

## Proporcionar el paradigma de diseño de próxima generación para los constructores navales

Los sistemas especializados de diseño asistido por computadora (CAD) marino y los sistemas convencionales de gestión del ciclo de vida del producto (PLM) tienen sus respectivas fortalezas, pero ninguno de los dos puede cubrir completamente las necesidades de diseño y configuración para un producto masivo como un barco. La tecnología de diseño de 4ª generación (4GD) utiliza un enfoque de diseño basado en componentes para proporcionar un paradigma de diseño y gestión de datos que combina lo mejor de ambos sistemas, lo que permite a los constructores navales satisfacer la demanda de buques cada vez más complejos en un entorno cada vez más competitivo.

### Resumen ejecutivo

Los sistemas actuales de construcción naval comercial tienden a caer en una de dos categorías. Los primeros son sistemas CAD marinos especializados que proporcionan herramientas de diseño multidisciplinarias para diseñar buques compuestos por millones de componentes, pero no proporcionan un entorno de ciclo de vida de datos rico y tienen capacidades de gestión de configuración limitadas, si las hay. El segundo son los sistemas PLM convencionales que proporcionan soluciones ricas de ciclo de vida del producto de extremo a extremo que respaldan una sólida gestión de la configuración y la integración de fabricación, pero están mal equipados para manejar el gran tamaño y el volumen de datos de los barcos. En este documento discutiremos el diseño de 4ª generación (4GD), un enfoque avanzado que cuando se integra en los sistemas PLM exhibe los beneficios de ambas categorías, lo que permite un entorno de construcción naval PLM que lo abarca todo para el diseño masivo de productos.

Este documento está organizado de la siguiente manera: En primer lugar, es una discusión de los desafíos que enfrentan los constructores navales que utilizan sistemas en las dos categorías descritas anteriormente. En segundo lugar, presentamos el nuevo enfoque avanzado que combina la riqueza de la gestión de datos PLM con el entorno de diseño efectivo de CAD marino especializado. Este enfoque requiere una tecnología 4GD integrada en los sistemas PLM para gestionar los datos de los buques a nivel basado en componentes. Finalmente, discutimos cómo se aborda cada uno de los desafíos con 4GD.

### Hacer frente a los desafíos del diseño de buques sin una rica red troncal de gestión de datos

#### X-Plan s.r.l.

Santamarina 1311 - (B1644BTE)

Victoria - Bs. As. - Argentina

☎/📠 (54-11) 4746-0040

✉ [info@x-plan.com](mailto:info@x-plan.com)

🌐 [www.x-plan.com](http://www.x-plan.com)



Las demandas del diseño de buques requieren una rica red troncal de gestión de datos de PLM, que incluye:

- Gestión de extremo a extremo de todos los datos de PLM
- Automatización del flujo de trabajo y gestión de cambios eficiente
- Control de versiones y evolución controlada de los datos de productos
- Reutilización de diseño en todos los buques
- Configuración histórica Estudios paralelos
- Formato abierto para el intercambio de datos de productos

Desafío de PLM 1: gestión de extremo a extremo de todos los datos del ciclo de vida del producto Una de las fortalezas fundamentales de una red troncal de PLM rica es la capacidad de respaldar sin problemas la evolución de la definición del producto a lo largo de todo el ciclo de vida del mismo. Capacidades como la gestión del diseño conceptual y la definición temprana de requisitos; planificación y seguimiento de proyectos; gestión del cambio; la planificación de la fabricación y la definición de productos posteriores a la entrega y en servicio son fortalezas clave de PLM.

A lo largo del ciclo de vida del producto, la configuración de todos los datos del producto y cualquier otra información relacionada se gestiona en la base de datos, gobernada por procesos establecidos y reglas de negocio en lugar de almacenarse en un entorno no administrado con procesos ad hoc o controles de acceso. Los sistemas CAD marinos especializados generalmente solo tienen un soporte limitado para tales capacidades, que son fundamentales para una rica red troncal de PLM. Está más allá del alcance de este documento discutir cada uno de estos aspectos de PLM en detalle, por lo que los siguientes párrafos discuten solo una fase crítica de definición del producto: cómo desarrollar una conexión perfecta desde el diseño hasta la fabricación para la planificación y producción del producto. Por lo general, una lista de materiales de diseño o ingeniería (BOM) se organiza de una manera que es relevante y optimizada para la ingeniería. A menudo, hay una organización diferente de la información del producto que es óptima para la planificación de la fabricación. Además, normalmente hay información específica del dominio que se aplica solo al diseño o a la fabricación (u otras disciplinas).

Los sistemas PLM brindan la flexibilidad necesaria a la organización de planificación de fabricación para construir y administrar una lista de materiales de planificación de fabricación (PBOM) que se basa y asocia a la lista de materiales de ingeniería (EBOM, que son esencialmente los datos CAD). Permite que el PBOM se organice de manera flexible y permite agregar metadatos para capturar información específica de la planificación de fabricación. Además, un sistema PLM proporciona verificación de responsabilidad para validar visualmente que todas las piezas requeridas del EBOM se han consumido en el

**X-Plan s.r.l.**

Santamarina 1311 - (B1644BTE)

Victoria - Bs. As. – Argentina

☎/📠 (54-11) 4746-0040

✉ [info@x-plan.com](mailto:info@x-plan.com)

🌐 [www.x-plan.com](http://www.x-plan.com)



PBOM. La capacidad de permitir sin problemas que la definición del producto se aproveche tanto por la planificación de ingeniería / diseño como por la fabricación, al tiempo que permite a ambos grupos organizar el producto y capturar la información que es relevante para su dominio sin afectar al otro, se basa en la capacidad de una red troncal de PLM para mantener la asociatividad en los dos dominios a medida que se lleva a cabo esta evolución paralela.

Desafío 2 del PLM: automatización del flujo de trabajo y gestión eficiente del cambio El soporte flexible del flujo de trabajo garantiza que los procesos de validación, revisión y lanzamiento se sigan de manera consistente en toda la empresa. La realización de estas validaciones es ejecutada por el sistema según el proceso de negocio prescrito en lugar de ser realizada manualmente por usuarios individuales. El flujo de trabajo en los sistemas PLM proporciona una forma clara de definir procesos flexibles que garantizan su aplicación de manera consistente a medida que evolucionan los datos del producto. Esto incluye garantizar que se sigan los pasos correctos de creación, revisión y aprobación, que los usuarios apropiados participen en cada uno y que se cumplan todos los criterios de datos antes de que se puedan lograr diferentes hitos o madurez. Del mismo modo, la gestión del cambio es una capacidad crítica para garantizar la evolución controlada de los datos del producto y la autorización del trabajo de acuerdo con las reglas comerciales. La gestión de cambios permite a la empresa controlar la emisión de autorizaciones de cambio para realizar el trabajo y publicar nuevos datos de productos.

Esto, a su vez, asegura que solo se gaste una cantidad mínima de esfuerzo hasta que la empresa valide la intención de continuar con el trabajo de diseño propuesto. Por ejemplo, si se identifica la necesidad de un cambio de diseño significativo, a la empresa le gustaría que el cambio propuesto y sus impactos sean elaborados y aprobados por las partes interesadas clave antes de proceder con el diseño detallado completo. Aprovechar la gestión del cambio junto con el flujo de trabajo garantiza que se siga un proceso de negocio repetible con la cantidad adecuada de rigor y supervisión en función del impacto, el costo, la urgencia u otros factores relevantes para el trabajo que se está realizando. Los sistemas CAD marinos especializados suelen tener un soporte limitado para la automatización robusta del flujo de trabajo y la gestión de cambios.

