

Kaizen de Diseño – Caso TULSA Oilfield Equipment

TITULO

TULSA – Implementación de documentacion tecnica de producto 3D con Metodología Model-Based Definition (MBD) acorde a la norma ISO 16792 GPS. Prácticas de tratamiento de datos para definición digital de producto

AUTORES

Por TULSA Oilfield Equipment:
Ing. Alberto Giecco (Director).
Ing. Alexis Marzusky (Responsable de Ingeniería).
Ing. Benjamín Fargas (Responsable de Control de Calidad).
Por INTI Diseño Industrial
D.I. Cristian Sandre.
D.I. Diego Martín.
Por INTI Tecnologías de Gestión:
Ing. Pablo Lorenzo.

ORGANIZACIÓN

Empresa argentina dedicada a la investigación, diseño, desarrollo y fabricación de equipamiento de alta confiabilidad para la extracción de petróleo, especializada en soluciones de boca y fondo de pozo.

“Soluciones para boca y fondo de pozo en la industria petrolera.”



RESUMEN (300 PALABRAS)

A partir del diagnóstico realizado, se analizó el proceso de Diseño y Desarrollo de Producto del Departamento de Ingeniería de TULSA, enmarcado en el apartado 8.3 de la norma ISO 9001. Se realizó un VSM (Value Stream Mapping), complementado mediante un Gemba Walk, que permitió identificar cuellos de botella y oportunidades de mejora (*Kaizen Bursts*). Inicialmente se evaluó la aplicación de DFMA (Design for Manufacturing and Assembly). Sin embargo, el análisis del nivel de madurez técnico-productivo permitió identificar como principal oportunidad de mejora el proceso de ingeniería y documentación para producción, particularmente el pasaje del modelo 3D a planos 2D, que implica tiempos adicionales de ingeniería y riesgo de inconsistencias ante modificaciones del producto. A partir de este análisis, se seleccionó como prueba piloto el Stuffing Box, trabajando sobre el componente Tapa. El objetivo fue implementar y validar un flujo piloto de Model-Based Definition (MBD) en el entorno CAD de TULSA, integrando geometría, PMI (Product Manufacturing Information) y metadatos como fuente principal de definición técnica, de acuerdo con ISO 16792. Sobre la Tapa se evaluó el entorno CAD frente a ISO 16792, se configuraron plantillas y propiedades personalizadas, se capacitó al personal en acotado PMI y se desarrollaron procedimientos y buenas prácticas. Se definió el PDF 3D como formato de salida para planta y se evaluaron alternativas como DWF y STEP AP242. Finalmente, se diseñó una prueba controlada 2D vs. MBD para comparar tiempos y eficacia ante revisiones y modificaciones. Como resultado, el entorno piloto de MBD quedó configurado, estableciendo las bases para su aplicación en otros componentes. Como próximos pasos, se plantea escalar la metodología MBD y sistematizar el control, aprobación, liberación para producción y trazabilidad de revisiones, en línea con ISO 16792.

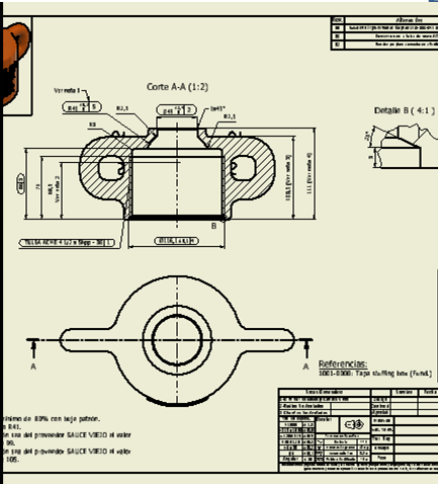
FOTOS E IMAGENES



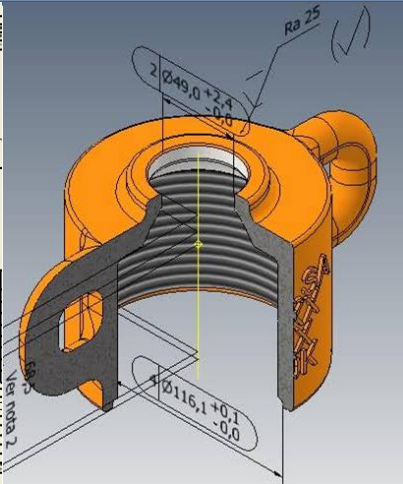
Producto elegido para prueba piloto Stuffing BOX



