

# **INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DEL SUR DE GUANAJUATO**



## **"Análisis Sistemático de Modos de Fallo y Lecciones Aprendidas para la mejora de PPMS"**

Opción 2 Titulación Integral – Tesis profesional

Elaborada por:

Karen Itzel Calderón Elías

Que presenta para obtener el título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Asesor:

M.I. Cristina Orozco Trujillo

Uriangato, Gto.

Septiembre 2025

# **“Análisis Sistemático de Modos de Fallo y Lecciones Aprendidas para la mejora de PPMS”**

Elaborada por:

**Karen Itzel Calderón Elías**

Aprobado por..... M.I. Cristina Orozco Trujillo  
Nombre del Asesor (Nombre completo y grado)  
Docente de la carrera de Ingeniería Industrial  
Asesor de la opción de titulación

Revisado por..... Ing. Jorge Ramón Hernandez Bernal  
Nombre del Revisor (Nombre completo y grado)  
Docente de la carrera de Ingeniería Industrial  
Revisor de la opción de titulación

Revisado por..... MDO Jesús Amparo Morales Guzmán  
Nombre del Revisor (Nombre completo y grado)  
Docente de la carrera de Ingeniería Industrial  
Revisor de la opción de titulación



# Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato

TECNOLOGÍA Y CALIDAD PARA LA VIDA

## LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Uriangato, Gto., 27/agosto/2017

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral

M.C. José Gabriel Aguilera González  
Director Académico  
ITSUR  
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre de estudiante y/o egresado(a): Karen Itzel Calderón Elías	Núm. de control: D20120362
Carrera: Ingeniería Industrial	
Nombre del proyecto: Análisis Sistemático de Modos de Falso y Lecciones Aprendidas para la mejora de PPMS	
Producto: Opinión 2: Titulación Integral – Tesis Profesional	

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestras y nuestros egresados.

ATENTAMENTE

M.C. Gabriel Mogaña Guzmán  
Jefe de División de Ingeniería Industrial  
ITSUR

Instituto Tecnológico Superior  
del Sur de Guanajuato



COORDINACIÓN INGENIERÍA  
INDUSTRIAL

La comisión revisora ha tenido a bien aprobar la reproducción de este trabajo.

Nombre y Firma de Asesor(a) M.I. Cristina Orczco Trujillo	Nombre y Firma del Revisor(a)* <sup>1</sup> Ing. Jorge Ramón Hernández Bernal	Nombre y Firma del Revisor(a)* <sup>2</sup> MOD Jesús Amparo Morales Guzmán

c.c.p./Expediente

Julio 2017

**Título de la tesis:**

“Análisis Sistemático de Modos de Fallo y Lecciones Aprendidas para la mejora de PPMS”

**Resumen y abstract:**

This project aimed to analyze and reduce defects in the production processes of the BELL 505 program's subsets area at Aernnova Aerospace México. The study identified recurring failures, including surface finish issues, drilling and countersinking errors, deburring problems, and component misalignment, which contributed to rework and increased operational costs. To address these challenges, the Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) methodology was applied to classify failure modes and establish corrective and preventive strategies. The study involved analyzing historical data, documenting lessons learned, and implementing an action plan focused on standardizing procedures, conducting internal audits, and training personnel. Additionally, the integration of Statistical Process Control (SPC) tools was proposed for real-time monitoring of critical process variables.

The results demonstrated a significant reduction in recorded defects, improving product quality and decreasing costs associated with non-conformance. The study underscores the importance of continuous improvement in the aerospace industry, as the application of structured methodologies enhances operational efficiency and process reliability. Furthermore, documenting and disseminating lessons learned fosters a quality-driven culture and prevents recurring failures.

This project establishes the foundation for future optimizations in other production processes, ensuring a systematic approach to defect reduction and quality management. By implementing targeted corrective actions and preventive measures, Aernnova Aerospace México strengthens its competitiveness in the global aerospace sector. The findings suggest that continuous training, standardized workflows, and real-time process monitoring are essential to sustaining long-term operational excellence.

### **Pababras clave (Keywords)**

- Defects: cualquier desviación de un producto o proceso respecto a los requisitos, especificaciones o estándares de calidad establecidos.
- Lessons learned: conocimiento adquirido a partir de una experiencia pasada, que permite identificar buenas prácticas, errores o áreas de mejora en un proceso, con el objetivo de optimizar futuras operaciones y evitar la recurrencia de fallos.
- Continuos improvement: enfoque sistemático y permanente que busca optimizar procesos, productos o servicios mediante la identificación y eliminación de ineficiencias, defectos o desperdicios. Se basa en la revisión constante de las operaciones para implementar ajustes progresivos que aumenten la calidad, la productividad y la satisfacción del cliente.

## **Agradecimientos**

La finalización del proyecto titulado "Análisis Sistemático de Modos de Fallo y Lecciones Aprendidas para la Mejora de PPMS" no hubiera sido posible sin el valioso apoyo y la colaboración de Aernnova México, por brindarme la oportunidad de realizar mis prácticas profesionales y el apoyo constante que me han ofrecido desde el día uno. Así como de las personas dentro de la empresa que me han acompañado durante este proceso.

Mi más sincero agradecimiento a mi asesora interna, la M.I. Cristina Orozco Trujillo, por su conocimiento, paciencia y constante guía a lo largo de este camino. Su experiencia y acompañamiento han sido fundamentales para el término de este proyecto.

A mis padres y hermanos, por su amor incondicional, comprensión y respaldo a lo largo de todos estos años de estudio. A mis amigos, por su apoyo y por estar siempre presentes para ofrecerme palabras de aliento. La suma de ellos han sido clave para mantenerme enfocada y motivada en todo momento de este proceso.

## **Dedicatoria**

Quiero dedicar este trabajo a mi Familia que han sido pilares fundamentales para mi vida, a mis padres Oscar y Claudia por todo el sacrificio que han tenido que hacer para tener la vida que tengo por siempre impulsarme a ser mejor y llegar a cumplir mis metas, les agradezco todo lo que me han dado, su amor, paciencia y comprensión, a mis hermanos Oscar y Emmanuel por todo el cariño, alegrías y por su apoyo incondicional por estar cuando los necesito y sacarme una sonrisa, a mi hermana Vetty por ser mi cómplice en todo, por nunca dejarme sola, por apoyarme y por su amor incondicional, a mis abuelas por creer en mí, por su apoyo y su cariño inigualable.

La culminación de este proyecto es un logro que se lo debo a mi familia ya que por más difíciles que se pongan las cosas siempre me ayudan a buscar la forma de que mis metas y sueños se logren.

A mis amigos, por su apoyo, su amistad y por todos los instantes de alegría y risas que hicieron este camino más fácil. Por siempre creer en mí y en mis capacidades y nunca dudar que lo lograríamos. A ti gracias por nunca dejarme sola, apoyarme, animarme en todos esos momentos que más necesite los bonitos y no tan bonitos, por ese cariño que nunca me faltó y ayudar a hacer esta etapa más fácil y bonita me la llevo en mis recuerdos, gracias por siempre creer en que cumpliría esta meta.

A mis profesores, por sus conocimientos brindados, por su orientación y por motivarme a alcanzar nuevas metas tanto académicas como personales.

