating y si incorrectos, parar y revisar conexión
			3		Todos los termopares colocados en el adhesivo, para	SC			Gráfica curado		100%		n/a	**Producción:** revisar si receta original. Retocar receta modificando termopares de control.
19	Inspección Producto DIMENSIONAL		1						Visual Pie de Rey		100%		n/a	**Calidad:**
			2						Visual Cinta métrica		100%		n/a	**Calidad:**
			3						Visual Tapcoin		100%		n/a	**Calidad:**

ANEXO G: Evaluación de riesgos operario fabricación.

Evaluación de riesgos operario fabricación.

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	
Página- 1 -		

Equipos de trabajo y/o herramientas a utilizar:	Productos químicos a utilizar y/o estar expuesto:	Lugares de trabajo afectados por el puesto:
• PORTICO DE ROLLOS DE TELA • MOLDES • Trapos • Maquina aplicación sellante • Cesta elevadora, Traspaleta, carretilla elevadora • Puente Grúa • Cúter, Tijeras • Heating • Carros de telas • Paletinas o espátulas • Cuñas • Martillo teflón • Pinzas de descarga electridad estática • útiles de elevación : Eslingas, cáncamos y ganchos • Bolsa airbag • HERRAMIENTAS MANUALES	1. Limpiador 2. Desmoldeante en base agua WATERSHIELD 3. Vapores orgánicos derivados en caso de limpieza con disolvente. 4 TELAS PREPREG, 5. FIBRA DE VIDRIO 6. RESINA EPOXI 7. FILM TYGAVAC NBF-740 (bolsa vacio). 8. WEBER, 9. PEEL-PLY, 10 .NUCLEOS PVC 11. Adhesivo bicomponente sika: Base: 7810L80. Endureoedor: 7050. (NOCIVO)	- Trabajos Zona MOLDES

Equipos de Protección Individual a utilizar:				
Guantes	**Chaleco reflectante**	**Calzado de seguridad**	**Gafas de seguridad**	**Otros elementos de protección**
Guantes Productos quimicos Guantes algodón Guantes Neopreno Productos quimicos Guantes de protección mecánica	Chaleco reflectante subcontratas	-Calzado de antideslizante con suela y puntera de seguridad.	• Gafas binoculares (protección contra proyecciones). • Gafas herméticas (protección contra proyecciones, polvo y liquidos).	• Ropa de trabajo (camiseta manga larga y pantalón) • Buzo de Protección contra quimicos. Buzo 3M 4540 • Protección auditiva (cascos, tapones)(Pendiente mediciones) Cubrezapatos antideslizantes - Patucos - Rodilleras • Casco de Seguridad: Uso en zona de cargas suspendidas o susceptibles de caida de objetos
		Mascarilla	**Arnés de seguridad**	
		Mascarilla con filtro A2P2	Personal colocado en la cesta elevadora En caso de trabajos en zonas con altura superior a dos metros, arnés con dispositivo anticaidas deslizante y dos cuerdas con absorbedor	

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMANDAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	
Página- 2 -		

Formación necesaria			
Estándares y/o Procedimientos de PRL aplicables:	Reglamento de Coordinación de Actividades empresariales para subcontratas/visitas en Planta Industrial		
Formación específica necesaria:	☒ **Conceptos generales PRL** ☒ **Seguridad contra caidas** ☒ **Manejo de carretillas autopropulsadas** ☒ **Manejo de puentes grúa**	☒ **Seguridad eléctrica** ☒ **LOTOT (Bloqueo y señalización fuentes de energía)** **Uso de EPIs especiales**	☒ **Ergonomía: riesgos posturales** ☒ **Ergonomía: manejo de pesos** ☒ **Exposición a ruido y/o vibraciones** ☒**Instrucciones para caso de emergencia**
Prácticas seguras y/o instrucciones relacionadas:	Plan de Emergencias AOIZ, Manual de acogida y normas de seguridad ,, ART-G-11 Manejo de herramientas manuales, ART-G-13 Utilización de Epis. Práctica Segura de manejo de productos quimicos y carretillas elevadoras Prácticas Seguras manejo de herramientas y equipos móviles.		

Protocolos médicos a aplicar por Vigilancia de la Salud:	Riesgo	SÍ	NO	Observaciones / Medidas de control
Conducción, Alturas, Neuropatia por Presión, Cargas, Ruido, Asma laboral y dermatosis, Vibraciones, Esfuerzos físicos y Posturas forzadas.	**Riesgo/s frente a trabajadores especialmente sensibles**	x		Aplicar criterio médico para la aptitud del puesto
	Riesgo/s frente a embarazadas/lactantes	x		No pueden trabajar mujeres embarazadas
	Riesgo/s frente a menores de edad	x		No pueden trabajar menores de edad

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMANDAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
Página- 3 –	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	

OPERACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO	Pr	Co	R	MEDIDA DE CONTROL PROPUESTA
1. PREPARACIÓN DEL MOLDE ➢ Limpieza del molde ➢ Aplicación sellante ➢ Aplicación desmoldeante	Cortes derivado del uso de cúter y tijeras. *(limpieza y enmascarado del molde, colocación de film teflonado o cinta azul/blanca))*	M	LD	TO	• Uso de guantes de seguridad anti-corte. • Cuando se utilice el cúter la dirección de corte será hacia fuera del cuerpo. Recoger la cuchilla después de utilizarlo. Use los dispensadores de cuchillas y desecharlas en un cubeto habilitado para ello. • Para materiales blandos como las cintas y el papel, realice el corte con las tijeras evitando el uso del cúter. Las tijeras deben ser afiladas por personal autorizado y formado para ello.
	Salpicaduras	M	DA	MO	• Uso de gafas de seguridad cerradas
	Inhalación de vapores orgánicos *(En caso de usar desmoldeantes en base disolvente)*	B	DA	TO	• Uso de mascarillas con filtro para vapores orgánicos A2, para las personas que permanezcan junto al molde. • Evitar utilizar productos de limpieza o desmoldeantes en base disolvente. Sustituirlos por limpiadores y desmoldeantes en base agua.
	Contacto con sustancias nocivas *(En caso de usar desmoldeantes en base disolvente)*	B	DA	TO	• Buzo y guantes para productos químicos • Durante todo el trabajo debe usarse el buzo convenientemente cerrado para evitar el contacto de partes del cuerpo con los productos químicos.
	Caídas de personas al mismo nivel por resbalones	M	LD	TO	• Al Aplicar el desmoldeante con los patucos, pueden producirse resbalones, adquirir patucos antideslizantes.
	Posturas forzadas Sobreesfuerzos	M	DA	MO	• Aplicar el limpiador, desmoldeante y secado del molde con mopas/trapos con mango largo, desde dentro y fuera del molde. • Rotación en los puestos de trabajo
2. Preparación y manipulación del limpiador, sellante Uso de la máquina aplicación sellante	Contacto con productos nocivos e irritantes	M	DA	MO	• Buzo y guantes para productos químicos. El buzo deberá estar convenientemente cerrado para evitar el contacto de partes del cuerpo. • Mantener limpia el área de trabajo • Mantener los bidones de productos químicos cerrados mientras no se usen. Dejar limpia la zona de trabajo, los desperdicios deben ir a los contenedores correspondientes. • Tener al alcance las fichas de seguridad de los productos químicos utilizados.