Desafío 3 de PLM: control de versiones y evolución controlada de los datos del producto Un principio clave de la gestión de la configuración es la capacidad de controlar la evolución de los datos a medida que cambian con el tiempo. Es fundamental que un usuario sea capaz de comprender el linaje de un objeto a través de múltiples iteraciones (llamadas revisiones o

**X-Plan s.r.l.**

Santamarina 1311 - (B1644BTE)

Victoria - Bs. As. – Argentina

☎/📠 (54-11) 4746-0040

✉ [info@x-plan.com](mailto:info@x-plan.com)

🌐 [www.x-plan.com](http://www.x-plan.com)



versiones). Del mismo modo, es necesario poder determinar claramente qué iteración fue relevante para un nivel específico de madurez en un momento dado en el tiempo o para un barco específico. El control de versiones y la capacidad de configurar datos en función de la madurez o la efectividad del casco (la efectividad es un término común en PLM que puede no ser ampliamente conocido en la construcción naval. La especificación de la efectividad en un diseño permite que se sancione explícitamente para su reutilización solo en los buques/ cascos especificados. Este es un método poderoso para permitir la reutilización controlada sobre la clonación) es uno de los poderosos elementos fundamentales de la administración de la configuración. Permite que el diseño del buque evolucione de una manera controlada que facilita los procesos de verificación y aprobación y mantiene un registro histórico de la evolución del diseño. Además, constituye la base de una gestión de configuración flexible en la que el barco se puede configurar para combinaciones de diseños en trabajo, parcialmente aprobados y liberados. Los sistemas CAD marinos especializados generalmente carecen de la capacidad de evolucionar y reutilizar los datos de diseño en múltiples buques de manera controlada sin duplicación de datos.

Desafío PLM 4: reutilización del diseño en todos los barcos. Aunque dos barcos rara vez o nunca son idénticos en todos los aspectos, un constructor naval intentará aprovechar los diseños de barcos anteriores tanto como sea posible para reducir los costos y riesgos. Históricamente, esta reutilización para los constructores navales ha sido limitada, y generalmente implica un enfoque basado en la clonación en lugar de la verdadera reutilización.

Las capacidades de gestión de la configuración de PLM admiten la reutilización al permitir que se administre un diseño único para toda una familia de buques. El contenido de diseño que es relevante para uno o más (pero no necesariamente todos) los buques de la familia se pueden calificar fácilmente para que solo se configuren los datos relevantes para cada barco. Para los datos que son de hecho comunes y directamente reutilizables, no se requiere copia ni clonación. Una red troncal de PLM enriquecida admite el inicio de una nueva configuración de diseño de producto desde un barco anterior. A diferencia de la clonación, que crea una copia completamente nueva de los datos de diseño de todo el barco, el arrastre aprovecha la efectividad del casco y las intenciones de efectividad. Esto permite a los usuarios aceptar o extender el diseño de un barco anterior al buque en funcionamiento actual cuando sea apropiado, e introducir variaciones solo cuando sea necesario. De esta manera, el sistema promueve la reutilización del diseño, al tiempo que requiere una aceptación explícita para certificar si un diseño anterior satisface las necesidades del nuevo diseño.

Los sistemas CAD marinos especializados necesitan la funcionalidad para admitir múltiples buques o una clase de buques en una sola definición que se puede ampliar y modificar a medida que se desarrollan nuevos buques sin requerir la duplicación de datos comunes.

**Desafío PLM 5: configuraciones históricas** La certificación y entrega de un nuevo barco a menudo requiere que diferentes subsistemas o incluso todo el diseño del barco sea revisado y aceptado formalmente en diferentes hitos de diseño. La captura del estado preciso del diseño en estos hitos significativos del negocio se denomina líneas de base de configuración. Al crear una línea de base, un usuario o grupo de usuarios puede capturar una instantánea inmutable del diseño exactamente como existía en un punto específico en el tiempo para un nivel dado de madurez para el barco. Esta línea de base se puede recuperar en cualquier momento en el futuro como un registro concreto de lo que fue el diseño del producto en ese hito en particular. Se puede realizar un seguimiento de múltiples líneas base de configuración o iteraciones de una línea base de configuración determinada a lo largo del tiempo para que tenga un registro claro e inalterable de cada hito significativo. Las líneas de base de configuración se pueden asociar con hitos del contrato, puntos de control formales de aceptación del diseño o simplemente cualquier punto en el tiempo cuando se necesite un registro histórico del diseño del barco. Las soluciones CAD marinas especializadas carecen de la capacidad de evolucionar los datos de diseño a lo largo del tiempo y capturar un registro preciso del diseño en hitos dados para la firma de contratos o registros históricos estables.

**Desafío PLM 6: Estudios paralelos.** A medida que una organización identifica las formas en que el diseño de un barco debe evolucionar u optimizarse, los diseñadores e ingenieros tienen la tarea de proponer y evaluar alternativas para satisfacer los requisitos nuevos o cambiantes de un barco. Puede haber varios usuarios que estén considerando y proponiendo alternativas competitivas para un requisito determinado. Históricamente, no ha habido una forma sencilla para que cada usuario trabaje en su propuesta mientras:

1. Mantener el conocimiento de cualquier dato de diseño circundante relevante a medida que evoluciona
2. No exponer su trabajo preliminar fuera de su grupo de trabajo inmediato.

Como práctica de trabajo, los grupos de diseño han tenido que copiar los datos de diseño relevantes en un espacio de trabajo privado para aislar su trabajo preliminar / provisional de otros usuarios. Esto tiene varios inconvenientes, que incluyen:

1. Obligar a los diseñadores a integrar manualmente su trabajo en la definición maestra del producto más adelante en el proceso
2. Obligar a los diseñadores a actualizar manualmente su espacio de trabajo privado con cambios desde el diseño del barco principal

**X-Plan s.r.l.**

Santamarina 1311 - (B1644BTE)

Victoria - Bs. As. – Argentina

☎/📠 (54-11) 4746-0040

✉ [info@x-plan.com](mailto:info@x-plan.com)

🌐 [www.x-plan.com](http://www.x-plan.com)



3. Exponer a otros usuarios y grupos a alternativas de diseño inmaduras o competidoras para garantizar que el diseñador tenga fácil acceso a los cambios circundantes

Con una rica red troncal de PLM, es sencillo permitir que uno o más usuarios o grupos trabajen en diseños provisionales, posiblemente competidores, en un área determinada del barco, al tiempo que se garantiza que, a medida que cada usuario o grupo está trabajando en su diseño, siempre estén al tanto de cualquier dato de referencia circundante relevante que pueda estar evolucionando en paralelo. Las soluciones CAD marinas especializadas no se pueden utilizar para proporcionar a los usuarios la capacidad de trabajar en colaboración, o en paralelo, en alternativas de diseño sin requerir que los datos de diseño se dupliquen y el diseño elegido se introduzca manualmente en la definición del producto.