Con todo mi cariño,

Karen Itzel Calderón Elías

## INDICE DE CONTENIDO GENERAL

<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>2</b>
MARCO TEÓRICO (ANTECEDENTES).....	2
2.1 <i>Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)</i> .....	2
2.2 <i>SPC</i> .....	3
2.3 <i>Diagrama de flujo de operaciones (DOP)</i> .....	4
2.4 <i>Auditoría</i> .....	5
2.5 <i>RD</i> .....	6
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>8</b>
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
3.1. <i>Identificación</i> .....	8
3.2. <i>Justificación</i> .....	9
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>10</b>
OBJETIVOS .....	10
4.1 <i>Objetivo General</i> .....	10
4.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	10
4.3 <i>Pregunta de Investigación</i> .....	11
4.4 <i>Hipótesis</i> .....	11
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>12</b>
METODOLOGÍA .....	12
ILUSTRACIÓN 1 FLUJO CABINA BELL 505 AERNNOVA MÉXICO, ELABORACIÓN PROPIA. .	13
ILUSTRACIÓN 2 CONSOLE PN <b>SLS-030-270-007</b> , AERNNOVA MÉXICO. ....	14
ILUSTRACIÓN 3 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO CPA, ELABORACIÓN PROPIA.....	15
ILUSTRACIÓN 4 TUNNEL PN SLS-030-301-009, AERNNOVA MÉXICO. ....	16
ILUSTRACIÓN 5 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO TUNNEL, ELABORACIÓN PROPIA..	17
ILUSTRACIÓN 6 FFA PN SLS-030-210-005, AERNNOVA MÉXICO. ....	18
ILUSTRACIÓN 7 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO FFA, ELABORACIÓN PROPIA ..	19
ILUSTRACIÓN 8 UPPER PN SLS-030-304-005, AERNNOVA MÉXICO. ....	20
ILUSTRACIÓN 9 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO UPPER, ELABORACIÓN PROPIA....	20
ILUSTRACIÓN 10 AFTER PN SLS-030-305-005, AERNNOVA MÉXICO. ....	21
ILUSTRACIÓN 11 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO AFTER, ELABORACIÓN PROPIA. .	21
ILUSTRACIÓN 12 RDS Subconjuntos ENERO-AGOSTO 2024, ELABORACIÓN PROPIA22	
TABLA 1 CARACTERÍSTICAS CLAVE AGRUPADAS POR FAMILIA DE ACUERDO CON EL PCA-00-069 DE AERNNOVA AEROSPACE, RDS Subconjuntos, ELABORACIÓN PROPIA. ..	23

ILUSTRACIÓN 13 RDS CPA, ELABORACIÓN PROPIA.....	24
ILUSTRACIÓN 14 RDS TUNNEL, ELABORACIÓN PROPIA .....	25
ILUSTRACIÓN 15 RDS FFA, ELABORACIÓN PROPIA .....	25
ILUSTRACIÓN 16 RDS UPPER, ELABORACIÓN PROPIA.....	26
ILUSTRACIÓN 17 RDS AFT, ELABORACIÓN PROPIA .....	26
TABLA 2 COSTO NO CALIDAD 2023, ELABORACIÓN PROPIA. ....	27
TABLA 3 COSTO NO CALIDAD ENE-AGOS 2024, ELABORACIÓN PROPIA. ....	28
TABLA 4 HORAS NO CALIDAD EN ÁREAS, ELABORACIÓN PROPIA.....	28
TABLA 5 VALORES MODO DE FALLO, ELABORACIÓN PROPIA. ....	31
TABLA 6 AMFE TUNNEL ASSY/FFA, ELABORACIÓN PROPIA.....	33
TABLA 7 PLANIFICACIÓN SPC, ELABORACIÓN PROPIA.....	34
ILUSTRACIÓN 18 EJEMPLO INSTRUCCIÓN DE CALIDAD DELMIA, AERNNOVA MÉXICO....	35
TABLA 8 PLANEACIÓN REFRESH DE PROCEDIMIENTOS, DEPTO. R.H. AERNNOVA MÉXICO .....	37
ILUSTRACIÓN 19 CHECK LIST AUDITORÍAS, ELABORACIÓN PROPIA. ....	40
ILUSTRACIÓN 20 FORMATO CONTROL DE LECCIONES APRENDIDAS, ELABORACIÓN PROPIA. ....	40
ILUSTRACIÓN 21 CI BELL 505, AERNNOVA MÉXICO. ....	41
ILUSTRACIÓN 22 FORMATO LECCIONES APRENDIDAS, ELABORACIÓN PROPIA.....	42
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>44</b>
RESULTADOS .....	44
ILUSTRACIÓN 23 RDS TUNNEL NOVIEMBRE 2024, ELABORACIÓN PROPIA.....	45
ILUSTRACIÓN 24 RDS FFA NOVIEMBRE 2024, ELABORACIÓN PROPIA.....	45
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>46</b>
CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO .....	46
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1 FLUJO CABINA BELL 505 AERNNOVA MÉXICO, ELABORACIÓN PROPIA.....	13
ILUSTRACIÓN 2 CONSOLE PN SLS-030-270-007, AERNNOVA MÉXICO. ....	14
ILUSTRACIÓN 3 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO CPA, ELABORACIÓN PROPIA.....	15
ILUSTRACIÓN 4 TUNNEL PN SLS-030-301-009, AERNNOVA MÉXICO.....	16
ILUSTRACIÓN 5 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO TUNNEL, ELABORACIÓN PROPIA.....	17
ILUSTRACIÓN 6 FFA PN SLS-030-210-005, AERNNOVA MÉXICO.....	18
ILUSTRACIÓN 7 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO FFA, ELABORACIÓN PROPIA.....	19
ILUSTRACIÓN 8 UPPER PN SLS-030-304-005, AERNNOVA MÉXICO.....	20
ILUSTRACIÓN 9 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO UPPER, ELABORACIÓN PROPIA.....	20
ILUSTRACIÓN 10 AFTER PN SLS-030-305-005, AERNNOVA MÉXICO. ....	21
ILUSTRACIÓN 11 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO AFTER, ELABORACIÓN PROPIA.....	21
ILUSTRACIÓN 12 RDS SUBCONJUNTOS ENERO-AGOSTO 2024, ELABORACIÓN PROPIA.....	22
ILUSTRACIÓN 13 RDS CPA, ELABORACIÓN PROPIA.....	24
ILUSTRACIÓN 14 RDS TUNNEL, ELABORACIÓN PROPIA .....	25
ILUSTRACIÓN 15 RDS FFA, ELABORACIÓN PROPIA.....	25
ILUSTRACIÓN 16 RDS UPPER, ELABORACIÓN PROPIA .....	26
ILUSTRACIÓN 17 RDS AFT, ELABORACIÓN PROPIA.....	26
ILUSTRACIÓN 18 EJEMPLO INSTRUCCIÓN DE CALIDAD DELMIA, AERNNOVA MÉXICO. ....	35
ILUSTRACIÓN 19 CHECK LIST AUDITORÍAS, ELABORACIÓN PROPIA. ....	40
ILUSTRACIÓN 20 FORMATO CONTROL DE LECCIONES APRENDIDAS, ELABORACIÓN PROPIA.....	40
ILUSTRACIÓN 21 CI BELL 505, AERNNOVA MÉXICO.....	41

ILUSTRACIÓN 22 FORMATO LECCIONES APRENDIDAS, ELABORACIÓN PROPIA.....	42
ILUSTRACIÓN 23 RDS TUNNEL NOVIEMBRE 2024, ELABORACIÓN PROPIA.	45
ILUSTRACIÓN 24 RDS FFA NOVIEMBRE 2024, ELABORACIÓN PROPIA. ....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 CARACTERÍSTICAS CLAVE AGRUPADAS POR FAMILIA DE ACUERDO CON EL PCA-00-069 DE AERNNOVA AEROSPACE, RDS SUBCONJUNTOS, ELABORACIÓN PROPIA. .....	23
TABLA 2 COSTO NO CALIDAD 2023, ELABORACIÓN PROPIA. ....	27
TABLA 3 COSTO NO CALIDAD ENE-AGOS 2024, ELABORACIÓN PROPIA. ...	28
TABLA 4 HORAS NO CALIDAD EN ÁREAS, ELABORACIÓN PROPIA. ....	28
TABLA 5 VALORES MODO DE FALLO, ELABORACIÓN PROPIA. ....	31
TABLA 6 AMFE TUNNEL ASSY/FFA, ELABORACIÓN PROPIA. ....	33
TABLA 7 PLANIFICACIÓN SPC, ELABORACIÓN PROPIA. ....	34
TABLA 8 PLANEACIÓN REFRESH DE PROCEDIMIENTOS, DEPTO. R.H. AERNNOVA MÉXICO .....	37

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1 .....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 2 .....	2
MARCO TEÓRICO (ANTECEDENTES).....	2
2.1 <i>Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)</i> .....	2
2.2 <i>SPC</i> .....	3
2.3 <i>Diagrama de flujo de operaciones (DOP)</i> .....	4

2.4 Auditoría .....	5
2.5 RD.....	6
CAPÍTULO 3 .....	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
3.1. <i>Identificación</i> .....	8
3.2. <i>Justificación</i> .....	9
CAPÍTULO 4 .....	10
OBJETIVOS .....	10
4.1 <i>Objetivo General</i> .....	10
4.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	10
4.3 <i>Pregunta de Investigación</i> .....	11
4.4 <i>Hipótesis</i> .....	11
CAPÍTULO 5 .....	12
METODOLOGÍA .....	12
5.1 <i>Metodología</i> .....	12
FASE 1: DIAGNÓSTICO Y RECOPILACIÓN DE DATOS DEL ESTADO ACTUAL .....	12
FASE 2: IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE MODOS DE FALLO (CORE TOOLS).....	29
FASE 5: PLAN DE ACCIÓN.....	34
5.2 <i>PLAN DE ACCIÓN</i> .....	34
CAPÍTULO 6 .....	44
RESULTADOS .....	44
CAPÍTULO 7 .....	46
CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO .....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48
ANEXOS .....	49

## **Capítulo 1**

### **Introducción.**

El presente trabajo se desarrolla con el propósito de realizar un análisis sistemático de modos de fallo y documentar lecciones aprendidas para la mejora de los procesos productivos en el área de subconjuntos del programa BELL 505 de Aernnova Aerospace México. La industria aeronáutica exige altos estándares de calidad y seguridad, lo que impone la necesidad de optimizar los procesos de fabricación para minimizar la incidencia de defectos y los costos asociados a la no calidad. La aplicación de metodologías como el Análisis de modos de fallo se presenta como una herramienta esencial para identificar, evaluar y priorizar los modos de fallo potenciales, permitiendo definir acciones correctivas y preventivas que contribuyan a la mejora continua.