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMANDAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
Página- 4 –	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	

OPERACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO	Pr	Co	R	MEDIDA DE CONTROL PROPUESTA
					• No debe haber cables y obstáculos en la dirección del trayecto de la máquina dosificador. El área de riesgo debe estar despejada, únicamente permanecerán el personal necesario para la operación.
	Inhalación de vapores	M	DA	MO	• Uso de mascarilla con filtro A2 para vapores orgánicos
	Salpicaduras en los ojos	B	DA	TO	• Uso de gafas de seguridad cerradas
	Riesgos derivados de la manipulación de cesta elevadora Caída de objetos en altura: Atrapamiento/golpes.	B	DA	MO	• Suba y baje de la maquina por los lugares previstos para ello y nunca cuando este en movimiento • Utilice calzado antideslizante • No sobrepasar nunca los Kg. permitidos • No pasar por encima de operarios ni cerca de zonas peligrosas • Únicamente podrán manipular las cestas personas autorizadas • Cerrar la puerta de la cesta elevadora para evitar caídas • Utilizar arnés y anclarse dentro de la cesta • No subirse a las barandillas de la cesta • Si se lleva herramientas colocarlas de tal forma que no puedan caer de la cesta • Controlar la zona de trabajo de la máquina para que no circule personal y está libre de obstáculos.
3. Trabajos en el molde	Caída de personas a distinto nivel *(acceso al molde o a las plataformas de trabajo)*	M	DA	MO	• Acceder a las plataformas del molde siempre por los peldaños antideslizantes establecidos, utilizar la barandilla habilitada para ello. Mantener las escaleras de acceso y la plataforma limpia, exenta de sustancias resbaladizas. • Habilitar un acceso, al interior a través del utillaje diseñado • Las plataformas de trabajo deben ir equipadas de barandillas con una altura superior a 90cm a partir del punto de apoyo del trabajador, deben poseer un rodapié (15cm) o una medida equivalente que evite la caída de objetos. • Antes del inicio de los trabajos se debe comprobar los amarres de la plataforma para verificar su estabilidad, así como el posicionamiento del

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMANDAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
Página- 5 -	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	

OPERACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO	Pr	Co	R	MEDIDA DE CONTROL PROPUESTA
					sistema de frenado que poseen en las ruedas. • No saltar para bajar de las plataformas. • Las operaciones que no se puedan realizarse desde la plataforma de trabajo por no ser accesible, se deberá acceder desde el interior del molde, nunca se subirá al flanco para poder acceder.
	Caídas al mismo nivel	M	LD	TO	• Mantener un perfecto estado de orden y limpieza de la zona. Se recogerán de forma inmediata residuos y derrames que se puedan producir. • Uso obligatorio de calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante durante toda la jornada
	Caídas a distinto nivel. Caídas al interior y al exterior del molde desde el flanco.	B	ED	MO	• El personal que trabaje en los flancos debe ir sujeto a través de un arnés homologado, amarrado a una línea de vida certificada, con puntos de amarre certificados a través de un anticaidas, que evite la caída al interior del molde. • El arnés de uso personal individual, se debe inspeccionar ocularmente antes de cada uso para verificar que costuras y elementos metálicos están en perfecto estado. Al colocarlo, se debe ajustar lo máximo posible sin que nos reste movilidad. • El anticaidas debe anclarse directamente sobre los anclajes del arnés y nunca sobre otro mosquetón. • Uso obligatorio de casco de seguridad con barboquejo. • Las líneas de vida temporales serán montada por personal formado por el instalador homologado. • Las personas que trabajen en el flanco deben ser formadas en trabajos en altura y en uso de arnés de seguridad. • Las personas que trabajen en el flanco y en la plataforma, deben guardar una seguridad mínima entre ellas, que les permita realizar el movimiento de rodillazo del coat sin empujar a los trabajadores que se sitúan sobre el flanco.

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMADAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
Página- 6 -	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	

OPERACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO	Pr	Co	R	MEDIDA DE CONTROL PROPUESTA
	Caídas a distinto nivel. Caídas al exterior del molde.	B	ED	MO	• Las plataformas de trabajo deben ir equipadas de barandillas con una altura superior a 90cm a partir del punto de apoyo del trabajador. Deberán cubrir la largura de los 2 flancos de cada semimolde así como la anchura en la zona de la raíz o la punta de cada semimolde, para evitar caídas hacia el exterior del personal que trabaje en las esquinas de los flancos.
	Golpes contra el molde	M	DA	TO	• Prestar atención a los movimientos que se hagan por la superficie del molde como por las pasarelas evitando golpes contra los flancos o elementos salientes.
	Tropiezos, golpes ENCOLADO VIGA	M	LD	TO	• Mantener un perfecto estado de orden y limpieza de la zona de trabajo. • Retirar los excesos de adhesivo antes de que catalice.
	Sobreesfuerzos ENCOLADO VIGA	M	DA	MO	• Se recomienda rotar de personal si se va a estar en posturas repetitivas continuamente.
	Inhalación de vapores	M	DA	MO	• Uso de mascarilla con filtro A2 para vapores orgánicos
4. Curado del sellante	Conexión heating. Riesgo eléctrico	B	ED	MO	• Solo deberá manipular la conexión eléctrica personal autorizado por la planta. En caso de avería o caída de suministro solo está autorizada para su reparación la empresa contratada/ autorizada para la instalación eléctrica. • Información sobre normas de seguridad frente a riesgos eléctricos en baja tensión
	Ruido	M	DA	MO	• Es obligatorio el uso de tapones/cascos mientras estén conectados los ventiladores de la heating.
	Contacto térmico	B	DA	TO	• No tocar partes calientes del molde ni de la heating. En caso de revisar la conexión de las mangueras, usas guantes térmicos para ello. No circular entre la heating y el molde.

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMADAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
Página- 7 –	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	

OPERACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO	Pr	Co	R	MEDIDA DE CONTROL PROPUESTA
	Caídas al mismo nivel	M	LD	TO	• Cercar con vallas o señalizar el cableado de conexión de la heating. Evitar dejar el cableado no tirante en el suelo para evitar caídas al pasar.
2.LAMINACIÓN: 1.Manejo de las telas con traspaleta o carretilla.	Derivados del uso de traspaleta	B	DA	TO	• Nunca debe moverse rollos de telas que no estén encima de un palet. • *(Ver práctica segura Manejo de traspaleta)*
	Derivados del uso de carretilla elevadora	B	ED	MO	• Las carretillas elevadoras serán únicamente utilizados por personal en posesión de la aptitud médica, formación específica y autorización interna. Las carretillas que circulen por el área delimitada para los trabajos dejaran una distancia de seguridad del área del trabajo en el molde de 2 metros. • *(Ver práctica segura Manejo de carretilla elevadora)*
2. Corte y Colocación de telas prepreg *(Fibra de vidrio+resinas)* *(Nocivo, Irritante para la piel)*	Contacto con productos nocivos e irritantes. Sensibilización al contacto con la piel.	M	DA	MO	• Buzo y guantes de neopreno para productos químicos. El buzo deberá estar convenientemente cerrado para evitar el contacto de partes del cuerpo. Uso de mascarilla para evitar el contacto con polvo de fibra de vidrio. SEMI-PREG • Antes de la manipulación y/o uso de productos químicos se recomienda el uso de cremas protectoras de la piel. • Mantener limpia el área de trabajo. Los protectores de la tela retirados durante el moldeo, deben ser depositados en un contenedor. Al retirar la manta y el pelable, se deben echar al contenedor. • Tener al alcance las fichas de seguridad de los productos químicos utilizados. Formación e información sobre los riesgos y medidas preventivas derivadas de la exposición a agentes químicos (sensibilizantes, irritantes,…), incluyendo el uso de equipos de protección individual.