Desafío PLM 7: Formato abierto para el intercambio de datos de productos. Un constructor naval necesita intercambiar datos de manera confiable y flexible con proveedores y socios, algunos de los cuales pueden utilizar una herramienta de creación de diseño diferente. Por lo tanto, es importante tener un protocolo rico y abierto para comunicar datos de diseño en ambas direcciones. Por ejemplo, Teamcenter® software de Siemens PLM Software ofrece el potente estándar abierto de JT™ para la gestión de la geometría. Aprovechar este estándar abierto CADneutral y aceptado a nivel mundial para el intercambio de datos, incluidos los datos de geometría, permite una amplia flexibilidad entre un diseñador / fabricante de buques primario y sus (probablemente numerosos) proveedores. El aprovechamiento de JT a lo largo del protocolo de intercambio, compatible con lo que se llama el maletín de intercambio de proveedores en Teamcenter, permite a los proveedores utilizar sus herramientas de diseño nativas al tiempo que pueden compartir e intercambiar datos (incluidas las actualizaciones de proveedores) con el diseñador principal del barco. Las soluciones CAD marinas especializadas suelen carecer de la funcionalidad para adaptarse al diseño multi-CAD y al intercambio flexible de datos de proveedores de ida y vuelta.

#### Resumen del desafío de PLM

Ahora podemos enumerar un conjunto de capacidades troncales de PLM de las que suelen carecer los sistemas CAD marinos cuando se utilizan para el diseño y la fabricación de productos masivos como barcos, que incluyen:

- Gestión de datos de productos de extremo a extremo a lo largo del ciclo de vida del producto
- Automatización del flujo de trabajo y gestión de cambios eficiente
- Control de versiones y evolución controlada de los datos del producto

- Efectividad / arrastre de buques / casco dentro de la clase de barco o desde buques gemelos
- Colaboración o trabajo en paralelo en alternativas diseños sin duplicación
- Líneas de base de productos estables para la certificación de hitos contractuales y soporte para la configuración histórica
- Soporte para contenido de diseño multi-CAD e intercambio flexible de datos de proveedores de ida y vuelta

### Desafíos de la gestión de productos masivos en sistemas PLM

La enorme cantidad de datos de productos necesarios para representar un barco impone algunas demandas únicas a los sistemas PLM, que incluyen:

- Múltiples desgloses organizativos de datos Acceso eficiente a elementos de diseño individuales
- Diseño ad hoc en contexto
- Acceso concurrente

El enfoque actual para administrar productos masivos en los sistemas PLM / CAD convencionales se basa en estructuras de productos jerárquicas, también conocidas como estructuras de ensamblaje. Este enfoque proporciona la gestión de piezas individuales y su uso en productos de moderado a grande. Sin embargo, el uso de sistemas PLM / CAD convencionales para productos masivamente complejos como los barcos, que se componen de millones de piezas y soldaduras que deben gestionarse individualmente, ha revelado un número de desafíos de gestión de datos. Estos desafíos han sido abordados por sucesivas generaciones de tecnología PLM/CAD como se describe a continuación. La tecnología de primera generación para administrar datos de diseño utilizaba colecciones de archivos muy gruesas, a menudo denominadas globs. Cada archivo individual contenía todos los modelos geométricos que representaban una sección del producto, tal vez cientos de modelos en un solo archivo. Sin embargo, a medida que la escala y el alcance de los productos crecieron, también lo hicieron las limitaciones del método. Los archivos no se podían usar para proporcionar una reutilización real de la geometría estándar, ofrecían una concurrencia limitada para grandes equipos de diseño y solo tenían capacidades de gestión de datos muy básicas. Por ejemplo, no había una forma eficiente de saber que dos objetos en dos archivos diferentes en realidad representan el mismo diseño. Esto dio lugar a una duplicación excesiva de los datos de diseño sin una forma formal de identificar la duplicación o resolver problemas básicos de diseño, como la realización de un reemplazo global.

### **X-Plan s.r.l.**

Santamarina 1311 - (B1644BTE)

Victoria - Bs. As. – Argentina

☎/📠 (54-11) 4746-0040

✉ [info@x-plan.com](mailto:info@x-plan.com)

🌐 [www.x-plan.com](http://www.x-plan.com)



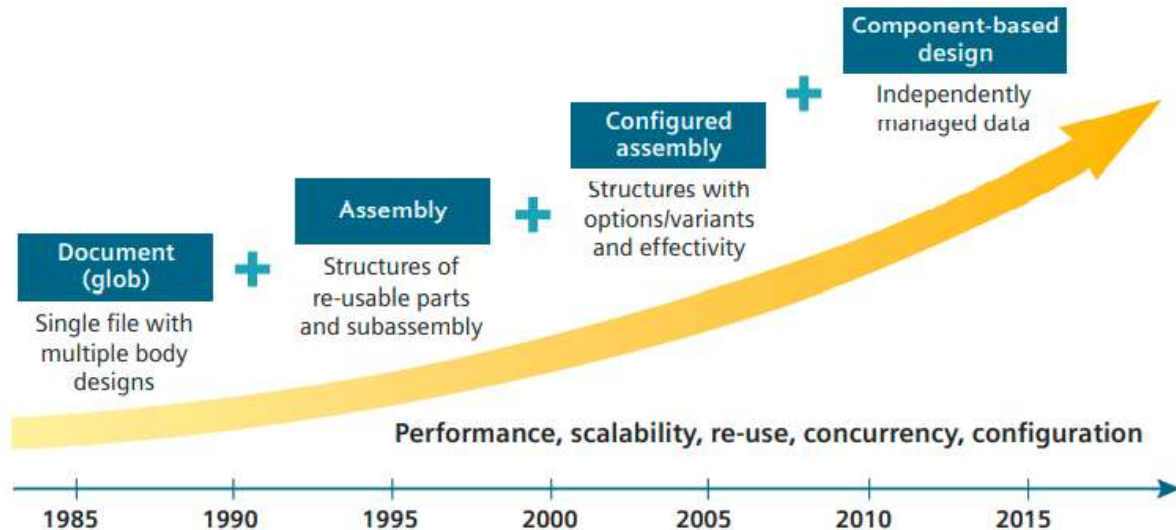


Figura 1: Evolución de la gestión del diseño a gran escala.

La tecnología de segunda generación introdujo ensamblajes para superar las limitaciones del enfoque glob. Estos ensamblajes podrían usarse para permitir que los sistemas comerciales administren con éxito una escala y un alcance de productos mucho mayores que el enfoque glob inicial. Los ensamblados fomentan un enfoque de una sola pieza por archivo para diseñar datos. En el nivel más bajo se encuentran diseños de piezas únicas y piezas reutilizables que se instancian en una jerarquía de ensamblajes y subconjuntos reutilizables. A medida que los sistemas de gestión de datos de productos comerciales maduraron, agregaron otra dimensión importante a la gestión de ensamblajes: ensamblajes y subconjuntos que podrían revisarse bajo control de configuración y asociarse con la variabilidad de la configuración (como opciones y efectividad). Esta tercera generación permitió definir y gestionar la familia de productos de manera más eficiente. Sin embargo, a medida que la escala y el alcance de los productos continuaron creciendo, aparecieron varios desafíos nuevos en el enfoque de ensamblaje utilizado en esta tecnología de tercera generación.

Desafío de ensamblaje 1: Desgloses organizativos de datos múltiples. Los constructores navales organizan el contenido del barco de acuerdo con varios desgloses jerárquicos independientes. Los desgloses organizativos de datos comunes en la construcción naval incluyen:



- Sistema: un desglose organizativo de los sistemas y subsistemas, como el sistema de agua dulce, el sistema eléctrico y el área del sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC)
- Un desglose organizativo por ubicación o zona del barco, como el módulo de cubierta 1 / habitación 1583
- Un desglose organizativo por módulos y submóbles. Para los buques que se construyen de manera modular, los módulos se construyen primero de forma independiente y luego se combinan en un proceso de ensamblaje final

Los desgloses organizativos de datos proporcionan vistas alternativas en el mismo conjunto de datos de diseño. Por ejemplo, un tanque de retención puede ser simultáneamente un miembro de la avería del sistema (por ejemplo, el sistema de agua dulce), la avería del área (por ejemplo, la sala 2249) y la avería del módulo (por ejemplo, el módulo de popa).