La justificación del estudio radica en la necesidad de reducir defectos, optimizando los procesos y mejorando la eficiencia operativa, lo que a su vez incrementa la satisfacción del cliente y fortalece la sostenibilidad del negocio.

El alcance de este trabajo se centra en las estaciones de trabajo de subconjuntos, donde se analizan y mejoran las operaciones mediante la identificación de fallas, la aplicación de acciones correctivas basadas en lecciones aprendidas y la propuesta de sistemas de seguimiento. Se reconocen limitaciones como la dependencia de datos históricos y la variabilidad inherente a cada proceso, factores que se abordan en el análisis metodológico.

Este trabajo integra de manera colaborativa los conocimientos de diversas áreas, sentando las bases para futuras mejoras y promoviendo una cultura organizacional orientada a la excelencia operativa.

## **Capítulo 2**

### **Marco teórico (Antecedentes).**

#### **2.1 Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)**

El AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallo) es una herramienta de análisis utilizada en la gestión de calidad y la mejora de procesos. Su objetivo es identificar, evaluar y priorizar los posibles modos de fallo en un sistema, proceso, diseño o producto, y tomar medidas para mitigar sus efectos antes de que ocurran. Se utiliza ampliamente en la industria manufacturera, automotriz y de ingeniería para reducir riesgos y mejorar la confiabilidad. Definición según autores:

- Stamatis, D. H. (2003): "El AMEF es un enfoque estructurado y sistemático para analizar productos y procesos con el propósito de identificar posibles fallos, determinar sus efectos y establecer medidas de control para reducir o eliminar el riesgo." (H., 2003)
- AIAG (Automotive Industry Action Group) (2019): "El AMEF es un método preventivo de análisis de riesgos que ayuda a evaluar modos de fallo, sus causas y efectos, proporcionando una base para implementar mejoras en diseño y procesos." (VDA, 2019)
- Juran, J. M. & De Feo, J. A. (2010): "El análisis de modos y efectos de fallo es una herramienta clave en la gestión de la calidad para la identificación temprana de problemas potenciales y la reducción de costos asociados con defectos y fallos en productos y procesos." (Juran J.M. & De Feo, 2010)

#### **Tipos de AMEF:**

- AMEF de Diseño (DFMEA): Evalúa posibles fallos en el diseño de un producto.
- AMEF de Proceso (PFMEA): Se enfoca en identificar fallos en procesos de manufactura o ensamblaje.
- AMEF de Sistema: Analiza fallos a nivel de sistemas completos en lugar de componentes individuales.

## **2.2 SPC**

El Control Estadístico de Procesos (SPC, por sus siglas en inglés) según Montgomery D.C. es una metodología que utiliza técnicas estadísticas para medir y controlar la calidad durante el proceso de fabricación. Al monitorear y analizar datos en tiempo real, el SPC permite detectar y corregir variaciones en el proceso, garantizando que el producto final cumpla con los estándares de calidad establecidos. Esta herramienta es fundamental en la industria manufacturera, especialmente en el sector automotriz, donde se busca minimizar defectos y optimizar la eficiencia de producción.

El SPC forma parte de las llamadas "Core Tools" (Herramientas Esenciales) en la gestión de la calidad. Estas herramientas fueron desarrolladas para diseñar, desarrollar, medir, controlar, registrar, analizar y aprobar productos y servicios de calidad que satisfagan las necesidades y expectativas del cliente. Las Core Tools son seis:

1. **APQP (Planificación Avanzada de la Calidad del Producto):** Se centra en la planificación y definición de los pasos necesarios para garantizar que un producto cumpla con los requisitos del cliente.
2. **PPAP (Proceso de Aprobación de Partes de Producción):** Garantiza que los proveedores puedan producir piezas en masa de manera consistente y cumplan con las especificaciones del cliente.
3. **FMEA (Análisis de Modo y Efecto de Fallos):** Identifica y analiza posibles fallos en productos o procesos, evaluando sus efectos y estableciendo acciones para mitigar riesgos.
4. **MSA (Análisis de Sistemas de Medición):** Evalúa la precisión y confiabilidad de los sistemas de medición utilizados en el proceso de fabricación.
5. **SPC (Control Estadístico de Procesos):** Monitorea y controla la variabilidad del proceso mediante herramientas estadísticas.

6. **Plan de Control (CP):** Documento que detalla las medidas de control necesarias en cada etapa del proceso de producción para asegurar la calidad del producto.

Estas herramientas son esenciales para la implementación y mejora de un Sistema de Gestión de la Calidad, asegurando procesos eficientes y productos que satisfagan las expectativas del cliente. (Montgomery)

### **2.3 Diagrama de flujo de operaciones (DOP)**

El diagrama de flujo de operaciones, también conocido como diagrama de proceso de operación (DPO) o chart de operaciones, es una representación gráfica utilizada en ingeniería industrial y gestión de procesos para describir la secuencia de actividades dentro de un sistema de producción o servicio. Su propósito es proporcionar una visión clara de cada paso del proceso, facilitando la identificación de ineficiencias y oportunidades de mejora.

#### **Elementos clave del diagrama de flujo de operaciones**

Según Meyers y Stephens (2011) en “Manufacturing Facilities Design & Material Handling”, el diagrama de flujo de operaciones se compone de los siguientes elementos: (Meyers, 2011)

1. Operaciones – Representadas por un círculo, indican una acción principal dentro del proceso, como el ensamblaje o la fabricación de una pieza.
2. Inspecciones – Representadas por un cuadrado, muestran los puntos donde se verifica la calidad o cumplimiento de especificaciones.
3. Transporte – Representado por una flecha, indica el movimiento de materiales o productos de un punto a otro.
4. Almacenamiento – Representado por un triángulo invertido, indica un punto donde los materiales se guardan hasta su uso posterior.
5. Demoras o esperas – Representadas por la letra “D” o un semicírculo, muestran los momentos en los que el proceso se detiene temporalmente.

### **Beneficios del diagrama de flujo de operaciones**

De acuerdo con Groover (2016) en “Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing”, este diagrama ayuda a:

- Identificar actividades innecesarias o redundantes.
- Mejorar el flujo de trabajo y la productividad.
- Reducir costos operativos y tiempos de ciclo.
- Optimizar el uso de recursos dentro de la planta de producción.

Este diagrama permite visualizar cuántos pasos se requieren, si hay demoras innecesarias y si es posible reducir movimientos para optimizar el proceso. (Groover, 2016)

### **2.4 Auditoría**

Una auditoría es un proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencia y evaluarla objetivamente con el fin de determinar el grado de cumplimiento de ciertos criterios o estándares.

Según Russell (2005) en “The Internal Auditing Handbook”, la auditoría es una herramienta clave para la evaluación y mejora de los procesos dentro de una organización, ya que permite verificar la conformidad con normativas internas, estándares de calidad y regulaciones externas. Se puede aplicar en diversas áreas, como auditoría financiera, operativa, de sistemas o de calidad. (Russell, 2005)

### **Tipos de auditoría según su enfoque**

1. Auditoría interna: Realizada dentro de la organización para evaluar la eficiencia operativa y el cumplimiento de procedimientos internos.
2. Auditoría externa: Ejecutada por una entidad independiente para verificar la conformidad con normativas o requisitos legales.
3. Auditoría de calidad: Centrada en la verificación del cumplimiento de normas de gestión de calidad, como ISO 9001.
4. Auditoría financiera: Revisión de los estados financieros para garantizar su exactitud y cumplimiento de principios contables.