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMADAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
Página- 8 –	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	

OPERACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO	Pr	Co	R	MEDIDA DE CONTROL PROPUESTA
	Corte de telas. Cortes derivados del uso de tijeras y cúter.	M	DA	MO	• Uso de guantes anticorte nivel 5. • Use el dispensador de cuchillas del cúter y retirélas al contenedor adecuado. • El corte siempre deberá realizarse hacia fuera del cuerpo. Nunca se deberá meter las manos u otra parte del cuerpo en la zona del corte. • No guarde en cuter o las tijeras con la punta descubierta en los bolsillos. Utilice cinturones portaherramientas. • Desechar cúter y tijeras deteriorados que no garanticen el uso seguro de la herramienta.
	Posturas forzadas y manipulación de cargas	M	DA	MO	• Evitar posturas forzadas y movimientos repetitivos. Formación al personal y rotación de trabajadores alternando tareas. • Disponer de transpaletas con altura regulable para transportar los palets con los rollos de prepreg hasta el molde. • Desplegar los rollos enteros antes de retirar los films protectores. • Estudiar posibilidades de ayudas mecánicas para la colocación y despliegue de las telas en el molde.
	Exposición a polvo Corte de fibra seca (filamento continuo de vidrio)	M	DA	MO	• En la manipulación de fibra seca hay que utilizar guantes y gafas de seguridad para evitar partículas en los ojos. Uso de mascarilla para evitar partículas de fibra de vidrio.
3.Colocación de núcleos y refuerzos PVC	Cortes derivados del uso del cuter	M	DA	MO	• Uso de guantes anticorte nivel 5. • Use el dispensador de cuchillas y retirélas al contenedor adecuado. • El corte siempre deberá realizarse hacia fuera del cuerpo. Nunca se deberá meter las manos u otra parte del cuerpo en la zona del corte.No guarde en cuter o las tijeras con la punta descubierta en los

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMADAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	
Página- 9 -		

OPERACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO	Pr	Co	R	MEDIDA DE CONTROL PROPUESTA
					bolsillos. Utilice cinturones portaherramientas. • Desechar cúter y tijeras deteriorados que no garanticen el uso seguro de la herramienta.
	Partículas extrañas en los ojos Polvo en los ojos.	M	LD	TO	• Al coger los núcleos de PVC hay que usar mascarilla antipolvo y gafas de seguridad cerradas e intentar que los núcleos siempre queden por debajo de la altura de los ojos.
	Posturas forzadas	M	DA	MO	• Evitar posturas forzadas y movimientos repetitivos. Formación al personal y rotación de trabajadores alternando tareas.
3.VACÍO 1.Colocación y sellado de la bolsa de vacío	Contacto con resinas	M	DA	MO	• Evitar el contacto con resinas mientras no estén curadas. Uso de guantes para productos químicos.
	Cortes derivados del uso del cúter	M	DA	MO	• Uso de guantes anticorte nivel 5. • Use el dispensador de cuchillas y retirélas al contenedor adecuado. • El corte siempre deberá realizarse hacia fuera del cuerpo. Nunca se deberá meter las manos u otra parte del cuerpo en la zona del corte. • No guarde en cuter o las tijeras con la punta descubierta en los bolsillos. Utilice cinturones portaherramientas. • Desechar cúter y tijeras deteriorados que no garanticen el uso seguro de la herramienta.

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMANDAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	
Página- 10 -		

OPERACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO	Pr	Co	R	MEDIDA DE CONTROL PROPUESTA
	Posturas forzadas	M	DA	MO	• Evitar posturas forzadas y movimientos repetitivos. Formación al personal y rotación de trabajadores alternando tareas.
	Uso de limpiador en los flancos del molde	B	LD	TO	• Uso de guantes, mascarillas y gafas de seguridad cerradas para evitar el contacto con el producto. • Tener al alcance la ficha de seguridad del producto utilizado.
	Riesgos de atrapamiento con cantoneras	B	DA	MO	• Uso de guantes de protección mecánica en el proceso de colocación y el atornillado.
2. Colocación de termopares	Cortes derivados del uso del cúter o tijeras.	M	DA	MO	• Uso de guantes anticorte nivel 5. • Use el dispensador de cuchillas y retirélas al contenedor adecuado. • El corte siempre deberá realizarse hacia fuera del cuerpo. Nunca se deberá meter las manos u otra parte del cuerpo en la zona del corte. No guarde en cuter o las tijeras con la punta descubierta en los bolsillos. Utilice cinturones portaherramientas. • Desechar cúter y tijeras deteriorados que no garanticen el uso seguro de la herramienta.Evitar usar el cúter para cortar la cinta adhesiva, es preferible el uso de tijeras. Uso de guantes anticorte nivel 5.
4.CURADO	Conexión heating. Riesgo eléctrico	B	ED	MO	• Solo deberá manipular la conexión eléctrica personal autorizado por la planta. En caso de avería o caída de suministro solo está autorizada para su reparación la empresa contratada/ autorizada para la instalación eléctrica. • Información sobre las normas de seguridad frente a riesgos eléctricos en baja tensión.
	Ruido	M	DA	MO	• Es obligatorio el uso de tapones/cascos mientras estén conectados los ventiladores de la heating.

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMANDAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
Página- 11 -	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	

OPERACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO	Pr	Co	R	MEDIDA DE CONTROL PROPUESTA
	Contacto térmico	B	DA	TO	• No tocar partes calientes del molde ni de la heating. En caso de tener que revisar la conexión de las mangueras, usar guantes térmicos para ello. No circular entre el molde y la heating mientras esté en funcionamiento.
	Caídas al mismo nivel	M	LD	TO	• Cercar con vallas o señalizar, el acceso entre la heating y el molde • Dejar el cableado no tirante en el suelo para evitar caídas al pasar
Manipulación y demoldeo de subcomponentes	Riesgos derivados de la manipulación de puente grúa Caída de objetos en altura: Atrapamiento/golpes	B	ED	MO	• Colocación del conjunto de útil+eslinga en el centro de gravedad. • Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admisible de los útiles de elevación empleados. Los ganchos, útiles y eslingas deben estar marcados con su carga máxima admisible • Los ganchos deben estar dotados de pestillos de seguridad. • Asegurase antes de elevar la carga que todos los útiles se utilizan en perfectas condiciones, han pasado las revisiones periódicas y que la colocación es correcta. • Esta totalmente prohibida la presencia de personal bajo la viga suspendida o en su radio de accionamiento. • No colocar las manos ni otras partes del cuerpo debajo de la viga • Está totalmente prohibido manipular el puente grúa sin ser personal cualificado y autorizado por LA EMPRESA. • Uso de calzado de seguridad obligatorio
5. ENSAMBLAJE BARCO	Derivados del uso de traspaleta	B	DA	TO	• Nunca debe moverse un bidón que no esté encima de un palet. Debe ser movido con traspaleta o puente grúa.