Los desgloses organizativos de datos también se utilizan para navegar a los datos de interés, como para encontrar todo lo ubicado en una habitación determinada. También ayudan a proporcionar contexto a los datos. Por ejemplo, en una aplicación CAD es útil mostrar los objetos cargados en sesión en una vista de árbol organizada por el sistema, el área o la jerarquía del módulo. Desafortunadamente, el enfoque de ensamblaje utilizado por los sistemas PLM / CAD convencionales admite una sola estructura organizativa y no se adapta fácilmente a las múltiples estructuras organizativas de datos requeridas por los constructores navales. Esto requiere que los constructores navales se comprometan y definan un método organizativo único y primario y recurran a soluciones alternativas para los demás. Como resultado, los constructores navales administran y navegan por los datos a través de una organización que no es óptima para las necesidades de todos. Los sistemas PLM/CAD convencionales necesitan un método que facilite múltiples vistas organizativas sin duplicación de datos.

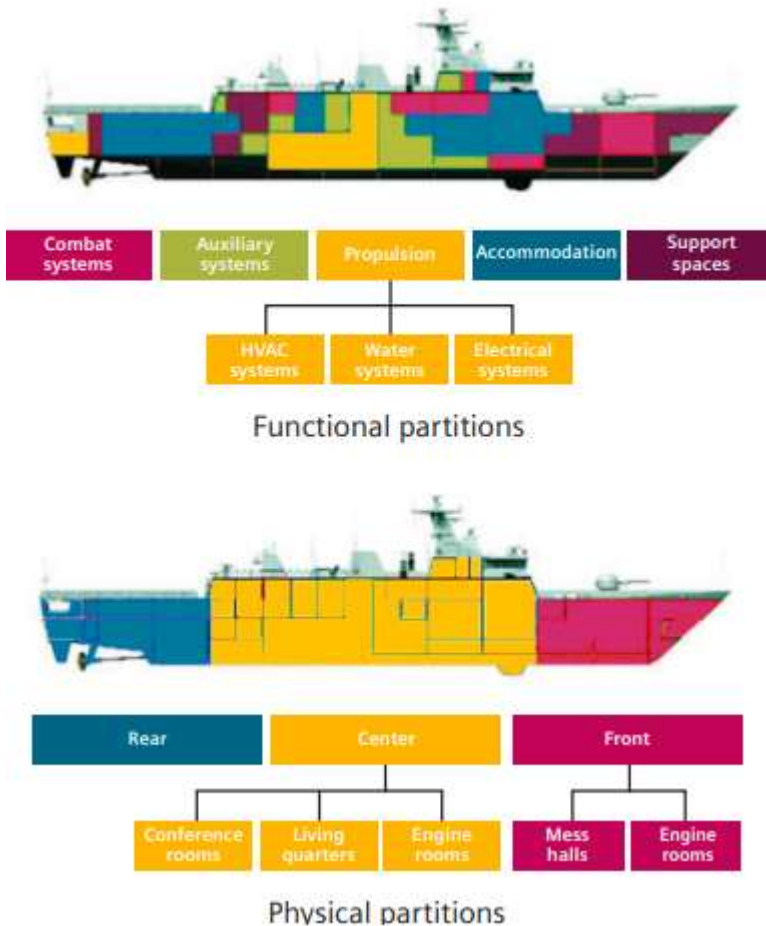


Figura 2: Ejemplo de múltiples organizaciones de datos de productos

Desafío de ensamblaje 2: Acceso eficiente a elementos de diseño individuales

Debido a la gran cantidad de datos que comprende un barco, la estructura jerárquica de ensamblajes y subconjuntos en los sistemas PLM convencionales se vuelve necesariamente profunda y amplia. Estas enormes estructuras de ensamblaje también son configurables (es decir, reglas de revisión, línea de base y efectividad unitaria). Para que los sistemas PLM le brinden la capacidad de acceder a un elemento de diseño particular en la estructura del producto, expande sucesivamente cada nivel en la jerarquía, aplicando reglas de revisión y configuración, y cargando los hijos hasta que se carguen todos los datos deseados. Este

enfoque funciona razonablemente bien para productos de moderado a grande, pero se vuelve problemático cuando se aplica a la escala y el alcance de los datos en un barco.

La búsqueda rápida basada en criterios espaciales y/o de atributos en todo el barco es una necesidad crítica para el diseño de la construcción naval. Y esta búsqueda debe proporcionar resultados actualizados, en lugar de basar los resultados en un caché que se cosechó la noche anterior. En el sistema PLM convencional, los resultados actualizados solo se logran configurando el ensamblaje en el momento en que se realiza la búsqueda, lo que para un producto la escala y el tamaño de un barco es una tarea difícil de manejar y que requiere mucho tiempo. Esta es una restricción significativa en el uso viable de los sistemas PLM convencionales para las necesidades diarias de diseño de la construcción naval, como la determinación de la posición, la realización de búsquedas espaciales y la detección de colisiones y el rendimiento general de las consultas.

Por ejemplo, para responder a la pregunta sobre la posición exacta de un componente en las coordenadas del buque, es necesario configurar y cargar todos los nodos de estructura desde el nodo de nivel superior del buque a través de todos los nodos de subconjunto provisional, hasta el nodo del componente en cuestión. Todas las matrices de transformación se aplican para llegar a la posición exacta del componente en las coordenadas del barco. Este método debe aplicarse para cada componente que participe en cualquier consulta de buque que implique posición. Dado que se utiliza una sola jerarquía para organizar los datos de diseño, es poco probable que los datos que sean funcionalmente similares, espacialmente cercanos en proximidad y parte del mismo sistema se agrupen perfectamente en una rama común de la estructura de ensamblaje. La implicancia de las consultas espaciales o las detecciones de colisiones y otras operaciones que son críticas para el diseño de la construcción naval es que se deben configurar y cargar porciones muy grandes de la estructura del buque para realizar consultas fundamentales de diseño de buques.

**X-Plan s.r.l.**

Santamarina 1311 - (B1644BTE)

Victoria - Bs. As. – Argentina

☎/☎ (54-11) 4746-0040

✉ [info@x-plan.com](mailto:info@x-plan.com)

🌐 [www.x-plan.com](http://www.x-plan.com)