## **Importancia de la auditoría**

De acuerdo con Arens, Elder y Beasley (2014) en “Auditing and Assurance Services: An Integrated Approach”, una auditoría permite: (Arens, 2014)

- Detectar y prevenir errores o fraudes en los procesos.
- Mejorar la eficiencia operativa y la toma de decisiones.
- Asegurar el cumplimiento de regulaciones y estándares.
- Incrementar la transparencia y confianza en la organización.

## **2.5 RD**

En el contexto de la industria aeronáutica, RD puede referirse a diferentes conceptos dependiendo del área de aplicación. Algunas de las acepciones más comunes incluyen:

### 1. Revisión de Diseño (RD - “Review Design”)

En ingeniería aeronáutica, un RD es un proceso formal en el que se evalúa un diseño antes de su aprobación para la fabricación o implementación. De acuerdo con Raymer (2018) en “Aircraft Design: A Conceptual Approach”, las revisiones de diseño son fundamentales en el desarrollo de aeronaves para asegurar que cumplen con los requisitos de seguridad, aerodinámica y rendimiento. (Raymer, 2018)

### 2. Requisito de Diseño (RD - “Requirement Definition”)

Se refiere a la especificación de los criterios técnicos y funcionales que un componente o sistema aeronáutico debe cumplir. Según Sadraey (2012) en “Aircraft Design: A Systems Engineering Approach”, definir los requisitos de diseño es un paso crucial en la ingeniería de aeronaves, ya que permite establecer parámetros claros para la fabricación y certificación. (Sadrey, 2012)

### 3. Documento de Referencia (RD - “Reference Document”)

En gestión de calidad y certificación, un RD puede ser un documento que sirve como base para el cumplimiento de normativas y estándares aeronáuticos, como AS9100 o los requisitos de la EASA (European Union Aviation Safety Agency).

### **Importancia de los RD en aeronáutica**

Según Anderson (2017) en “Introduction to Flight”, los RD garantizan:

- La coherencia en el diseño y desarrollo de aeronaves.
- El cumplimiento de normativas internacionales de seguridad y calidad.
- La reducción de riesgos en el proceso de certificación y fabricación.

(Anderson, 2017)

## **Capítulo 3**

### **Planteamiento del problema**

#### **3.1. Identificación**

En Aernnova Aerospace México, el área de subconjuntos del programa BELL 505 enfrenta una alta tasa de defectos, lo que se traduce en costos significativos por no calidad e inefficiencia de \$22 344 dólares aproximadamente, lo que representa un obstáculo crítico para el crecimiento sostenible de la empresa, especialmente en un contexto de expansión y la incorporación de nuevos proyectos. La identificación y análisis de los modos de fallo en las estaciones de trabajo del área de subconjuntos del BELL 505 son insuficientes, lo que conlleva a la repetición de errores operativos y una falta de implementación efectiva de acciones correctivas y preventivas. Esta situación no solo impacta la calidad del producto final, sino que también incrementa los costos operativos y afecta la satisfacción del cliente.

Ya que la falta de una metodología sistemática para abordar los defectos no solo compromete la calidad del BELL 505, sino que también puede llevar a una disminución en la competitividad de Aernnova Aerospace en el mercado. Los costos de producción aumentan debido a retrabajos y desperdicios, lo que impacta la rentabilidad. La insatisfacción del cliente puede resultar en pérdida de confianza y oportunidades de negocio. A largo plazo, esto podría afectar la viabilidad de futuros proyectos y la capacidad de la empresa para adaptarse a un entorno en constante cambio. Por lo tanto, en esta investigación buscamos visualizar el ¿Cómo impacta la aplicación de un método para la reducción de la tasa de defectos y en la disminución de los costos de no calidad en el área de subconjuntos de Bell 505?

### **3.2. Justificación**

El área de subconjuntos Bell 505 es la que más contribuye en costos de no calidad e ineficiencia en Aernnova Aerospace México. Actualmente la empresa se encuentra en un crecimiento acelerado por la inclusión de nuevos proyectos por lo que es fundamental, que los programas en serie se encuentren dentro de los objetivos de calidad. Este proyecto busca definir un sistema que pueda ser adoptada por nuevos proyectos o aquellos que tengan problemas de calidad en el futuro.

Aplicando metodologías que implementarán prácticas de la mejora continua diseñadas para minimizar los fallos operativos y prevenir su recurrencia. Esta estrategia permitirá no solo corregir los problemas existentes, sino también fomentar una cultura de excelencia operativa y responsabilidad entre el personal. La identificación de causas raíz y la capacitación contribuirán a la optimización de procesos, reduciendo costos y tiempos de producción, y mejorando la satisfacción del cliente. Este enfoque no solo solucionará los problemas actuales, sino que también fortalecerá la competitividad y la sostenibilidad a largo plazo en las demás áreas.

## **Capítulo 4**

# **Objetivos**

### **4.1 Objetivo General**

Reducir la incidencia de defectos en un 30% y mejorar la eficiencia operativa en el área de subconjuntos del programa BELL 505 de Aernnova Aerospace México, mediante la implementación de un análisis sistemático, la documentación de lecciones aprendidas, de forma que se optimicen los procesos productivos, se disminuyan los costos asociados a la no calidad y se incremente la satisfacción del cliente.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Determinar y clasificar los modos de fallo que impactan significativamente en la calidad y eficiencia, con el fin de priorizar las acciones correctivas y preventivas en las estaciones de trabajo del área de subconjuntos.
- Identificar y enfocar esfuerzos en aquellos procesos que generan la mayor cantidad de defectos, para reducir la variabilidad y mejorar la calidad en las estaciones de trabajo del área de subconjuntos.
- Desarrollar e implementar acciones correctivas y preventivas para eliminar o reducir significativamente los modos de fallo en las estaciones de trabajo del área de subconjuntos.
- Establecer un sistema de seguimiento y monitoreo para evaluar la efectividad de las acciones implementadas y garantizar su sostenibilidad en las estaciones de trabajo del área de subconjuntos.
- Cuantificar el impacto de las mejoras con el fin de medir el alcance de los beneficios y orientar decisiones futuras en las estaciones de trabajo del área de subconjuntos.

#### **4.3 Pregunta de Investigación**

¿Cómo impacta la aplicación de un método sistemático en la reducción de la tasa de defectos y en la disminución de los costos de no calidad en el área de subconjuntos del programa BELL 505 de Aernnova Aerospace México?

#### **Variable independiente**

- Implementación de un AMEF sistemático en las estaciones de trabajo.

#### **Variable Dependiente**

- Tasa de defectos (Número de piezas con fallo/total producido).
- Costos de No calidad.
- Número de acciones correctivas y preventivas efectivas aplicadas.

#### **4.4 Hipótesis**

**Hipótesis alternativa (H1):** La implementación de un método sistemático de AMEF en el área de subconjuntos de Bell 505 reducirá significativamente la tasa de defectos y los costos de no calidad en al menos un 30% posterior a su aplicación.

**Hipótesis Nula (H0):** La aplicación de un método AMEF no producirá cambios significativos en la tasa de defectos ni en los costos de no calidad en el área de subconjuntos Bell 505.

## **Capítulo 5**

### **Metodología**

#### **5.1 Metodología**

Para llevar a cabo el proyecto de mejora de calidad en el área de subconjuntos del programa BELL 505, se presenta una metodología detallada paso a paso. Esta metodología incluye fases de análisis, implementación y evaluación, y está diseñada para identificar y reducir los modos de fallo que más impactan la eficiencia operativa y la calidad.

#### **Fase 1: Diagnóstico y Recopilación de Datos del Estado Actual**

Como primer paso se observó la manera en que se realizan las operaciones en cada área. El área de Subconjuntos de Bell cuenta con 5 áreas donde se va desarrollando la parte inferior de la cabina de Helicóptero en serie, estas áreas es esencial reducir los modos de fallo ya que, en Fases posteriores llegan a tener defectos que son más difíciles de reparar que cuando estaban en el área correspondiente donde se realiza, lo que ocasiona retrabajos con más tiempo y recursos. Véase en la ilustración 1 el flujo de la fabricación de una cabina. Como se observa en la ilustración 1 los montajes que se realizan en subconjuntos son las piezas principales que se ensamblan en cada una de las 4 fases.

