

ENFOQUES INNOVADORES DE SISTEPLANT PARA LA FABRICACIÓN DE PALAS DE AEROGENERADORES

PRODUCTO VIGA + CONCHA

1. Mejoras ORGANIZATIVAS

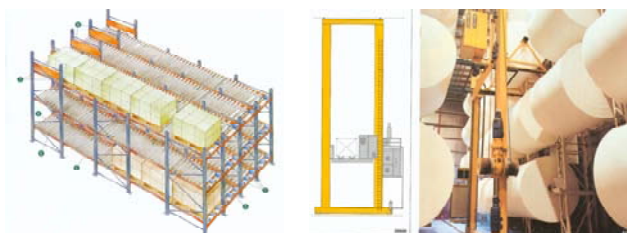
La optimización por parte de clientes se centra en los procesos que comprenden las etapas de corte de MP, moldeo, curado y desmoldeo; obviando otras como el acabado, verdadero cuello de botella del sistema. Si se quiere reducir verdaderamente el LT de producción del producto (30 h internas aproximadamente desde el corte para un modelo de pala muy grande), se debería considerar la optimización de todo el sistema productivo en su globalidad, desde la captación de la necesidad del cliente y la cadena de suministro, hasta la entrega del producto final introduciendo conceptos como el flujo continuo (línea de montaje-fabricación en continuo o a pulsos) o los sistemas de reaprovisionamiento PULL.

Oportunidad de mejora en el diseño del producto.

Tratamos con una referencia constituida por 2 partes principales diferenciadas (viga y concha) que requieren distintos procesos de fabricación para una posterior integración. Además, dichos procesos, necesitan de diferentes etapas de curado que incrementan el LT de producto final. Un cambio radical en la concepción del diseño sería la integración de los 2 componentes actuales en 1 único con diferentes espesores según sección: podría estar basado en una estructura hueca con refuerzos (moldeo y cocurado de piel y refuerzos “en fresco” en base a la utilización de separadores o “módulos”) o distintos grosores por sección creados a partir de la superposición de fibras (compactaciones intermedias durante el moldeo para asegurar posicionamiento).

Optimización de la gestión de MP y componentes.

- Sistemas de reaprovisionamiento PULL (en marcha en el proyecto actual de ingeniería)
- Optimización del almacenamiento de MP: Almacenes automáticos o estanterías de gravedad para referencias cilíndricas o rollos, sala de APQ's (por cuestiones de seguridad),...



Optimización del layout, takt y flujo continuo.

Problemas del concepto actual:

- Un layout basado en el transporte longitudinal del producto requiere de un gran esfuerzo logístico y de necesidad de espacio de maniobra
- Baja estandarización de tareas
- Desequilibrio entre etapas-puestos de trabajo. Necesidad de un análisis carga-capacidad efectivo
- Cuellos de botella no optimizados
- Calidad de producto no acotada. Necesidad de reparación con requisitos de tiempo muy variables
- Estrategia de producción PUSH

Propuestas de mejora.

1. Definición del takt ideal y objetivo
2. Definición de objetivos de LT y tiempos de ciclo por proceso tras análisis de optimización de tareas
3. Equilibrado de las etapas-puestos de fabricación en función de “bolsas de tiempo” equivalentes al takt objetivo
4. Solución de las restricciones organizativas-tecnológicas que impidan a priori la implementación física de la división de tareas propuesta
5. Implementar de forma efectiva una línea de trabajo “a pulsos”