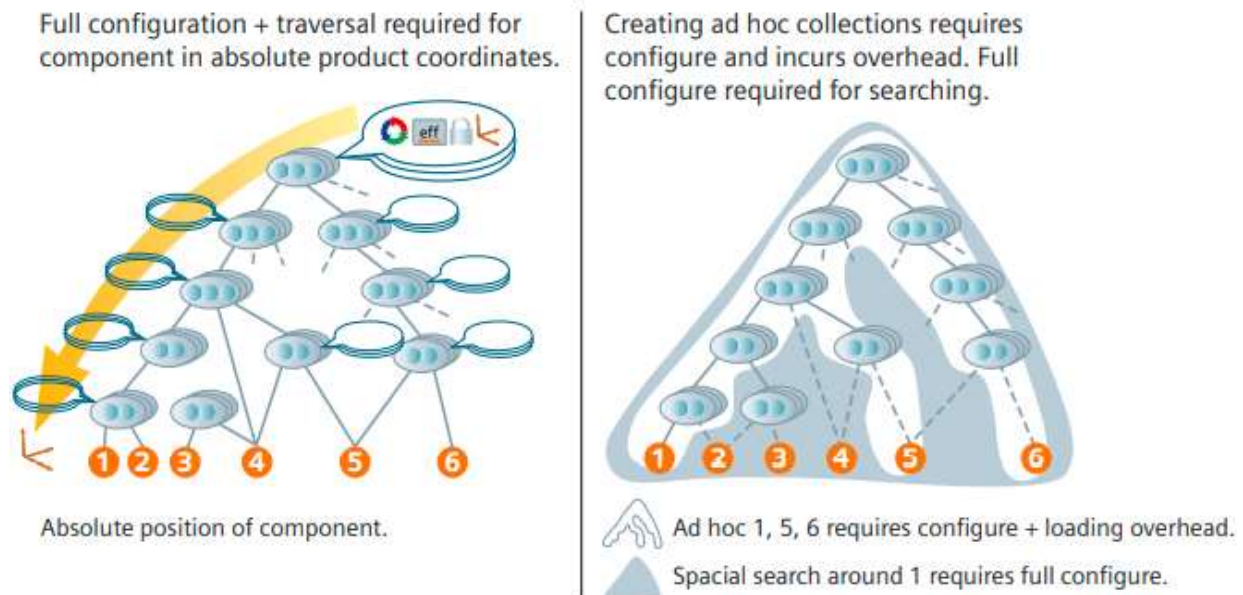


Figura 3: Implicancia de las estructuras configurables en las búsquedas de posición y espaciales.

La organización por una sola estructura grande también impone restricciones a la capacidad de reestructuración, lo que significa mover un componente de una rama de la jerarquía de ensamblaje a otra. En la construcción naval, cuando se utiliza un diseño de arriba hacia abajo, la estructura debe definirse con mucha antelación al trabajo de diseño real. Sin embargo, una vez que el trabajo de diseño está en marcha, a veces se hace necesario introducir cambios en esa estructura o mover componentes de una rama de la estructura a otra. La reestructuración, al igual que la posición de computación, debe realizarse dentro de la estructura configurada del buque, y eso significa cargar todos los nodos de la estructura configurada en el nodo más común de la operación de reestructuración. Finalmente, el rendimiento de las consultas en estructuras jerárquicas configuradas tiende a degradarse a medida que las estructuras de ensamblaje se vuelven demasiado profundas y amplias. Esto se opone a una persistencia aplanada de los datos, que es más adecuada para aprovechar las técnicas optimizadas de recuperación de bases de datos. Para productos masivos, los sistemas PLM/CAD convencionales necesitan un método alternativo para configurar grandes estructuras jerárquicas de productos con el fin de realizar tareas comunes.

### Desafío de ensamblaje 3: Diseño ad hoc en contexto

Aunque un barco está representado con una cantidad masiva de datos, solo una fracción de esos datos suele ser relevante para la tarea de diseño particular de un usuario. Incluso si los recursos informáticos de escritorio fueran lo suficientemente potentes como para cargar y mostrar un barco completo de forma instantánea, los usuarios rara vez necesitan hacerlo. En cambio, casi todas las tareas requieren solo un subconjunto de datos de barcos necesarios para realizar una tarea determinada, como el diseño detallado, la creación de dibujos, los estudios secundarios o las revisiones de diseño. Además, dado que las estructuras jerárquicas de los barcos son muy profundas y amplias, navegar por estas estructuras para encontrar qué datos cargar en una sesión de diseño no es práctico. Los usuarios necesitan herramientas poderosas que puedan buscar rápidamente en todo un barco y reunir para el usuario solo lo que se necesita. Los criterios de búsqueda deben incluir una combinación de tipo de objeto, valor de atributo, zona (es decir, una ubicación fija como una habitación), proximidad y más. Por ejemplo, para rediseñar la parte de un subsistema de tuberías en una habitación determinada, es probable que un usuario solicite todos los objetos que comprenden ese subsistema de tuberías más cualquier objeto en esa habitación dentro de 1 metro del subsistema. Este subconjunto de datos podría contener entre 500 y 10.000 objetos, que es grande pero ciertamente mucho más pequeño que todo el barco. Una vez que el usuario ha encontrado sólo los objetos necesarios para la tarea de diseño, el usuario quiere cargar estos objetos (y ningún otro) en la sesión de diseño CAD. Sin embargo, en una estructura de ensamblaje, estos resultados pueden ser de cualquier parte de la estructura jerárquica y no necesariamente ordenados juntos, como se mencionó anteriormente. Por lo tanto, se carga un número mucho mayor de objetos en la sesión CAD de lo que se necesita, que incluye: todos los objetos deseados, más los co-objetos de estos objetos debajo del mismo nodo padre, más todos los nodos de subconjunto provisional al nodo más común superior, así como otros hijos de los nodos de subconjunto que no son necesariamente relevantes en absoluto para la tarea de diseño en cuestión.

Finalmente, dado que la tarea de diseño o análisis puede abarcar muchos días o semanas, es importante poder actualizar el conjunto de datos ad hoc para incorporar los cambios relevantes realizados por otras personas. En el ejemplo de búsqueda anterior (todos los objetos dentro de 1 metro de un determinado sistema de tuberías), el subconjunto de datos resultante debe actualizarse si otro usuario agrega nuevos objetos en las cercanías del sistema de tuberías. Pero en los sistemas basados en ensamblajes, es difícil diferenciar entre el subconjunto de datos de diseño que es directamente relevante para la tarea de diseño, de los objetos que se cargaron como sobrecarga debido a la naturaleza de la estructura de ensamblaje en sí. Por lo tanto, el proceso de actualización en sí es prohibitivamente largo y gasta recursos actualizando datos que no son relevantes para el usuario. Los sistemas PLM/CAD

#### **X-Plan s.r.l.**

Santamarina 1311 - (B1644BTE)

Victoria - Bs. As. – Argentina

☎/☎ (54-11) 4746-0040

✉ [info@x-plan.com](mailto:info@x-plan.com)

🌐 [www.x-plan.com](http://www.x-plan.com)



convencionales necesitan métodos de consulta rápidos y robustos para identificar una recopilación precisa de datos de buques necesarios para realizar una tarea de diseño en el contexto del buque, cargar solo ese conjunto preciso de datos de buques en una sesión de cliente y evaluarlos rápidamente si se han realizado cambios en ese conjunto de datos a medida que pasa el tiempo.

**Desafío de ensamblaje 4: Acceso simultáneo**

La naturaleza de un nodo de ensamblaje en una estructura de ensamblaje es actuar como un contenedor para todas las instancias de sus hijos inmediatos (tuberías, soldaduras, instancias de piezas estándar, etc.). Por lo tanto, un nodo de ensamblado controla la propiedad, la posición, el estado del ciclo de vida, los atributos y la efectividad de todas sus instancias y, lo que es más importante, la instancia no se puede administrar independientemente del nodo de ensamblado. Esto plantea desafíos para la colaboración y la productividad de productos masivos como los envíos de las siguientes maneras: Para modificar una instancia, el usuario debe bloquear el nodo de ensamblaje para que otro usuario no pueda cambiar simultáneamente nada más en el nodo de ensamblaje hasta que se libere el bloqueo Para aprobar y liberar un cambio en una instancia requiere que el nodo de ensamblaje también sea aprobado y liberado, lo que da lugar a una cantidad innecesaria de comprobaciones y una trazabilidad reducida de la naturaleza exacta del cambio que se realizó Para revisar una instancia, o aplicar la efectividad unitaria a una instancia, se requiere un cambio en todo el conjunto, lo que da lugar a un número potencialmente grande de revisiones de ensamblado y una cantidad significativa de datos redundantes en esas revisiones