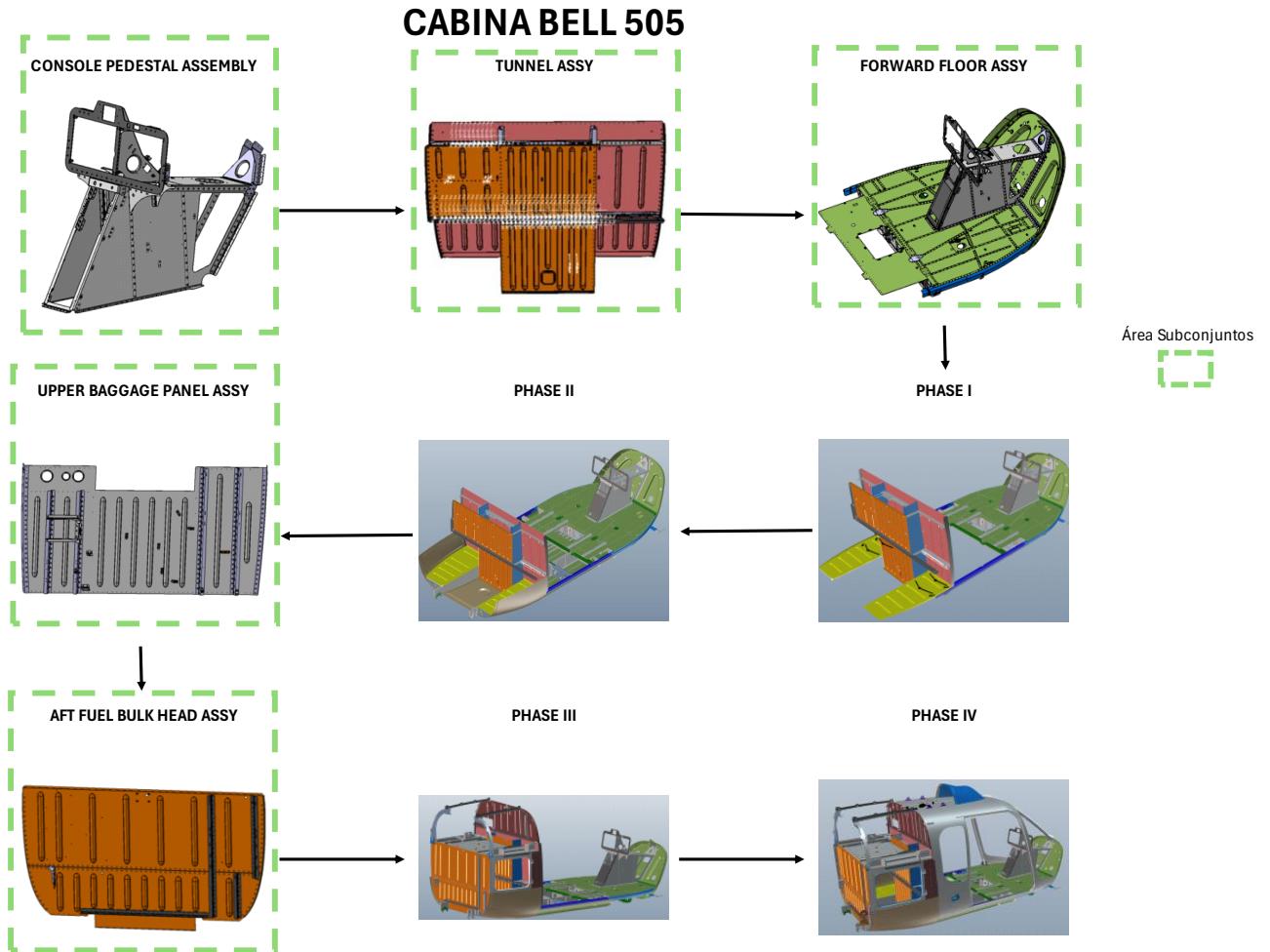
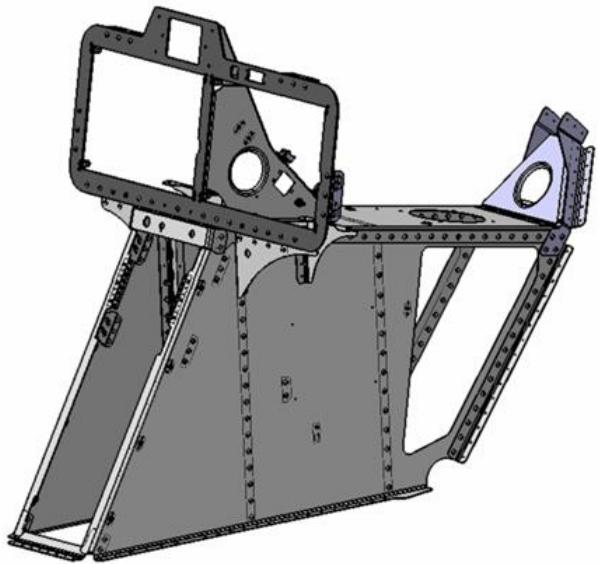


Ilustración 1 Flujo Cabina Bell 505 Aernnova México, elaboración propia.

### 5.1.1 Operaciones y áreas de subconjuntos BELL 505

Primeramente, se observó el proceso y se realizó un diagrama de flujo de cada una de las áreas para tener una noción más detallada de cada una de las actividades que se realiza y poder visualizar los Modos de Fallo más a detalle.

### **5.1.1.1 CONSOLE PEDESTAL ASSY (CPA)**



*Ilustración 2 Console PN SLS-030-270-007, Aeranova México.*

El proceso de fabricación del CPA (véase en la ilustración 2) describe de manera secuencial los pasos de fabricación (véase en la ilustración 3). En total, hay 16 actividades, desde la preparación e instalación de refuerzos (stiffener) y la perforación de orificios, hasta la aplicación de sellante final. A grandes rasgos, el proceso comienza asegurando el hardware necesario (soportes y refuerzos), continúa con operaciones de remachado para dar forma al pedestal, y luego avanza hacia revisiones de medidas, aplicación de pintura y acabado.

En cada paso se especifica la tarea principal y se van verificando las dimensiones y la calidad antes de avanzar. De esta manera, el diagrama muestra un flujo ordenado de las acciones que debe realizar la persona encargada de la fabricación, garantizando que se cumplan los requisitos de calidad y que el producto final se ensamble correctamente.