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMADAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
Página- 12 -	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	

OPERACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO	Pr	Co	R	MEDIDA DE CONTROL PROPUESTA
1. Manejo de bidones de productos adhesivos (Preparación de la máquina de adhesivo)	Derivados del uso de carretilla elevadora	B	ED	MO	• Las carretillas elevadoras serán únicamente utilizados por personal debidamente autorizado por LA EMPRESA. Las carretillas que circulen por la planta dejaran una distancia de seguridad del área de trabajo.
	Bidones	B	ED	MO	• Deberán permanecer cerrados en todo momento; antes y después de la purga de la máquina
2. Manejo de la máquina mezcladora/dosificadora	Conexión de la máquina	B	ED	MO	• Solo deberá manipular la conexión eléctrica personal autorizado por la planta. En caso de avería solo está autorizada para su reparación la empresa contratada/ autorizada.
	Atropello	B	ED	MO	• El área de circulación de la máquina debe estar libre de obstáculos. • Prohibido acercarse al perímetro de circulación de la máquina. • Uso de calzado de seguridad obligatorio.
3. Aplicación de adhesivo : (NOCIVO) (Uso de maquina mezcladora /dosificadora)	Inhalación de vapores orgánicos	M	DA	MO	• Uso de mascarillas con filtro para vapores orgánicos A2
	Salpicaduras en los ojos	M	DA	MO	• Uso de gafas de seguridad cerradas
	Contacto con sustancias nocivas	M	DA	MO	• Buzo y guantes para productos químicos • Durante todo el trabajo debe usarse el buzo convenientemente cerrado para evitar el contacto de partes del cuerpo con los productos químicos. Uso también de patucos.
	Efectos derivados de la presión de la máquina	B	DA	TO	• Seguir las instrucciones de seguridad de la máquina mezcladora/dosificadora marcadas por el fabricante en el manual de la máquina. • No superar la presión de la máquina indicada por el fabricante • La válvula de seguridad debe estar operativa en todo momento.

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMADAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
Página- 13 -	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	

OPERACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO	Pr	Co	R	MEDIDA DE CONTROL PROPUESTA
6.VOLTEO DE LA CUBIERTA: Carga y descarga con puente grúa /grúa autopropulsada	Caída de cargas suspendidas	B	ED	MO	• Para maniobras complejas, existirá un responsable de la maniobra en constante comunicación a través de walki-talkies con los accionadores de los puentes grúas/autogrúa que lidere las órdenes de movimiento de la carga. • Los ganchos deben estar dotados de pestillos de seguridad. • Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admisible y los útiles de elevación tendrán un grado de seguridad ante rotura mínimo de 1:4. • Se levantará una sola carga a la vez, balizando siempre antes la zona de trabajo. • Asegurase antes de elevar la carga que todos los útiles se utilizan en perfectas condiciones, han pasado las revisiones periódicas y que la colocación es correcta. • No sobrepasar carga máxima del equipo (puente grúa, autogrúa, eslingas, aparejos…etc.). Los ganchos y eslingas deben estar marcados con su carga máxima admisible. • Esta totalmente prohibida la presencia de personal bajo cargas suspendidas. • Está totalmente prohibido manipular el puente grúa sin ser personal cualificado y autorizado por LA EMPRESA. • La autogrúa solo podrá ser accionada por el proveedor contratado para dicha operación.
	Vuelco	B	ED	MO	• Antes de iniciar la maniobra se instalará el gato estabilizador de la autogrúa para evitar el vuelco.

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMADAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
Página- 14 -	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	

OPERACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO	Pr	Co	R	MEDIDA DE CONTROL PROPUESTA
					• Accionadores de puentes grúa y gruístas deberán tener visibles en todo momento la carga suspendida. • Se prohíbe la permanencia de personas en torno a la autogrúa. • Prohibido pasar entre la autogrúa y el molde se deber rodear a la autogrúa. • Prohibido situarse bajo el molde suspendido
	Caídas a distinto nivel	M	D	MO	• Nadie se debe encaramar a la carga o colgarse del gancho. • El operador de la autogrúa deberá subir y bajar de la máquina por los lugares previstos para ello. • El operador de la autogrúa no debe saltar nunca directamente al suelo desde la máquina. • Utilice calzado antideslizante con puntera reforzada.
7. CURADO	Inhalación de vapores	B	DA	TO	• Asegurarse que el circuito del aire esté cerrado y no haya escapes de aire al exterior. • Uso de mascarilla con filtro A2 durante el proceso de curado
	Conexión heating. Riesgo eléctrico	B	ED	MO	• Solo deberá manipular la conexión eléctrica personal autorizado por la planta. En caso de avería o caída de suministro solo está autorizada para su reparación la empresa contratada/ autorizada para la instalación eléctrica.
	Colocación de colectores	B	DA	MO	• Se colocaran los colectores con una escalera sin hacer uso de la grada • Uso de guantes de seguridad mecánica • Se colocaran una vez estén bien apoyados los webs en el cup inferior.

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMADAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
Página- 15 -	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	

OPERACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO	Pr	Co	R	MEDIDA DE CONTROL PROPUESTA
	Ruido	M	DA	MO	• Es obligatorio el uso de tapones/cascos mientras estén conectados los ventiladores de la heating.
	Contacto térmico	B	DA	TO	• No tocar partes calientes del molde ni de la heating.
	Caídas al mismo nivel	M	LD	TO	• Cercar con vallas o señalizar, el acceso entre la heating y el molde • Dejar el cableado no tirante en el suelo para evitar caídas al pasar
8. POSTCURADO 1.Proceso de postcurado a diferentes temperaturas	Inhalación de vapores orgánicos (Acetona, Tolueno, Metil etil cetona, Etanol, Metanol...etc.)	B	DA	TO	En base al informe de mediciones de contaminantes químicos • Asegurarse que el circuito del aire esté cerrado y no haya escapes de aire al exterior. • Se deberá mantener abierta puertas y portón de la nave, para garantizar la máxima ventilación. • Es recomendable el uso de mascarillas con filtro para vapores orgánicos A2, para las personas que permanezcan junto al molde en el proceso de postcurado.
	Ruido	M	DA	MO	• Es obligatorio el uso de tapones/cascos mientras estén conectados los ventiladores de la heating.
	Exposición a temperaturas extremas	M	LD	TO	• Preferentemente se debe evitar realizar el curado o pruebas de temperatura en presencia de los trabajadores de otras secciones. • Evitar temperaturas superiores a 27ºC (trabajos sedentarios), en caso contrario asegurar la ventilación del aire de la nave abriendo el portón.
	Contacto térmico	B	DA	TO	• No tocar partes calientes del molde o heating.
	Partículas extrañas en los ojos	B	DA	TO	• En caso de manipulación de las mangueras por las que circula el aire, usar gafas de protección ocular.

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMADAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
Página- 16 -	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	

OPERACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO	Pr	Co	R	MEDIDA DE CONTROL PROPUESTA
2. Conexión/Desconexión de la heating	Riesgo eléctrico	B	ED	MO	• Solo deberá manipular la conexión eléctrica personal autorizado por la planta. En caso de avería o caída de suministro solo está autorizada para su reparación la empresa contratada/ autorizada para la instalación eléctrica.
	Caídas al mismo nivel	M	LD	TO	• Dejar el cableado no tirante en el suelo para evitar caídas al pasar. • Cercar con vallas o señalizar, el acceso entre la heating y el molde.
11. DESMOLDEO **Colocación de útiles de elevación (sistema de izado)**	Caída de cargas suspendidas	B	ED	MO	• Los ganchos deben estar dotados de pestillos de seguridad. • Los ganchos y eslingas deben estar marcados con su carga máxima admisible. • Utilizar exclusivamente útiles de izado homologados y adecuados a la carga. . Comprobar su correcto estado antes de cada uso. • Asegurarse antes de elevar la carga que todos los útiles se utilizan en perfectas condiciones, han pasado las revisiones periódicas y que la colocación es correcta, conforme al centro de gravedad y sin torsiones. • Nadie se debe encaramar a la carga o colgarse del gancho.
	Golpes, cortes, etc. en las manos durante la utilización de ganchos, eslingas, etc.	M	LD	TO	• Utilizar en todo momento guantes de seguridad mecánica. • Uso de calzado de seguridad con puntera reforzada. • Se deberán mantener a una altura superior a los 2,2 metros los ganchos mientras no se estén utilizando.
9.DESMOLDEO - Colocación bolsa airbag.	Golpes con la manguera de aire comprimido debido a la fuerza de la presión.	B	LD	TR	• Asegurar el acoplamiento de la manguera a la toma de aire y a la bolsa, para evitar que salga