Los sistemas PLM/CAD convencionales necesitan un método para gestionar los datos de diseño de buques para que se pueda acceder a ellos y controlar de forma independiente e individual. Un objeto independiente puede ser un miembro de acero estructural, un trozo de tubería, una soldadura, una instancia de una pieza estándar (por ejemplo, una brida), una longitud individual de conducto HVAC o una percha de alambre específica. Resumen del desafío de ensamblaje Ahora podemos enumerar un conjunto de necesidades que los sistemas PLM / CAD convencionales requieren cuando se utilizan para el diseño y la fabricación de productos masivos como barcos: Facilita múltiples vistas organizativas sin duplicación de datos No configura grandes estructuras jerárquicas para realizar tareas diarias comunes Facilita métodos de consulta rápidos y robustos para identificar una colección precisa de datos de diseño en contexto Carga solo un conjunto preciso de datos de barco en una sesión de cliente Evalúa rápidamente si se han realizado cambios en ese conjunto de datos a medida que pasa el tiempo Administra un nivel granular de datos de diseño

**X-Plan s.r.l.**

Santamarina 1311 - (B1644BTE)

Victoria - Bs. As. – Argentina

☎/☎ (54-11) 4746-0040

✉ [info@x-plan.com](mailto:info@x-plan.com)

🌐 [www.x-plan.com](http://www.x-plan.com)



## Respuesta al desafío: diseño de 4ª generación / diseño basado en componentes

### Siemens PLM

Software for Shipbuilding with 4th Generation Ship Design and Engineering (4GD) implementa un nuevo enfoque de diseño basado en componentes que supera los desafíos discutidos en las secciones anteriores. Y ofrece un entorno PLM/CAD equitativo para ambas categorías discutidas en la sección de resumen de apertura: CAD marino para equipos multidisciplinarios con el entorno de ciclo de vida de datos rico / completo de los sistemas PLM convencionales; PLM de extremo a extremo para barcos masivos y complejos que tienen millones de elementos de datos de diseño administrados. En el diseño basado en componentes, no hay una estructura de ensamblaje a nivel de producto. En cambio, cada objeto gestionado tiene un propósito comercial específico, se gestiona de forma independiente y tiene el suyo propio:

- Privilegios de acceso (es decir, lectura/escritura)
- Estado de madurez (es decir, en el trabajo, en proceso de comprobación, liberación) Posición en las coordenadas del producto
- Conjunto de atributos (por ejemplo, presión de funcionamiento de la bomba por cada instancia de bomba)
- Historial de revisiones
- Efectividad de la unidad
- Estado de bloqueo (desprotegido / registrado)

La solución de diseño basada en componentes de Siemens PLM Software para la construcción naval marina se lanza formalmente con el versiones del software Teamcenter 10.1 y NX™ 9.0. Al examinar los 5 conceptos básicos de 4GD, es posible ver cómo la tecnología 4GD de Siemens PLM Software aborda cada uno de los desafíos identificados en las secciones anteriores. Tenga en cuenta que está más allá del alcance de este documento profundizar en una discusión detallada de los conceptos de 4GD. Por lo tanto, el nivel de explicaciones de 4GD dado es con el propósito de mostrar cómo se han cumplido los desafíos identificados.

### X-Plan s.r.l.

Santamarina 1311 - (B1644BTE)

Victoria - Bs. As. – Argentina

☎/☎ (54-11) 4746-0040

✉ [info@x-plan.com](mailto:info@x-plan.com)

🌐 [www.x-plan.com](http://www.x-plan.com)



A collaborative design is an overall collection of design elements.

Design elements are organized using multiple partition schemes.

A workset is a configured subset of data from a collaborative design.

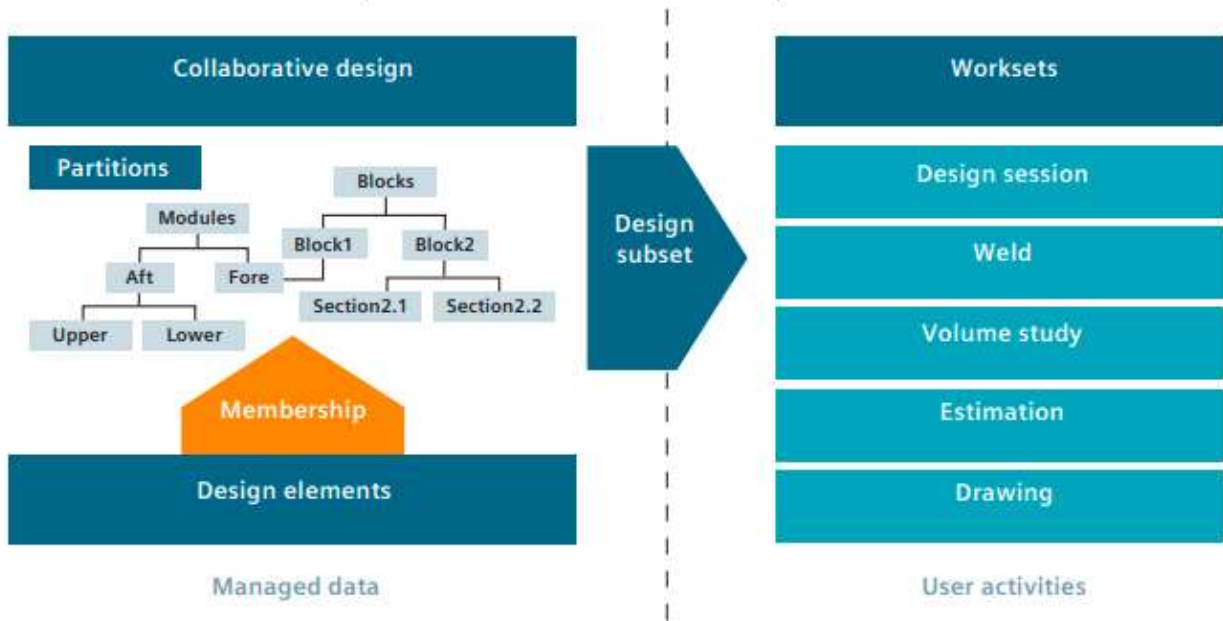


Figura 4: Conceptos principales de la solución 4GD de Siemens PLM Software para el diseño basado en componentes.

Concepto 1: diseño colaborativo Un diseño colaborativo es el contenedor único para todos los datos de diseño que comprenden un barco o una clase de barcos. Los datos de diseño son escritos y modificados por un equipo multidisciplinario de colaboradores, y están disponibles para su uso posterior, es decir, la fabricación.