## Capítulo 5. Metodología.

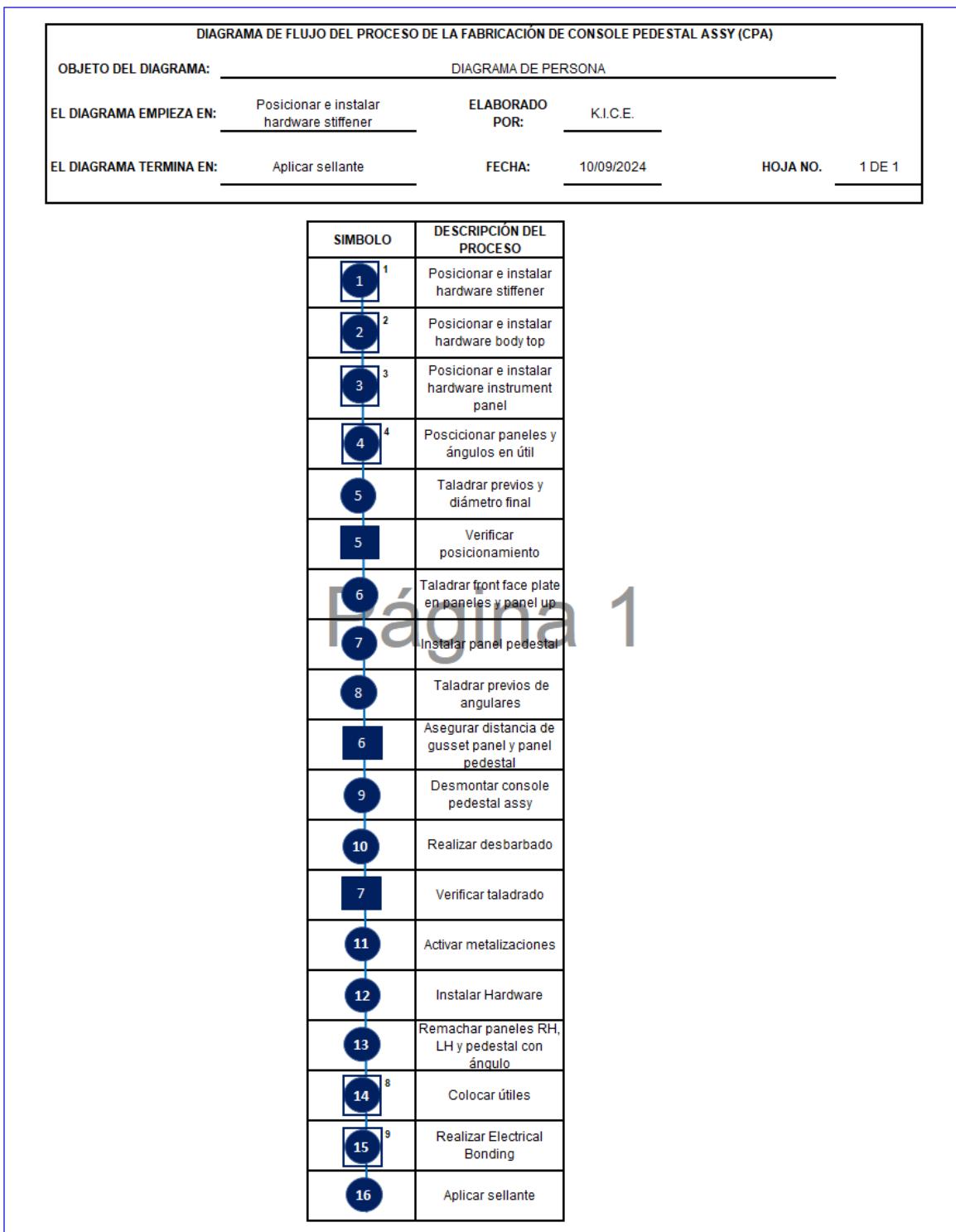
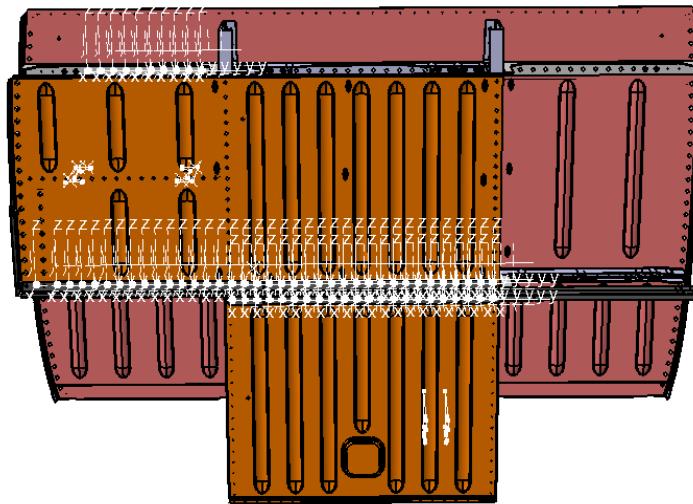


Ilustración 3 Diagrama de flujo de proceso CPA, elaboración propia.

### **5.1.1.2 TUNNEL ASSY**



*Ilustración 4 Tunnel PN SLS-030-301-009, Aernnova México.*

A partir de la información visible (véase en la ilustración 5), este diagrama de 20 pasos describe de manera secuencial el proceso de ensamble del Tunnel (véase en la ilustración 4). A grandes rasgos, el flujo inicia con el posicionamiento de la pieza elemental, continúa con la conformación de las piezas, avanza a la inspección de calidad y medidas, y finaliza con el acabado aplicación pintura, sellante y verificación final.

## Capítulo 5. Metodología.

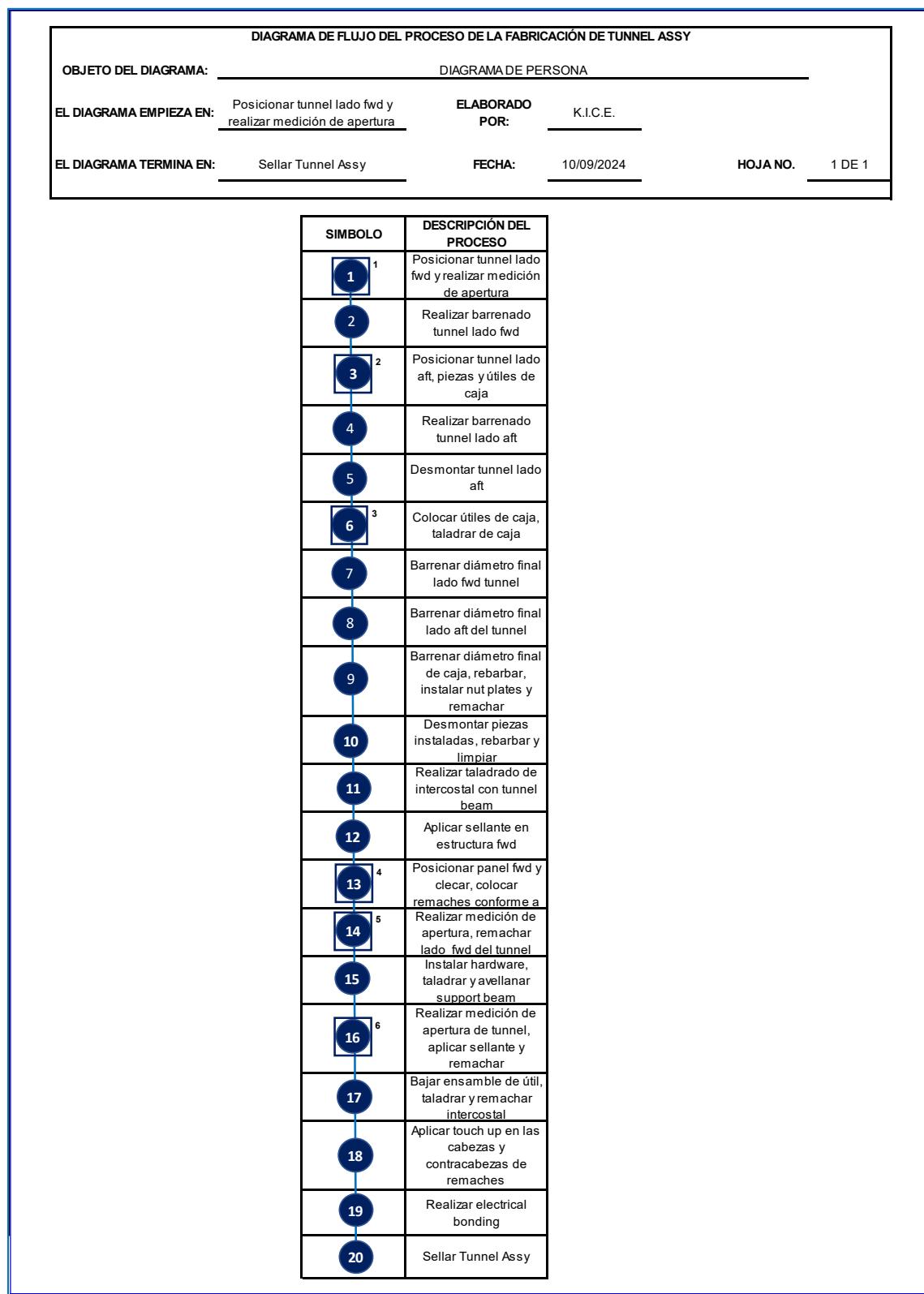
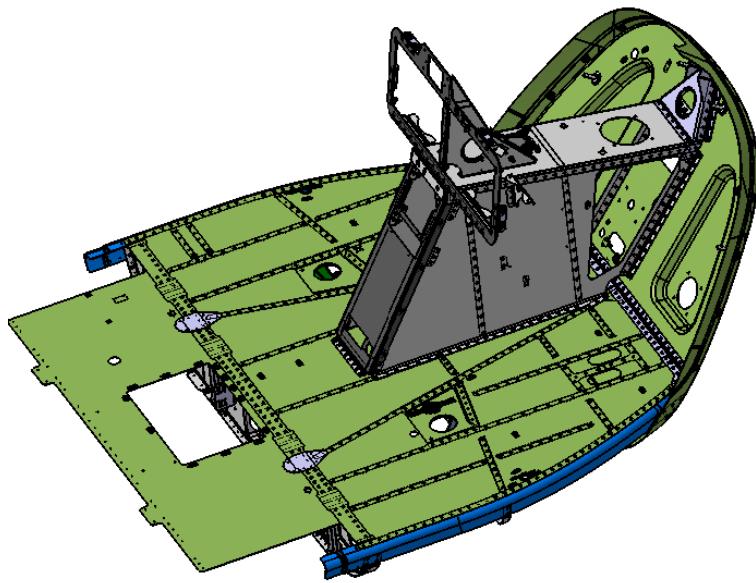


Ilustración 5 Diagrama de flujo de proceso TUNNEL, elaboración propia.