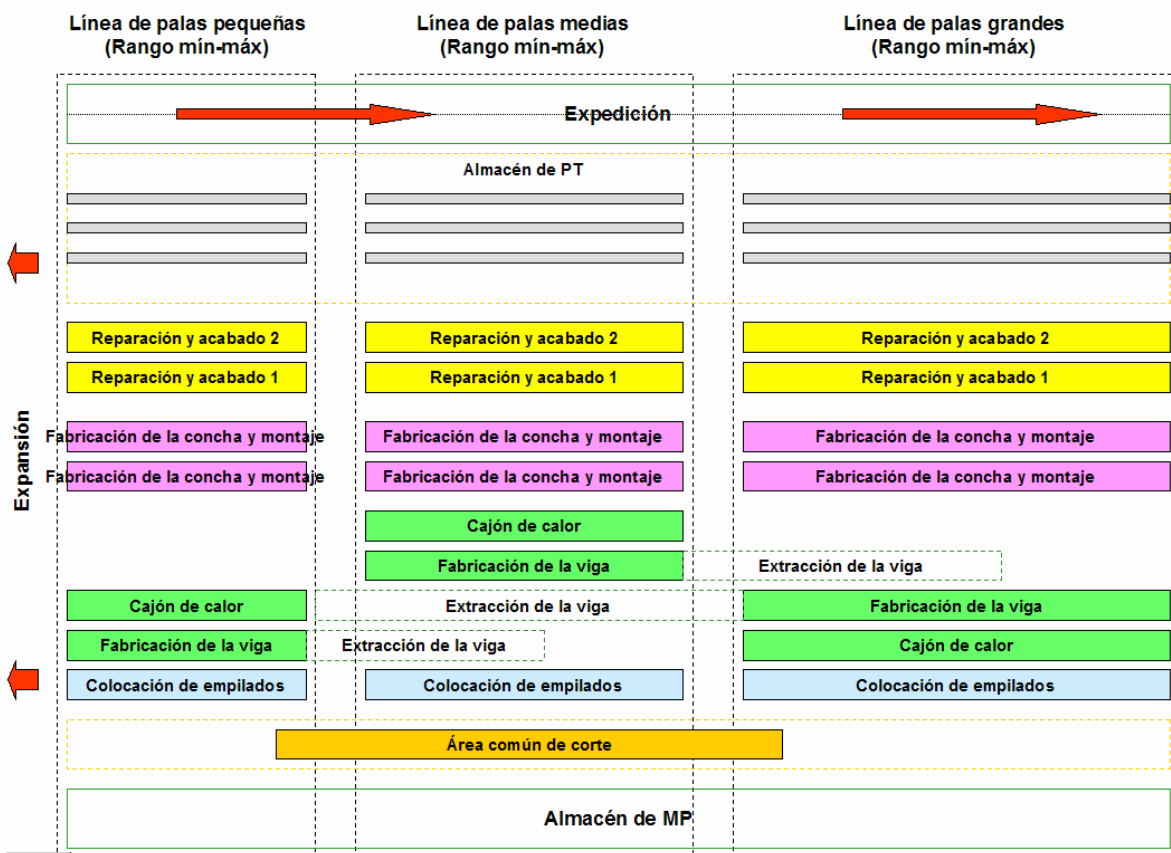
Una propuesta de layout ideal que se ajuste al concepto expuesto anteriormente y que minimice movimientos y área ocupada puede ser una distribución de puestos por producto (y no por unidad de gestión) con movimiento de material transversal (y no longitudinal como se realiza actualmente). Si algún puesto no justificara su dedicación completa a un producto podría ser compartido pero siempre manteniendo un flujo de materiales coherente. Así mismo, puede necesitarse doblar algún área integrada actual si su tiempo de ciclo es superior al takt objetivo. Este nuevo concepto requiere de una filosofía PULL de fabricación evitando acumulación de stock entre puestos ajustándonos a la demanda.

Este layout de la línea a pulsos de cada producto deberá ocupar, en la medida de lo posible, un rango de longitudes, para así poder amoldarse sin problemas a posibles cambios sin necesarias transformaciones traumáticas.

Está separación por unidades de trabajo coincidentes con el takt por producto no tiene por qué suponer una dedicación de la plantilla en todos los procesos si no se justifica. Por ejemplo, en áreas como el corte o la reparación (en este último caso tiempo variable para distintas palas de una misma referencia) se pueden crear equipos de trabajo que atiendan distintas líneas. Estos equipos deberán de trabajar “full time” (según la programación de producción) sobre una referencia en concreto hasta que esta esté concluida, para no caer en el desorden que suele provocar esta forma de trabajar.

No se ha tenido en cuenta en este estudio la posible integración de otros componentes del aerogenerador al sistema productivo, restringiendo únicamente el estudio a la optimización de la fabricación de palas.

El layout expuesto a continuación como ejemplo, puede variar en función de la implementación de las otras alternativas expuestas en el presente documento:



2. Mejoras TECNOLÓGICAS:

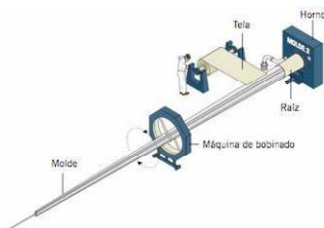
Toda mejora tecnológica debería enmarcarse en el ámbito de un modelo organizativo ideal diseñado para una planta de producción de palas + una adecuación de dicho modelo a las restricciones de las instalaciones actuales. Así, todas las mejoras tanto tecnológicas como organizativas irían orientadas hacia un objetivo común sin desviaciones (en numerosas ocasiones, en este tipo de sectores, se da el caso de grandes inversiones políticas no enfocadas hacia un modelo de optimización global). Este modelo contaría con una serie de supuestos ideales (layout, plantilla,...), un sistema organizativo óptimo y una serie de especificaciones para el desarrollo de soluciones tecnológicas que permitan habilitar de forma efectiva los conceptos Lean. Podría estar acompañado de una simulación (quest,...) que clarificara como la propuesta de nuevos flujos de producto mejora los tiempos de proceso y globales de producto.