Concepto 2: elemento de diseño Un elemento de diseño es una ocurrencia administrada independientemente de datos de diseño dentro de un diseño colaborativo. Un barco tiene millones de elementos de diseño en los que cada elemento de diseño puede ser un miembro de acero estructural, una pieza de tubería, una soldadura, una instancia de una pieza estándar (por ejemplo, brida), una longitud individual de conducto HVAC o una percha de alambre específica. Un elemento de diseño es un miembro declarado de un diseño colaborativo, no es un hijo de un diseño colaborativo. Cada elemento de diseño proporciona un propósito



comercial específico y satisface las necesidades de una solución de diseño basada en componentes porque tiene la suya propia:

- Privilegios de acceso
- Estado de madurez
- Posición en coordenadas del buque
- Conjunto de atributos
- Historial de revisiones
- Efectividad de la unidad
- Estado de bloqueo

Concepto 3: partición Las jerarquías de partición proporcionan una forma lógica de organizar los millones de elementos de diseño de múltiples maneras. Pueden representar organizaciones funcionales del producto (es decir, desglose del sistema / subsistema), divisiones físicas del producto (es decir, desglose de gran bloque / bloque, asignación de zona de incendio, desglose de compartimentos) o cualquier otra forma deseable en que el constructor naval quiera organizar los elementos de diseño, como el equipo, la estructura de desglose de tareas. Un elemento de diseño puede ser miembro de varias jerarquías de partición y también puede aparecer en más de un nodo de partición dentro de una jerarquía de partición única. Por ejemplo, en una jerarquía de partición basada en el sistema, un generador es parte de un sistema de energía eléctrica, un sistema de enfriamiento del generador y el sistema de combustible. El mismo generador también se encuentra en la zona del compartimento del motor en una jerarquía de partición basada en zonas. Las particiones no interfieren con los datos de diseño de los elementos de diseño. Las particiones se utilizan solo para organizar los elementos de diseño en varias vistas. Además, las particiones se pueden rellenar manualmente (es decir, el usuario asigna un elemento de diseño como miembro de una partición específica), o las particiones se pueden rellenar dinámicamente (es decir, una partición declara que un elemento de diseño es su miembro porque el elemento de diseño se encuentra dentro de un área de volumen especificada, o el elemento de diseño tiene un determinado valor de atributo definido). Las jerarquías de partición se navegan como un árbol con sangría, lo que proporciona una forma conveniente y natural de examinar y navegar por los datos del producto.

Concepto 4: subconjunto El diseño de producto basado en componentes permite buscar y recuperar datos de diseño de toda la amplitud del producto sin requerir una configuración de arriba hacia abajo y cargar todo el producto. El recopilador que se utiliza para capturar y conservar los datos de diseño del diseño colaborativo que cumple los criterios aplicados por el usuario para una tarea de diseño determinada se denomina subconjunto. Un subconjunto define una colección de elementos de diseño a partir de un único diseño colaborativo. Los

**X-Plan s.r.l.**

Santamarina 1311 - (B1644BTE)

Victoria - Bs. As. – Argentina

☎/📠 (54-11) 4746-0040

✉ [info@x-plan.com](mailto:info@x-plan.com)

🌐 [www.x-plan.com](http://www.x-plan.com)



subconjuntos se utilizan para definir qué conjunto de elementos de diseño se requieren para realizar una tarea. Los datos se pueden utilizar en cualquier tipo de tarea, como para crear nuevos datos de diseño; modificar los datos de diseño existentes; realizar un análisis o crear un dibujo detallado. Un subconjunto utiliza instrucciones de receta para definir exactamente lo que necesita el usuario. La declaración de la receta del subconjunto podría definir un solo elemento de diseño específico, como traer el elemento de diseño de la bomba de la cubierta 4, compartimento 20. O la declaración de la receta del subconjunto podría definir una colección ad hoc de elementos de diseño, como traer todos los elementos de diseño de HVAC ubicados en el compartimento 121, o traer todos los elementos de diseño de cualquier tipo que estén a menos de 25 centímetros (cm) del sistema hidráulico. Un subconjunto también define el ámbito de configuración que se debe usar al buscar datos en función de las instrucciones de receta anteriores. El ámbito de configuración determina qué revisión de un elemento de diseño se va a devolver y qué efectividad unitaria es relevante. Por ejemplo, traiga las últimas revisiones de diseño para el buque número 3 (efectividad unitaria = 3). Concepto 5: conjunto de trabajo El conjunto de trabajo es el entorno donde los usuarios dentro de una aplicación realizan su trabajo real en el contexto del barco. Cada conjunto de trabajo contiene uno o más subconjuntos y es el lugar donde los usuarios acceden directamente a los elementos de diseño capturados por el subconjunto. El conjunto de trabajo es también la forma en que los usuarios definen nuevos elementos de diseño para agregar a un barco. En el conjunto de trabajo, los usuarios manipulan, modifican, navegan y visualizan los elementos de diseño de un barco. El conjunto de trabajo admite asignaciones de autoría individuales, asignaciones de análisis y actividades de revisión. Dado que el conjunto de trabajo es un objeto persistente en la base de datos que tiene su propio ciclo de vida, también se utiliza para crear dibujos de elementos de diseño individuales o colecciones ad hoc de elementos de diseño, como sistemas.

Dentro del conjunto de trabajo, la colección de elementos de diseño devueltos por un subconjunto no se actualiza automáticamente. El usuario controla cuándo "reproducir" los términos de la receta del subconjunto, lo que a su vez puede agregar más elementos de diseño al conjunto de trabajo, o incluso eliminar algunos. Por ejemplo, para un término de receta basado en la proximidad, un nuevo elemento de diseño creado por un usuario diferente aparecería en el conjunto de trabajo si se colocara dentro de la proximidad definida. 4GD ofrece una rica red troncal de gestión de datos PLM para el diseño de buques La solución de diseño basada en componentes 4GD de Siemens PLM Software está completamente inmersa en la red troncal de Teamcenter PLM. Esto integra de manera efectiva las herramientas de diseño con capacidad de construcción naval dentro de una rica red troncal de PLM, y proporciona la capacidad de administrar de manera efectiva no solo la información de diseño para un barco determinado, sino todo el proceso de desarrollo del producto, incluido el diseño en sí y toda la información relacionada a lo largo del ciclo de vida para las familias de buques

**X-Plan s.r.l.**

Santamarina 1311 - (B1644BTE)

Victoria - Bs. As. – Argentina

☎/📠 (54-11) 4746-0040

✉ [info@x-plan.com](mailto:info@x-plan.com)

🌐 [www.x-plan.com](http://www.x-plan.com)



a medida que evolucionan. Las ventajas de la solución de diseño basada en componentes 4GD de Siemens PLM Software son las siguientes:

- Gestión de datos de productos de extremo a extremo a lo largo del ciclo de vida del producto
- Automatización del flujo de trabajo y gestión de cambios
- Control de versiones y evolución controlada de los datos del producto
- Efectividad del buque/casco/arrastre dentro de la clase de buque o desde buques gemelos
- Permitir que los usuarios colaboren o trabajen en paralelo en diseños alternativos sin duplicación
- Captura de líneas de base de productos estables para la certificación de hitos contractuales y soporte para la configuración histórica
- Soporte para contenido de diseño multi-CAD e intercambio flexible de datos de proveedores de ida y vuelta

4GD supera el diseño basado en la estructura de ensamblaje para la construcción naval

En las siguientes secciones, revisamos las necesidades que requieren los sistemas PLM / CAD convencionales cuando intentan administrar estructuras de ensamblaje masivo como barcos, y discutimos cómo la solución 4GD de Siemens PLM Software para el diseño basado en componentes proporciona respuestas claras al conjunto identificado de desafíos de ensamblaje.