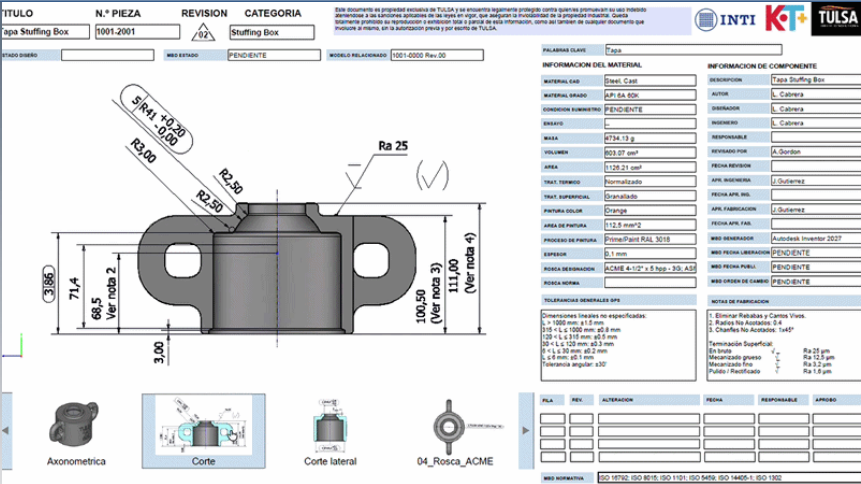
Pieza para la prueba piloto: Tapa



Documentación técnica 2D de referencia



Modelo 3D documentado con metodología MBD y cotas PMI



Prueba piloto implementada en PDF 3D para visualización en pie de máquina

Kaizen Tango + Diseño – Caso TULSA Oilfield Equipment



SELECCIÓN DEL TEMA

Se identificó una oportunidad de mejora en la documentación para producción del proceso de Diseño y Desarrollo de TULSA. El pasaje del modelo 3D a planos 2D demanda tiempo adicional de ingeniería y puede generar inconsistencias ante modificaciones frecuentes. Para validar una alternativa MBD se seleccionó el Stuffing Box, trabajando sobre el componente Tapa.

SITUACIÓN INICIAL

Inicialmente, la documentación técnica de TULSA se genera a partir del modelo 3D y se completa mediante planos 2D utilizados en fabricación e inspección. Parte de la información se mantiene en documentos y propiedades separadas, lo que exige actualizaciones paralelas ante cada modificación. Este esquema incrementa el tiempo de ingeniería y puede generar desalineaciones entre modelo, plano y revisión vigente.

OBJETIVOS

Implementar y validar un flujo piloto MBD bajo los lineamientos de la ISO 16792, integrando geometría, PMI y metadatos en el modelo 3D para reducir la dependencia del plano 2D. Como mecanismo de medición se definió comparar, sobre una pieza tipo, los tiempos requeridos para generar y actualizar la documentación técnica mediante el método tradicional frente al flujo basado en MBD.

METODOLOGÍA / ESTRATEGIAS / HERRAMIENTA

Metodología: PDCA, DFMA, Recomendaciones de ISO 16792.

Estrategia: Combinó diagnóstico del proceso, el diagnóstico de diseño de producto bajo el concepto DFMA, y la selección de una pieza piloto, para la validación del alcance MBD según ISO 16792 y comparación controlada entre el flujo 2D tradicional y el basado en modelo 3D.

Herramienta:

- VSM.
- Gemba Walk.
- Checklist / reglas de diseño DFM-DFA.
- Evaluación de ensamblabilidad
- Análisis de secuencia de montaje.
- Análisis de estructura de producto.
- Análisis de arquitectura de producto.
- Diagrama Topológico.
- Análisis de tiempo de fabricación y montaje.
- Matriz de clasificación del conjunto de datos
- Checklist de completitud del modelo MBD
- PMI-característica funcional
- Esquema de metadatos del modelo
- Estrategia de vistas y planos de anotación
- Prueba piloto / estudio de factibilidad
- Comparación de flujo 2D vs. MBD
- Procedimiento estándar de liberación MBD
- Checklist de validación para producción e inspección

PLAN DE ACCIÓN

El proyecto se inició con un relevamiento mediante VSM y Gemba Walk para identificar cuellos de botella y oportunidades de mejora. Luego se realizó un análisis DFMA preliminar sobre los principales productos, verificándose un alto grado de madurez técnico-productiva. A partir de ello, la intervención se reorientó al proceso de Diseño y Desarrollo del Departamento de Ingeniería, específicamente a la documentación de producto como salida del diseño, en línea con ISO 9001, apartado 8.3. Se identificó como punto crítico la transición entre el modelo 3D y la documentación 2D, por la duplicación de información, el tiempo de ingeniería requerido y el riesgo de desactualización ante cambios. Se definió un piloto MBD sobre el Stuffing Box, componente Tapa, evaluando el entorno CAD frente a ISO 16792, configurando plantillas y propiedades, incorporando PMI, capacitando al personal y desarrollando procedimientos de buenas prácticas. Se adoptó PDF 3D para consulta en planta y se evaluaron DWF y STEP AP242. Finalmente, se planteó una prueba controlada 2D vs. MBD para comparar tiempos de generación y actualización de documentación, inconsistencias y facilidad de consulta. El proyecto tuvo una duración aproximada de seis meses y contempló como cierre la validación del piloto, las lecciones aprendidas y la preparación del caso para su presentación institucional.

RESULTADOS ALCANZADOS

Se configuró y validó un entorno piloto MBD sobre el componente Tapa del Stuffing Box, incorporando PMI, metadatos y publicación en PDF 3D. Se estandarizaron plantillas y criterios de documentación, se capacitó al personal y se desarrollaron procedimientos de buenas prácticas. Además, quedó definida una prueba comparativa 2D vs. MBD para medir tiempos de documentación, actualización e impacto ante cambios de producto.

CONCLUSIONES (logros, dificultades, aprendizajes)

Las principales conclusiones fueron que la metodología debía adaptarse al problema real de la empresa. El análisis DFMA permitió ampliar el foco hacia los procesos de diseño, desarrollo e ingeniería, identificándose la necesidad de incorporar también el flujo de información técnica. Se confirmó que MBD requiere integrar modelo 3D, PMI, metadatos y gestión de cambios, reduciendo duplicaciones y mejorando la coherencia documental. Su implementación debe ser progresiva y validada con ingeniería, producción e inspección. Entre las dificultades se encontraron limitaciones en la respuesta del proveedor del software CAD, lo que obligó al equipo a investigar sus capacidades y restricciones para definir el alcance real de la implementación. Finalmente, se consideró necesario superar la curva de aprendizaje antes de medir con confiabilidad el ahorro de tiempo frente al método 2D. Se plantea continuar con componentes más complejos y consolidar procedimientos y gestión del cambio antes de escalar la metodología.