- Fase de corte y empilado de la viga:
 - El método actual de corte, empilado y posicionamiento de telas para la confección de la viga es bastante laborioso y difícilmente preciso (posicionamiento de un empilado de telas de 40 m sobre un macho). El LT entre el comienzo del corte de las telas y el comienzo del posicionamiento es de 7 h por parte de 2 operarios. La colocación de cada empilado requiere de 2 h de 4 personas.

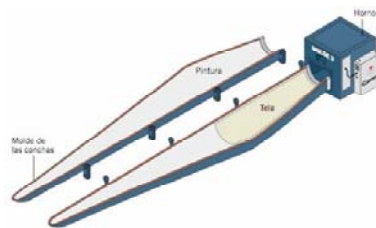
- Para mejorar la precisión de la fabricación y la colocación del empilado sobre la viga, se podría recurrir a un sistema de referencia basado en proyectores láser (al igual que se utiliza en el moldeo de composites en aeronáutica) que evitaría posibles desalineamientos que puedan incrementar los tiempos de reparación posteriores.



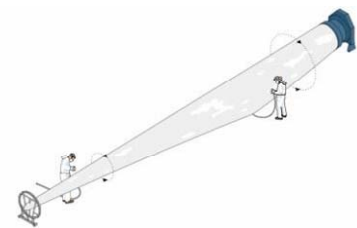
Fabricación de la viga



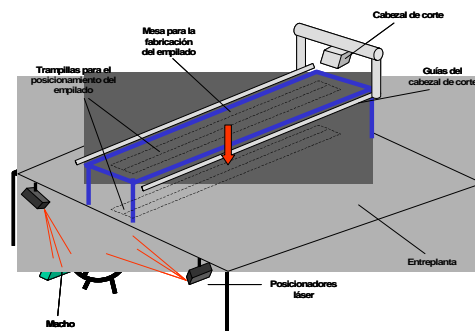
Fabricación de la concha



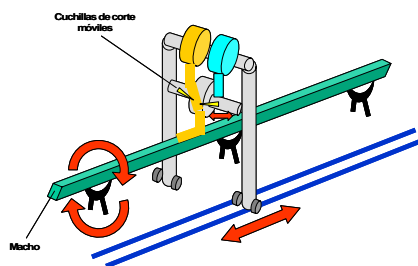
Desbarbado y pulido



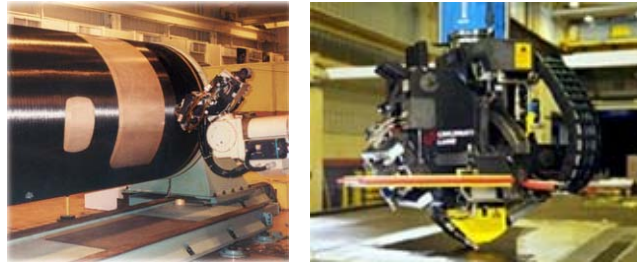
- Otro concepto a aplicar podría ser el trabajo a distintos niveles para mejorar los tiempos y problemas que surgen en la manipulación de componentes de gran tamaño (uso reiterado de un recurso compartido como es el puente grúa, esperas, posicionamiento, uso de útiles de manipulación,...)