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMADAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
Página- 17 -	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	

OPERACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO	Pr	Co	R	MEDIDA DE CONTROL PROPUESTA
Conexión de aire comprimido. - Colocación de cuñas.	Caídas al mismo nivel	M	LD	TO	• Dejar la manguera de aire comprimido no tirante en el suelo para evitar caídas al pasar.
	Partículas extrañas en los ojos	M	LD	TO	• Cerrar las válvulas de entrada de aire antes de conectarlas. • Uso de gafas de seguridad siempre que se trabaje con aire comprimido.
	Golpes por manejo de herramientas. Colocación de cuñas para el desmoldeo.	M	LD	TO	• Mantenimiento de herramientas, rechazar el martillo de teflón que tengan el mango o la superficie deteriorada. • Uso de cuñas no deterioradas. • No introducir las manos entre la pala y el molde mientras se realice el desmoldeo.
5. Manipulación componentes	Golpes por objetos	M	LD	TO	• Retirar termopares, herramientas y objetos del molde antes del izado de la pala • Uso obligatorio de calzado de seguridad con puntera reforzada.
	Riesgos derivados de la manipulación de puente grúa Caída de objetos en altura Atrapamiento/golpes	B	ED	MO	• Antes de iniciar la maniobra comprobar que la pala está perfectamente soportada por el sistema de izado. • Antes del izado el personal estará fuera del perímetro delimitado, mínimo de 2 metros, para el izado de la pala. • El área de riesgo debe estar despejada, únicamente permanecerán el personal necesario para la operación. • Esta totalmente prohibida la presencia de personal bajo la pala suspendida o en su radio de accionamiento. Se prohíbe también el

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMANDAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

	EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	Código Pto:
Página- 18 -	PUESTO DE TRABAJO: OPERARIO FABRICACIÓN	

OPERACIÓN	RIESGO IDENTIFICADO	Pr	Co	R	MEDIDA DE CONTROL PROPUESTA
					paso de carretillas elevadoras. • No colocar las manos ni otras partes del cuerpo debajo de la pala. • Está totalmente prohibido manipular el puente grúa sin ser personal cualificado y autorizado por LA EMPRESA. • Uso de calzado de seguridad obligatorio.
	Incendio, Accidente grave, Amenaza de bomba, Vertido...etc.	B	ED	MO	• Se debe mantener el área de trabajo limpia, evitar derrames de productos químicos y trapos impregnados. • Se deberá atenerse al plan de emergencias implantando en la planta, utilización los pasillos para peatones y salidas de emergencias hasta reunirse en el punto de encuentro etc.

LEYENDA: Pr= PROBABILIDAD (B: BAJA / M: MEDIA / A: ALTA); Co= CONSECUENCIAS (LD: LIGERAMENTE DAÑINO / DA: DAÑINO / ED: EXTREMANDAMENTE DAÑINO); R= RESULTADO (TR: TRIVIAL / TO: TOLERABLE / MO: MODERADO / IM: IMPORTANTE / IN: INTOLERABLE)

Revisión de la Evaluación: 00	Fecha de la Evaluación:	Firma:	Fecha de la Aprobación:	Firma:
Nombre del Evaluador:			Nombre del Aprobador:	

ANEXO H: Lista de materiales

Lista de materiales

Preparativos molde:

Surface cleaner
Sealer GP
Water shield release agent

Pre-impregnados

PP GE UD 0º 300 g
PP GE Eq 0/90º 300g
PP GE Bx +/-45º 300 g
PVC 130Kg/m3 40
PVC 80Kg/m3 40
PVC 80Kg/m3 20
PVC 80Kg/m3 30

Laminado manual:

GF Bx 450 gr
GF GF UD 1200 g
Ampreg 26

Cargas

Silice coloidal
Microbalones
Microfibras

Adhesivo

Plexus 590

Masillas

Watertite

Imprimación

Interprotect

Pinturas

Perfection (obra muerta)
Interdeck (cubierta)

Fungibles

Pelable (TBD)
Sangrador (TBD)
Aireador 450 gr
Malla de vacío (TBD)
Masilla de cierre (TBD)
Bolsa de vacío (TBD)
Cinta de papel (TBD)
Cinta de alta temperatura (TBD)
Brochas rodillos (TBD)

CARTA MATERIALES

Adhesivos

	Description	Hardener (Colour)	Mix Ratio	Hand Mix*	Working Time	Clamp time	Sag	Max Temp
Spabond 340LV	High strength, rubber toughened, fast dispense. Uses: Industrial, wind energy and marine.	Fast (Red)	2:1 (by vol)	M	20-40mins	2-5hrs	20-25mm	68°C
		Slow (Purple)			1-2hrs	10-20hrs		
		Extra Slow (Blue)			2.5-6hrs	15-35hrs		
Spabond 345	Highly sag resistent. Uses: highest performance marine projects	Fast (Black)	2:1 (by vol)	D	20-40mins	3-8hrs	15-30mm	75°C
		Slow (Red)			2-3hrs	7-16hrs		85°C
		Extra Slow (Blue)			3-6hrs	10-25hrs		80°C

ITW PLEXUS

TECHNICAL DATA SHEET

PLEXUS MA590

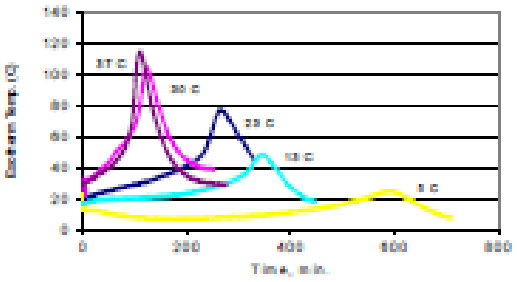
Description

Plexus® MA590 is a two-part methacrylate adhesive designed for structural bonding of thermoplastic, metal, and composite assemblies[1]. Combined at a 1:1 ratio, MA590 has a working time of 90 to 105 minutes and has a fixture time of 180 to 240 minutes. This product has been designed for use on large marine structures where a very long open time product is needed. Plexus MA590 is commonly used for bonding stringers and liners into large fiberglass boats with bond lines up to 25mm thick. In addition, this product provides a unique combination of excellent fatigue endurance, outstanding impact resistance, and superior toughness. Plexus MA590 is grey when mixed and is available in easy-to-use 400 ml cartridges, 20 litre pails, and 200 litre drums to be dispensed as a non-sagging gel using standard meter-mix equipment.

Characteristics	**Room Temperature Cure**		
	• Working Time[2]	90 - 105 minutes	
	• Fixture Time[3]	5.5 MPa in 3 hours	7.6 MPa in 4 hours
	• Operating Temperature	-55°C to 121°C	
	• Gap Filling up to	1- 37mm[7]	
	• Mixed Density	0.92g/cc	
	• Flash Point	11°C	
Chemical Resistance[4]	**Excellent resistance to:**	**Susceptible to:**	
	• Hydrocarbons	• Polar Solvents	
	• Acids and Bases (3-10 pH)	• Strong Acids and Bases	
	• Salt Solutions		

Physical Properties (uncured) – Room Temperature		**Adhesive**	**Activator**
	Viscosity, cP	175,000-220,000	175,000-220,000
	Colour	White	Black
	Density, lbs/gal (g/cc)	0.91	0.94
	Mix Ratio by Volume	1	1
	Mix Ratio by Weight	1	1
	Mixed Color - Grey		

Mechanical Properties (Cured) Room Temperature	**Tensile (ASTM D638)**			
	• Strength, MPa	13.8 – 17.2		
	• Modulus, MPa	276 – 345		
	• Strain to Failure (%)	130–160		
Recommended for:	• ABS	• PVC	•Styrenics	
	• Acrylics	• Polyesters (including DCPD modified)	• Urethanes (general)	
	• FRP		• Vinyl Esters	
	• Gelcoats[6]			
Lap Shear (ASTM D1002)	Cohesive Strength MPa	9.7 – 12.4		



Typical Exotherm Curve for MA590 at 23°C (30 grams)[5]

Adhesive films

SA 70 is an adhesive film that is designed for secondary bonding, core-bonding and for co-curing with the range of Gurit prepregs. It can be cured at temperatures as low as 70° C, or can be more quickly cured at temperatures above 120°C. The product has an outlife of 28 days.