Gestión de un nivel granular de datos de diseño de forma independiente

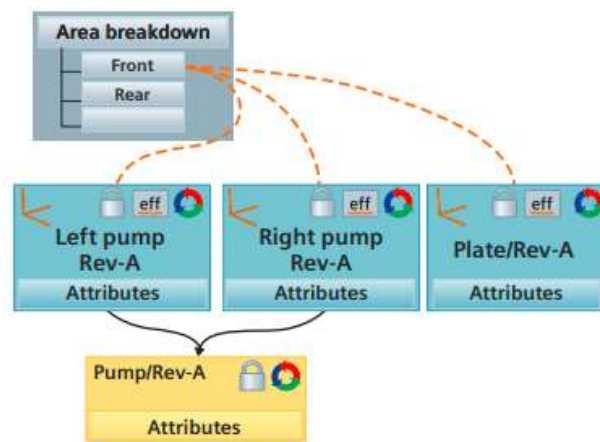
El elemento de diseño 4GD es una ocurrencia gestionada de forma independiente de datos de diseño dentro de un diseño colaborativo. El elemento de diseño es un miembro directo de un diseño colaborativo, y contiene todo el conocimiento sobre sí mismo (estado del ciclo de vida, posición, efectividad, etc.). No hay una estructura de ensamblaje general que atravesar para ver, configurar, acceder, administrar o controlar sus datos de diseño contenidos. El elemento de diseño también es un objeto versátil que es utilizado por la empresa para decidir el nivel de detalle necesario para cada tipo de datos de diseño en el diseño general del barco. Por ejemplo, cada unidad de ensamblaje de una bomba colocada en diferentes cubiertas de barcos puede ser su propio elemento de diseño; todas las placas de acero en todo el barco pueden ser cada una un elemento de diseño; cada soldadura puede ser un elemento de diseño e incluso la definición de superficie del casco se puede gestionar como un elemento de diseño. El constructor naval tiene la opción de decidir el nivel de granularidad para la gestión

independiente de datos de diseño críticos, y los define como los elementos de diseño en el diseño colaborativo del barco.

#### 4GD/component-based

Design element controls:

- Position, attributes, locking, security, variability, lifecycle
- Partitions organize design elements

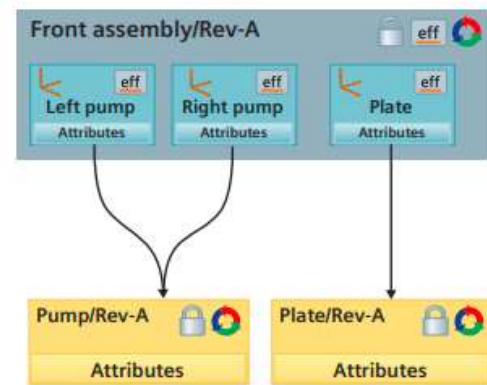


Design elements are individually addressable and independently managed.

#### Assembly/structure-based

Each assembly node controls:

- Position, attributes, locking, security, variability, lifecycle, organization



Occurrences are only addressed and managed via the assembly node.

Figura 5: El diseño basado en componentes permite administrar las ocurrencias de forma independiente.

Facilitar múltiples vistas organizativas sin duplicación de datos

Las particiones 4GD proporcionan una forma lógica de organizar los millones de elementos de diseño de múltiples maneras. Como se mencionó anteriormente, pueden representar organizaciones funcionales del producto (es decir, desglose del sistema / subsistema), divisiones físicas del producto (es decir, desglose de gran bloque / bloque, asignación de zona de incendio, desglose de compartimentos) o cualquier otra forma deseable de organizar los elementos de diseño. Más importante aún, el cliente no está obligado a definir jerarquías de

partición antes del inicio de un proyecto o programa. Si bien algunas jerarquías de partición pueden entenderse completamente al inicio de un programa, no hay penalización o impacto en el diseño por definir una nueva partición mientras un programa ya está en progreso, y no hay problema con la extensión y / o alteración de una jerarquía de particiones existente. No configura grandes estructuras jerárquicas para realizar tareas comunes del día a día. Los millones de elementos de diseño 4GD que comprenden los miembros de un diseño colaborativo son esencialmente una gran colección plana de datos de diseño. No hay configuración de una estructura de ensamblaje o recorrido de una estructura de ensamblaje para comprender la posición y el cuadro delimitador de un elemento de diseño. Las búsquedas espaciales no tienen necesidad de configurar una estructura de ensamblaje antes de realizar la búsqueda espacial en sí. Además, dado que las particiones están completamente separadas de los datos de diseño de los elementos de diseño, cambiar la asignación de particiones de un elemento de diseño no requiere configurar y/o cargar una estructura de ensamblaje general, lo contrario de lo que se requiere en una operación de reestructuración en ensamblajes.

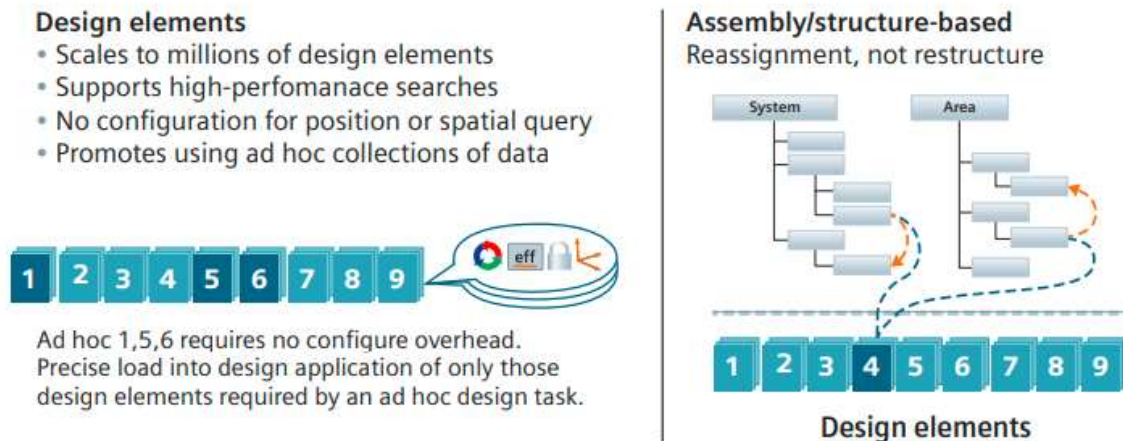


Figura 6: El diseño basado en componentes en 4GD no tiene sobrecarga de configuración de ensamblaje.

**Métodos robustos para proporcionar datos de diseño en contexto**

El subconjunto 4GD proporciona una forma para que los usuarios definan el conjunto preciso de datos de diseño (elementos de diseño) necesarios para cumplir una tarea en particular. Ni más ni menos. Además, cuando se encuentra dentro de una aplicación de diseño, los elementos de diseño capturados por la definición de subconjunto son los únicos datos de

diseño que se cargan. No hay sobrecarga de estructura de ensamblaje asociada con la carga de datos de diseño que pueda degradar el rendimiento de la operación de carga o incurrir en la carga de más datos de los que la aplicación de diseño puede manejar razonablemente.

## Conclusión

Como se indica en el resumen, los sistemas CAD marinos especializados proporcionan herramientas de diseño multidisciplinarias eficientes para millones de componentes de buques, pero no tienen un entorno de ciclo de vida de datos rico y completo. Los sistemas PLM convencionales proporcionan soluciones ricas de ciclo de vida del producto de extremo a extremo, pero dependen de estructuras de ensamblaje que están mal equipadas para manejar el gran tamaño y el volumen de datos de los barcos. El enfoque de diseño basado en componentes implementado en Siemens PLM Software 4GD combina lo mejor de ambos y proporciona un único entorno de construcción naval PLM integral con capacidades de gestión de datos ricas y de ciclo de vida completo que son adecuadas para administrar productos masivos como barcos.

### **X-Plan s.r.l.**

Santamarina 1311 - (B1644BTE)

Victoria - Bs. As. – Argentina

☎/📠 (54-11) 4746-0040

✉ [info@x-plan.com](mailto:info@x-plan.com)

🌐 [www.x-plan.com](http://www.x-plan.com)