- Otro procedimiento: Sistema automático integrado de corte y posicionamiento de telas sobre el macho:
 - Alternativa 1: Desenrollado, corte (otra opción sería comenzar con telas ya cortadas y enrolladas → subcontratar), retirada de papel protector y posicionamiento de las telas sobre el macho (para el cambio de referencia funcionaría de forma similar al "Robin" → aprox. requerimiento de 3 referencias distintas)

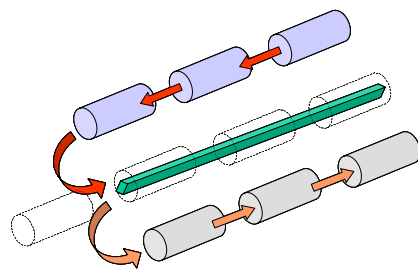


- Alternativa 2: Sistema tipo Fiberplacement (AFP) o Encintadora (ATL):

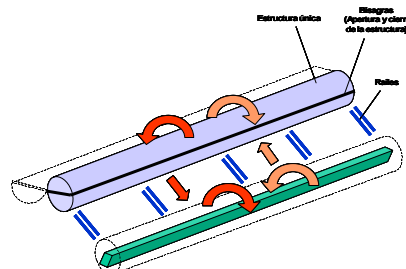


- Fase de curado de viga:

Cambio del concepto actual basado en “cajones de calor” introducidos por los extremos de la viga por un sistema de colocación más ágil y menos exigente en cuestión de espacio en planta necesario para su uso. Actualmente el tiempo necesario para colocar y retirar los cajones es de aproximadamente 2h.



“Modelo actual”



“Modelo propuesto”

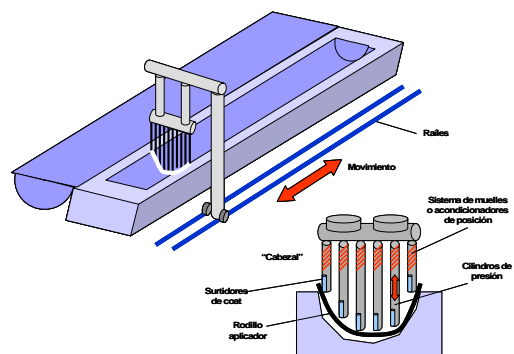
El nuevo concepto se trataría de un sistema de posicionamiento y retirada automático similar al utilizado actualmente para la colocación del utillaje de curado de la concha.

- Fase de corte, moldeo y curado de concha:

- Actualmente, la preparación previa y la aplicación de “coat” presenta una serie de inconvenientes:

- Proceso totalmente manual: 1 operario va depositando un chorro de material por medio de una manguera mientras otros 3-4 lo van distribuyendo sobre el útil mediante rodillos de mano → LT de aprox. 45’
- No cumplimiento de las tolerancias de diseño que exigen un espesor y homogeneidad de “coat” específico. Este hecho puede influir en la aparición posterior de imperfecciones en el post-curado que generan un incremento de LT de acabado y reparaciones (cuello de botella del sistema).
- Gasto extra de material de aporte con respecto al de diseño

- Se propone la utilización de un sistema automático o semiautomático de aplicación de “coat” basado en un aplicador de material adaptable a la superficie del utillaje de la concha.



- Otro concepto podría ser el pensado a futuro para la realización de la serigrafía previa del conformado superplástico de titanio en aeronáutica: Impresión semejante a la realizada por una impresora de inyección de tinta.
- Automatización del corte y moldeo a través de tecnologías como el Fiberplacement (AFP) o Encintado (ATL). Algunos clientes ya han realizado alguna iniciativa en este sentido con no muy buenos resultados. Estamos investigando si los problemas han venido por ser un desarrollo demasiado novedoso (no se contaba con experiencia previa). En tal caso, sería interesante contactar con empresas punteras en este campo.

Estamos analizando hasta que punto han sido estudiadas otras alternativas tecnológicas de moldeo como el RTM (Resin Transfer Molding) en este sector.



- Transporte interno de referencias en curso:

Actualmente se realiza mediante un recurso compartido como es el puente grúa (esperas, posicionamientos, necesidad de útiles de manipulación-eslingas,...).

Se propone la utilización de un transporte automático (AGV), semiautomático (carro guiado) o manual (superpusher → tractor y empujador) a nivel de suelo. Este concepto seguramente requeriría un layout permanente y optimizado.



Otro concepto a estudiar sería una extrapolación de la distribución de planta que se utiliza en otros sectores (químico, automoción,...): dedicar cada nivel de la planta a una tarea en concreto. Por ejemplo: Nivel (-1) para almacenamiento de MP, Nivel (0) para la elaboración de procesos de la línea principal y transporte de producto en curso y Nivel (1) para la realización de tareas secundarias y transporte de materiales y componentes.

D. Javier Borda Elejabarrieta
 Dr. Ingeniero Industrial y MBA
 Consejero Delegado de SISTEPLANT
 Presidente de GoldGym Aerospace
 Profesor de Dirección de Producción Universidad Comercial de Deusto
 Miembro de IFIP (UNESCO)