SA 80 is an adhesive film that is designed for secondary bonding, core-bonding and for co-curing with the range of Gurit prepregs. It can be cured at temperatures as low as 80°C, or can be more quickly cured at temperatures above 120°C. It has an outlife of 56 days at room temperature.

SA 70

Description	Carrier Type	Typical Roll Length (m²)	Order Code
SA70/00/150g/1270mm	None	103	PP00-5549
SA70/00/250g/1270mm	None	63.5	PP00-2967
SA70/S/150g/1270mm	Glass	127	PP11-3420
SA70/S/250g/1270mm	**Glass**	**102**	**PP11-2279** *
SA70/S/400g/1270mm	Glass	63.5	PP11-2278

SA 80

Description	Carrier Type	Typical Roll Length (m²)	Order Code
SA80/00/150g/1270mm	None	127	PP00-5476
SA80/00/200g/1270mm	None	127	PC00-1778
SA80/S/150g/1270mm	Glass	127	PC11-666
SA80/S/250g/1270mm	**Glass**	**102**	**PC11-579** *
SA80/S/400g/1270mm	Glass	63.5	PC11-580

Resinas

Ampreg 26	Premium laminating system with high mechanical properties and high Tg	Fast Slow Ultra Slow	1-2 hrs 7 hrs 8-10 hrs	100:33.3	High performance large mouldings

Refuerzos

Uni-directional Reinforcement Fabrics

Please be advised that these materials may be subject to a minimum order quantity c
greater than one roll. Please contact your Customer Support Representative for details.

Style	Width (mm)	Unit	Roll (m²)	Order Code
UT-E250	500	sqm	100	R161-015
UT-E500	500	sqm	50	R161-021
0/90° Woven Yarn				
RE86P	1050	sqm	105	R111-008
RE165T	1270	sqm	127	R111-203
RE210D	1300	sqm	139	R111-120
RE295H4	1240	sqm	130	R111-113
RE301H8D	1270	sqm	127	R111-117
RE400T	1250	sqm	133	R111-197
0/90° Woven Roving Yarn				
WRE581T	1250	sqm	62.5	R111-116
+45° Double Bias Stitched Fabrics				
XE304	1270	sqm	127	R121-190
XE451	1270	sqm	107	R121-187
XE603	1255	sqm	62.8	R121-014
XE905	1270	sqm	50.8	R121-018
0/90/±45° Quadraxial Stitched Fabrics				
QE624	1270	sqm	76.2	R121-151
QE1174	1270	sqm	44.4	R121-153

Pre-impregnados

WE90 Structural Prepreg Range for Industrial Applications

Description	Order Code
WE91-1/XE600/1250/35+/-3	PA21-5319
WE91-1/EGL/1600/1000/32%+/-3%	PA51-5324
WE91-1/EGL/1200/900/32+/-3%	PA51-3984
WE91-1 80g peel ply	SA15-6090
SPRINT/600g/G/BIAX/1270mm/35%	SA41-4767

SparPreg™

SparPreg™ is an advanced UD prepreg, developed to enable to economic manufacture of unidirectional spar caps for more demanding spar designs. SparPreg™ is specifically formulated to produce low void content unidirectional prepreg from vacuum bag only processing.

Description	Typical Roll Length (m²)	Order Code
Sparpreg/HSC/600/1240/34+3%/2DPE	Tbc	PA53-5995
Sparpreg/HSC/600/300/34+3%/2DPE	Tbc	PA53-5924

WE 91-1

Cured using standard processing techniques and a minimum cure time of 90 minutes at 120°C (250°F)

PROPERTY	XE600	UC1600	TEST STANDARD
Fabric / Fibre Description	600g/m2 Stitched Biaxial using E-glass	1600g/m2 Unidirectional E-glass	-
Resin Content	35%	32%	-
Cure Method	Vacuum bag cured at -1bar		-
Cure Schedule	90 minutes at 120°C (250°F)		-

PROPERTY	XE600		UC1600		TEST STANDARD
Glass Transition Temperature (DMA)	110-125°C	230-257°F	110-125°C	230-257°F	ISO 6721
Cured Ply Thickness	0.45mm	0.018in	1.22mm	0.048in	ASTM D 3171
0° Tensile Cured Fibre Volume	51.5%		51.2%		ASTM D 3171
0° Tensile Strength	544 MPa	79 Ksi	1028 MPa	40 Ksi	ISO 527-4
0° Tensile Modulus	30 GPa	4.4 Msi	47 GPa	1.9 Msi	ISO 527-4
+/-45° Comp Str Fibre Volume	50.0%		-		ASTM D 3171
+/-45° Compressive Strength	151 MPa	22 Ksi	-	-	SACMA SRM1-94
+/-45° Compressive Modulus Fibre Volume	51.2%		-		ASTM D 3171
+/-45° Compressive Modulus	13 GPa	1.84 Msi	-	-	SACMA SRM1-94
90° Tensile Fibre Volume	-		48.9%		ASTM D 3171
90° Tensile Strength	-	-	35 MPa	1.4 Ksi	ISO 527-4
90° Tensile Modulus	-	-	9.3 GPa	0.37 Msi	ISO 527-4
+/-45° IPS Fibre Volume	-		49.8%		
+/-45° In-Plane Shear Strength	-	-	48 Mpa	1.9 Ksi	ISO 14129
+/-45° In-Plane Shear Modulus	-		4.4 GPa	0.17 Msi	ISO 14129
+/-45° In-Plane Shear Posissons Ratio	-		0.60		
0° ILSS Fibre Volume	45.4%		-		ASTM D 3171
0° ILSS	41 MPa	1.6 Ksi	-	-	ISO 14130
+/-45° ILSS Fibre Volume	-		38.0%		ASTM D 3171
+/-45° ILSS	-	-	35 MPa	5.1 Ksi	ISO 14130

WE 91-2

Cured using standard processing techniques and a minimum cure time of 90 minutes at 120°C (250°F)

PROPERTY	YE1200/TEA50		XE600 / TEA50		TEST STANDARD
Fabric / Fibre Description	1200g/m2 Stitched Triaxial using E-glass with a 50g/m2 glass fleece		600g/m2 Stitched Biaxial using E-glass with a 50g/m2 glass fleece		-
Resin Content	43%		43%		-
Cure Method	Vacuum bag cured at -1bar				-
Cure Schedule	90 minutes at 120°C (250°F)				-
Glass Transition Temperature (DMA)	110-125°C	230-257°F	110-125°C	230-257°F	ISO 6721
Cured Ply Thickness	1.01mm	0.040in	0.61mm	0.024in	ASTM D 3171
0° Tensile Cured Fibre Volume	45.2%		-		ASTM D 3171
0° Tensile Strength	656 MPa	26 Ksi	-	-	ISO 527-4
0° Tensile Modulus	24 GPa	0.93 Msi	-	-	ISO 527-4
0° Comp Str Fibre Volume	44.5%		-		ASTM D 3171
0° Compressive Strength	537 MPa	21 Ksi	-	-	SACMA SRM1-94
0° Compressive Modulus Fibre Volume	46.4%		-		ASTM D 3171
0° Compressive Modulus	31 GPa	1.2 Msi	-	-	SACMA SRM1-94
+/-45° Tensile Cured Fibre Volume	-		39.3%		ASTM D 3171
+/-45° Tensile Strength	-	-	144 MPa	21 Ksi	ISO 527-4
+/-45° Tensile Modulus	-	-	11.9 GPa	1.7 Msi	ISO 527-4
+/-45° Compressive Str. Fibre Volume	-		36.4%		ASTM D 3171