### **5.1.1.3 FWD FLOOR ASSY (FFA)**



*Ilustración 6 FFA PN SLS-030-210-005, Aernnova México.*

Para la fabricación del FFA (véase en la ilustración 6) el diagrama (véase en la ilustración 7) presenta 20 pasos que describen de forma ordenada el proceso de fabricación o ensamble. A grandes rasgos, se puede dividir en las siguientes etapas: Mecanizado y ajustes, Armado y fijación, Verificaciones intermedias, acabado e. Inspección final.

## Capítulo 5. Metodología.

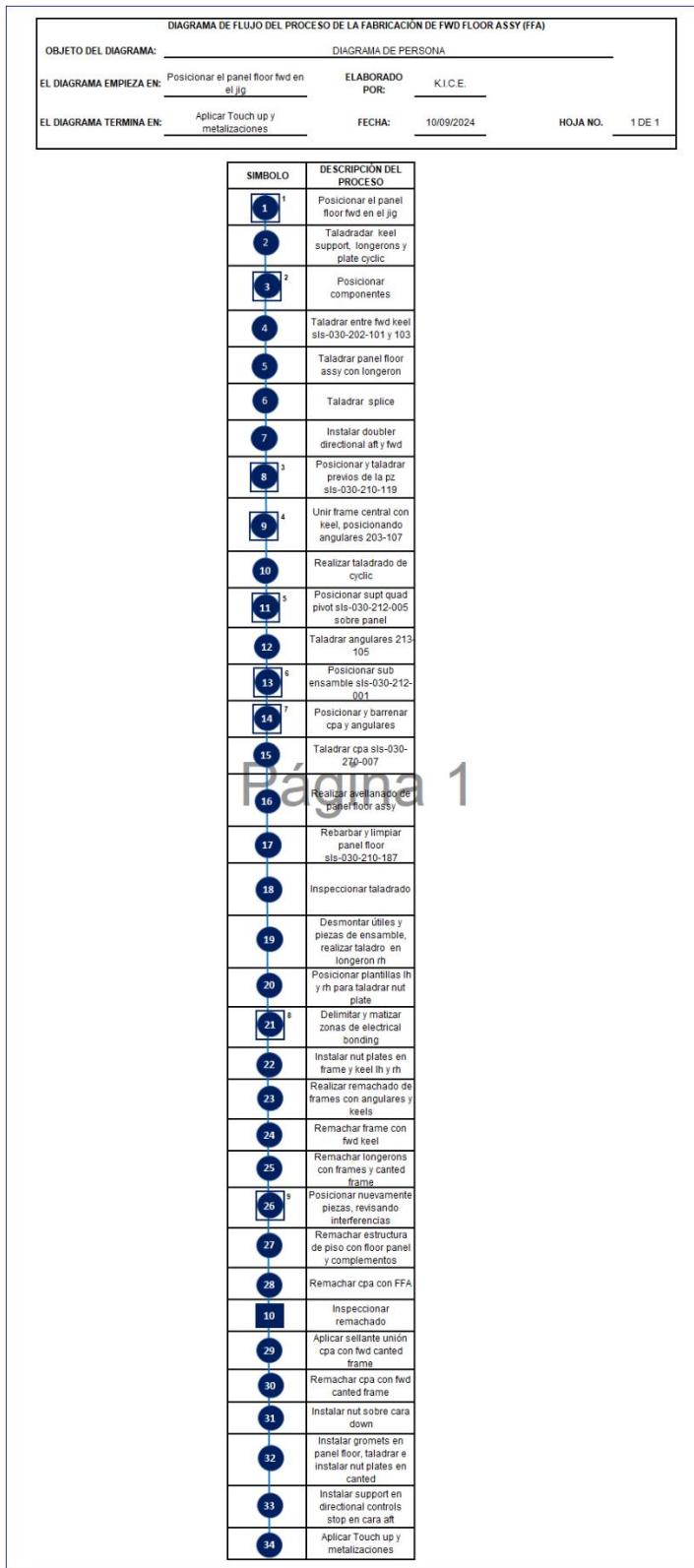


Ilustración 7 Diagrama de flujo de proceso FFA, elaboración propia

#### 5.1.1.4 UPPER BAGGAGE PANEL ASSY

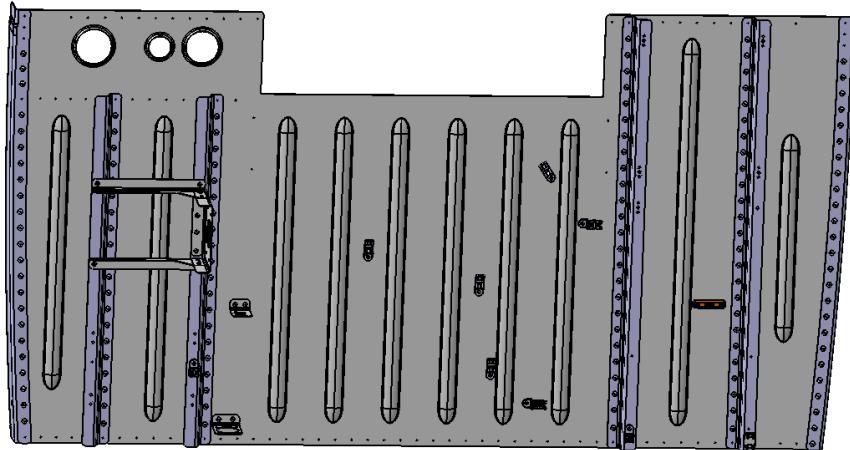


Ilustración 8 UPPER PN SLS-030-304-005, Aeranova México.

Para la fabricación del Upper (véase en la ilustración 8) el diagrama (véase la ilustración 9) describe a grandes rasgos el proceso que va desde posicionamiento, armado y fijación, acabado e inspecciones finales.

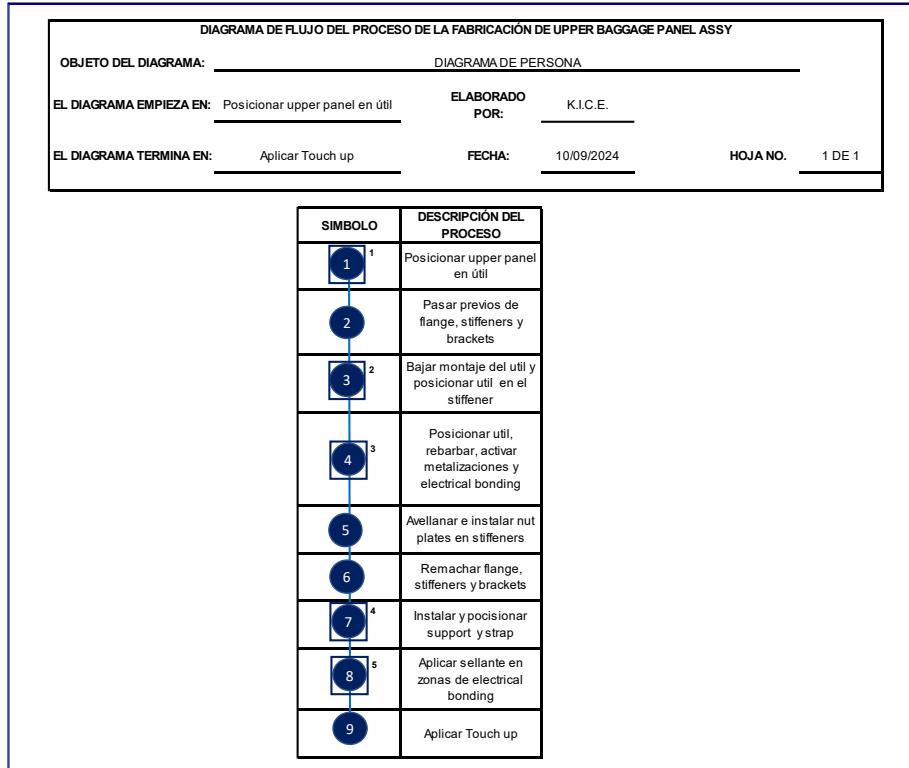
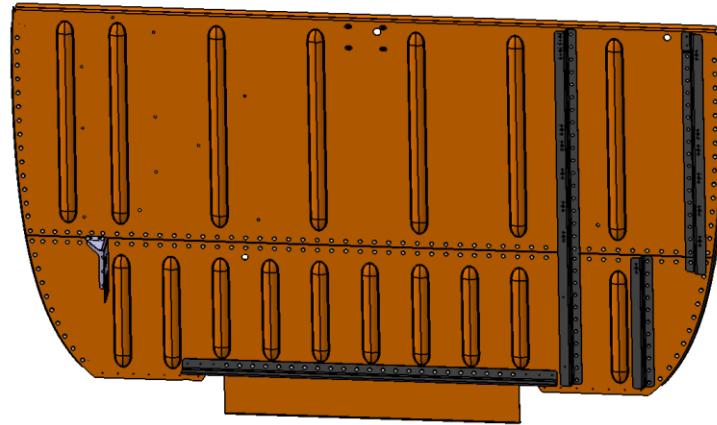