PROPERTY	YE1200/TEA50		XE600 / TEA50		TEST STANDARD
+/-45° Compressive Strength	-	-	167 MPa	24 Ksi	SACMA SRM1-94
+/45° Compressive Mod. Fibre Volume	-		35.8%		ASTM D 3171
+/-45° Compressive Modulus	-	-	10.5 GPa	1.52 Msi	SACMA SRM1-94
0° ILSS Fibre Volume	45.4%		-		ASTM D 3171
0° ILSS	41 MPa	1.6 Ksi	-	-	ISO 14130
+/-45° ILSS Fibre Volume	-		38.0%		ASTM D 3171
+/-45° ILSS	-	-	35 MPa	5.1 Ksi	ISO 14130

Núcleos

Gurit® Corecell™ available from the Gurit site in Magog (Canada)

Core Type	Density	Short Edge Marking	Nominal Density		Half Sheet Size		Nominal Sheet Size		Unbonded Thickness Range	
			kg/m3	lb/ft3	mm	inches	mm	inches	mm	inches
Corecell	T400	White + Green	71	4.4	1285x1285	50.5x50.5	1285x2605	50.5x102.5	3-85	1/2 - 35/16
Corecell	T500	White + Blue	94	5.9	1195x1220	47x48	1195x2440	47x96	3-40	1/8 - 19/16
Corecell	T550	White + Yellow	104	6.5	1170x1170	46x46	1170x2360	46x93	3-35	1/8 - 13/8
Corecell	T600	White + Black	115	7.2	1130x1130	44.5x44.5	1130x2278	44.5x89.5	3-35	1/8 - 13/8
Corecell	T800	White + light brown	143	8.9	1015x1015	40x40	1015x2050	40x80.5	3-35	1/8 - 13/8
Corecell	M60	Yellow + Green	65	4.1	1285x1285	50.5x50.5	1285x2605	50.5x102.5	3-50	1/8 - 2
Corecell	M80	Yellow + Blue	85	5.3	1220x1220	48x48	1220x2440	48x96	3-50	1/8 - 2
Corecell	M100	Yellow + Black	107.5	6.7	1130x1130	44.5x44.5	1130x2275	44.5x89.5	3-48	1/8 - 17/8
Corecell	M130	Yellow + Light Brown	140	8.7	1015x1015	40x40	1015x2045	40x80.5	3-44	1/8 - 13/4
Corecell	M200	Yellow + Brown	200	12.5	915x915	36x36	915x1830	36x72	3-31	1/8 - 11/4

Gurit® PVC and Gurit® PVC HT

Core Type	Density	Short Edge Marking	Nominal Density		Half Sheet Size		Nominal Sheet Size		Unbonded Thickness Range	
			kg/m3	lb/ft3	mm	inches	mm	inches	mm	inches
PVC	40	Azure	40	2.5	Please contact your local Gurit representative		1330 x 2850	52.4x112.2	3-84	1/8 3 5/16
PVC	48	Lilac	48	3			1270 x 2730	50x107.5	3-80	1/8 3 5/32
PVC	60	Yellow	60	3.75			1150 x 2450	45.3x96.4	3-78	1/8 3 5/64
PVC	HT60	Pink	60	3.75			1120 x 2400	44.1x94.5	3-78	1/8 3 5/64
PVC	80	Green	80	5			1020 x 2180	40.2x85.8	3-72	1/8 - 2 53/64
PVC	HT80	Light Yellow	80	5			1005 x 2150	39.6x84.6	3-75	1/8 2 61/64
PVC	100	Red	100	6.24			950 x 2050	37.4x80.7	3-68	1/8 2 43/64
PVC	130	Blue	130	8.12			850 x 1900	33.5x74.8	3-58	1/8 2 9/32
PVC	200	Brown	200	12.5			750 x 1600	29.5x63	3-48	1/8 - 1 57/64
PVC	250	Green	250	15.6			700 x 1500	27.6x59	3-47	1/8 - 1 27/32

Cargas

Microballoons

Brown microsphere filler powder used to make glues or paste fillers.

Size	Order Code
0.3 kg (approx. 3 litres)	A225-003
5.0 kg (approx. 50 litres)	A225-005
12.0 kg (approx. 120 litres)	A225-007

Glass Bubbles

White microsphere filler powder used to make glues or paste fillers.

Size	Order Code
0.12 kg (approx. 1-1.5 litre) (minimum order 5 units)	A230-005
0.3 kg (approx. 2-3 litres)	A230-001
5.0 kg (approx. 30-50 litres)	A230-003

Microfibres

Cellulose fibres used to make adhesive mixes.

Size	Order Code
0.5 kg (approx. 5 litres)	A215-003
5.0 kg (approx. 50 litres)	A215-005
20.0 kg (approx. 200 litres)	A215-007

Colloidal Silica

Fine, anti sag, filler powder. Use in combination with other filler powders.

Size	Order Code
0.25 kg (approx. 5 litres)	A220-003
2.5 kg (approx. 50 litres)	A220-005
10.0 kg (approx. 200 litres)	A220-006

ANEXO I: Costes barco.

Costes barco.

	Material	gramage	espesor	nº/lado	nº total	
CASCO						
Fondo casco						
14	Equilibrado 0/90º	300		1	2	28
14	UD 0º	300		2	4	56
14	Equilibrado 0/90º	300		1	2	28
14	Bx +/-45º	300		1	2	28
14	PVC 130Kg/m3 40	130	40	1	1	14
Costado intermedio, pant						
25	Equilibrado 0/90º	300		1	2	50
25	UD 0º	300		1	2	50
25	Equilibrado 0/90º	300		1	2	50
25	PVC 80Kg/m3 40	80	40	1	1	25
Costado						
15	Equilibrado 0/90º	300		2	4	60
15	Bx +/-45º	300		1	2	30
15	PVC 80Kg/m3 40	80	40	1	1	15
Refuerzos locales quilla/mástil						
20	UD 0º	300				20
Cadenotes y vientos						
15	Bx +/-45º	300				15
Stay/backstay						
10	Equilibrado 0/90º	300				10
CUBIERTA						
Cubierta						
17,4	Bx +/-45º	300		2	4	69,6
17,4	Equilibrado 0/90º	300		1	2	34,8
17,4	PVC 80Kg/m3 20	80	20	1	1	17,4
Cabina						
7	Bx +/-45º	300		2	4	28
7	Equilibrado 0/90º	300		1	2	14
Cabina zona roof						
6,5	Bx +/-45º	300		2	4	26
6,5	Equilibrado 0/90º	300		2	4	26
Refuerzos locales livets y roof						
20	UD 0º	300				20
Mamparo cabina						
2,5	Bx +/-45º	300		1	2	5
2,5	Equilibrado 0/90º	300		1	2	5
2,5	PVC 80Kg/m3 20	80	20	1	1	2,5
Mamparo bajada						
2,5	Bx +/-45º	300		1	2	5
2,5	Equilibrado 0/90º	300		1	2	5
2,5	PVC 80Kg/m3 30	80	30	1	1	2,5
Scarf para esfuerzos quilla						
20	UD 0º	300				20
Varenga de quilla y mamparo mástil						
3,7	Bx +/-45º	300		1	2	7,4
3,7	Equilibrado 0/90º	300		1	2	7,4
3,7	PVC 80Kg/m3 30	80	30	1	1	3,7
Scarf para retoma de esfuerzos de quilla y mastil						
35	UD 0º	300				35
Mamparo delantero						
2,8	Bx +/-45º	300		1	2	5,6
2,8	Equilibrado 0/90º	300		1	2	5,6
2,8	PVC 80Kg/m3 20	80	20	1	1	2,8
Scarf esfuerzos quilla y pie de mastil						
2	UD 0º	300				2
Mamparo estanco						
1,4	Bx +/-45º	300		1	2	2,8
1,4	Equilibrado 0/90º	300		1	2	2,8
1,4	PVC 80Kg/m3 20	80	20	1	1	1,4
Rigidizador axial						
2,7	Bx +/-45º	300		2	4	10,8
2,7	Equilibrado 0/90º	300		2	4	10,8
2,7	PVC 80Kg/m3 20	80	20	1	1	2,7
Perfil I						
15	UD 0º	300				15
Rigidizador long lateral 1						
5	Bx +/-45º	300		2	4	20
5	Equilibrado 0/90º	300		2	4	20
5	PVC 80Kg/m3 20	80	20	1	1	5
Perfil I						
12	UD 0º	300				12
Rigidizador long lateral 2						
5	Bx +/-45º	300		2	4	20
5	Equilibrado 0/90º	300		2	4	20
5	PVC 80Kg/m3 20	80	20	1	1	5
Perfil I						
12	UD 0º	300				12
12	UD 0º	300				12
Apendices						
	quilla	120	CE			
100	UD 0º				1	100
	timón	6 Kg	CE			

	Cantidad m	esp			
UD 0º	354				
Equilibrado 0/90º	377,4			Kg fibra	
Bx +/-45º	273,2		1004,6	301,38	**391,794 Kg fibra+resina**
PVC 130Kg/m3 40	14	40	72,8		
PVC 80Kg/m3 40	40	40	128		
PVC 80Kg/m3 20	36,8	20	58,88		
PVC 80Kg/m3 30	6,2	30	14,88		**274,56 Peso núcleos**
Adhesivo	50				
Masillas y pinturas					

7 fibra + resina a 4 Euros/m²
6 Adhesivp Euros/Kg
PVP: Fungibles:
7032,2 1406,44

2500 Núcleos

300 Adhesivo
1500 Masillas y pinturas

666,354 Peso Casco estructura | **11332 PVP mat casco**

530 Masa útil | **12739 PVP con fungibles**

25,73% Desperdicio

	1 molde+ grada											
	nº Op	HH	LT	Equipo principal		Organización mínima equipos de 10 OP 2 barcos/mes						
Corte pre-preg	2	78	24			24						
Casco curado	6	86	21	Molde casco								
Refuerzos locales, piezas aux	10	99	18	Moldes aux			18					
Casco desmoldeado	2	28	14	Molde casco								
Mamparos	6	58,5	18,25	Moldes mam				18,25				
Forros interiores recanteados	8	117	24	Moldes forros								
Cubierta volteada	8	130,5	26,75	Molde de cubierta						26,75		
timón acabado	2	40,2	24,6	Molde timón					24,6			
Orza acabada	2	40,7	24,85	Molde orza								
Barco Ensamblado	10	107	15,5	Grada ensamblaje							15,5	
Montaje y acabados	6	77	14	Stand Acabados								14
Total	62	862	26,75	35	224,95	2,95986842						
		1658,5	224,95	TT								
		51,97%	Falta descontar tiempos de curado si noche turno descargado									

Coste barco

materiales	12.738,64 €	
amortización utillaj	5.200,00 €	
costes planta	1.500,00 €	
HH fabricación MOI	41.462,50 €	21.547,50 €
Horas MOI	4.146,25 €	3.232,13 €
Motor	5.000,00 €	
Mastil, acastillaje	7.500,00 €	
velas	4.000,00 €	
equipos navegación	1.500,00 €	
Interiores	3.000,00 €	
Coste	**86.047,39 €**	65.218,27 €
Precio venta públic	**90.349,76 €**	**68.479,18 €**

100,00	unidades
25,00 €	Euros/hora MOD
3.000,00 €	Euros/mes alquiler y servicios planta
2	barcos/mes
5,00%	Margenes

Mercado barcos orientativo (base de datos anterior a 2010):

Modelo año 2004	Eslora	Manga Max	Peso (t)	Coste	
Sunbeam 26S	8,00	2,50	2,25	64.767 €	
Seabird	8,22	2,08	2,80	109.000 €	Madera
First 27.7	8,30	3,00	2,79	51.225 €	
Pogo 8,50	8,50	3,60	2,80	62.900 €	
Sun Odyssey 29.2	8,50	2,98	2,80	57.510 €	
Camden sloop 28'3''	8,60	2,05	1,60	118.000 €	Madera
Kaliff 8.7	8,70	3,30	2,40	97.500 €	
Dehler 29	8,75	2,95	3,20	65.590 €	
Feeling 30 DI	8,78	3,08	3,35	74.152 €	
Bi-Loup89	8,90	2,73	3,00	61.800 €	
Etap 30i	8,93	3,16	3,50	82.192 €	
X-302 MKII	9,10	3,00	3,60	92.690 €	
Mumm 30	9,43	3,08	2,04	120.000 €	Deportivo
Hanse 311	9,45	3,20	4,10	69.900 €	
Sun Fast 32i	9,45	3,30	4,19	80.750 €	
First 31.7	9,50	3,23	3,75	74.331 €	
Bongo 9.6	9,60	3,70	3,00	90.900 €	
Dufour 32 Classic	9,64	3,28	4,43	81.552 €	
Oceanis 323 Clipper	9,75	3,24	3,85	74.989 €	
RM 980	9,80	3,50	3,50	98.400 €	
Event 34	9,99	3,45	5,20	105.900 €	

Bibliografía.

Construcción Naval:

Autor: LARS LARSSON, ROLF E LIASSON

Título: Principles of Yacht Design

Edición: adlard coles nautical, London (ISBN: 0-7136-3855-9)

Materiales Compuestos:

Autor: A MIRAVETE, J. CUARTERO, A. CHIMINELLI, M. ARRERA, G. VARGAS

Título: Curso de Materiales Compuestos

Edición: Universidad de Zaragoza

Autor: ALEJANDRO BESENDNJAK DIETRICH

Título: Materiales compuestos, Procesos de fabricación de embarcaciones.

Edición: Edicions UPC, 2005

Industrialización:

Autor: RAMÓN ALCAÍN PARTEARROYO

Título: Cómo gestionar la producción

Edición: Manuales IMPI

Autor: RICHARD C VAUGHN

Título: Introducción a la ingeniería industrial

Edición: Reverté 1988

Autor: DANIEL SIPPER, ROBERT L. BULFIN JR

Título: Planeación y control de la producción

Edición: McGraw-Hill Interamericana Editores

Links de interés:

http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/conceptosdeproduccion/

http://www.eagle.org/eagleExternalPortalWEB/appmanager/absEagle/absEagleDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=abs_eagle_portal_rules_guides_download_page&nodePath=%2FBEA+Repository%2FRules%26Guides%2FCurrent%2F37_OffshoreRacingYachts

http://www.finot.com/general/index_ang.htm