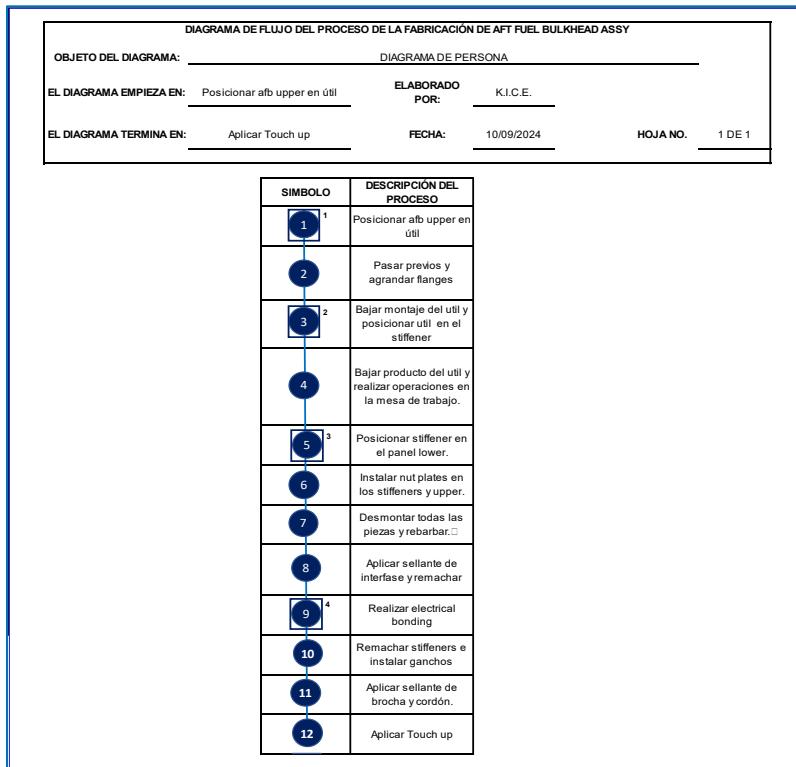
Ilustración 9 Diagrama de flujo de proceso UPPER, elaboración propia

### **5.1.1.5 AFT FUEL BULKHEAD ASSY**



*Ilustración 10 AFTER PN SLS-030-305-005, Aeranova México.*

Para la fabricación del After (véase en la ilustración 10) el diagrama (véase la ilustración 11) describe a grandes rasgos el proceso que va desde posicionamiento, armado y fijación, instalación de hardware, acabado e inspecciones finales.



*Ilustración 11 Diagrama de flujo de proceso AFTER, elaboración propia.*

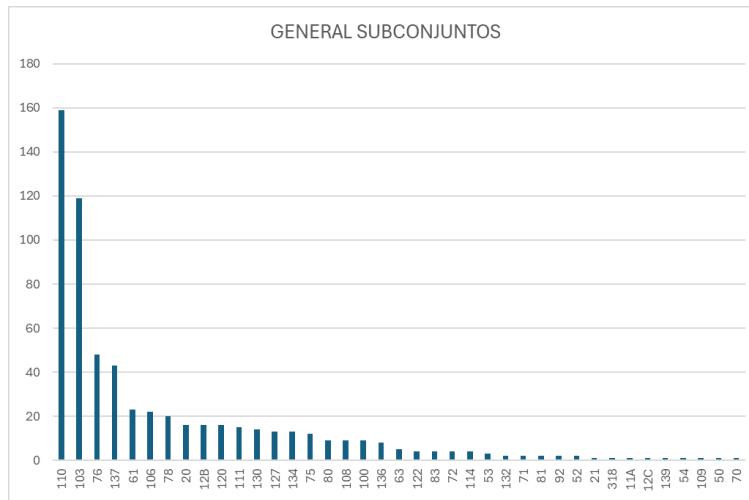
### **5.1.2 Diagnóstico**

Se realizó un diagnóstico con los datos históricos del año 2023 (véase en el anexo I) que nos ayudó a tener una percepción más detallada de los defectos y un histórico de comparación para el periodo Ene-agosto 2024.

De acuerdo con el procedimiento para el despliegue de Proyectos seis sigmas de Aernnova PCA-00-069 se cuenta con características clave de montaje y fabricación estandarizadas por familias (véase en la tabla 1) que afecten la funcionalidad desde el punto de vista del operador (instalación, actuaciones y tiempo de vida) o del cliente ya sea interno o externo (fabricación, ajuste, calidad percibida, etc.) Véase en el anexo I. Por lo tanto, los defectos están estandarizados por estas familias.

El área general de Subconjuntos Bell en el año 2023 tuvo un total de **1028 RDS** (véase en el anexo II) distribuido en cada una de sus áreas.

El objetivo de este año 2024 es bajar las horas de reparación de No Calidad ya que para Aernnova México representa un coste alto que puede ser minimizado. El diagnóstico preliminar específicamente para el periodo Enero-agosto 2024 nos arroja un total de 627 RDS para dicho periodo lo que representa el 61% de los defectos del año 2023 véase en la ilustración 12.



*Ilustración 12 RDS Subconjuntos Enero-agosto 2024, elaboración propia*

## Capítulo 5. Metodología.

---

Tabla 1 Características clave agrupadas por Familia de acuerdo con el PCA-00-069 de Aernnova Aerospace, RDS Subconjuntos, elaboración propia.

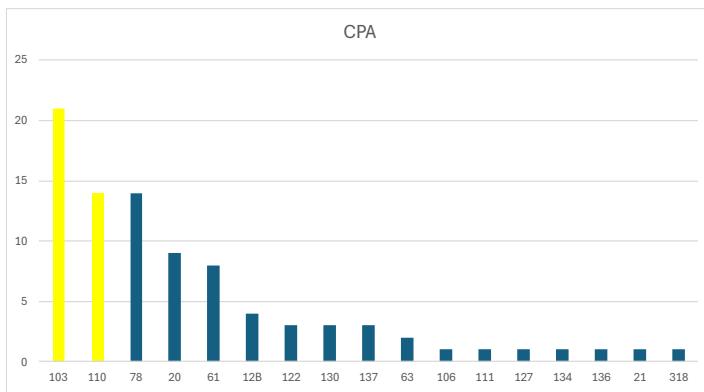
CARACTERISTICA CLAVE	FAMILIA
GAPS Y STEPS ENTRE ELEMENTOS	20
GAPS ENTRE PANELES SEGÚN ESPECIFICACION	21
POSICIONADOS DE ELEMENTOS	50
TIPO DE PIEZA SEGÚN ESPECIFICACION	52
TIPO DE HARDWARE SEGÚN ESPECIFICACION (REMACHE, TORNILLO, NUT PLATE, ROTULA, ETC) EN BUENAS CONDICIONES	53
NUMERO ADECUADO DE PIEZAS INSTALADAS (CANTIDAD SIN EXCESO NI DEFECTO)	54
AUSENCIA DE HARDWARE	61
AUSENCIA DE DEFORMACIONES U ONDULACIONES	63
CARACTERISTICAS DEL TALADRADO	70
POSICION TALADRO SEGÚN ESPECIFICACION	71
DIAMETRO TALADRO SEGÚN ESPECIFICACION	72
TALADRO NO REALIZADO O INDEBIDO	75
PROFUNDIDAD DEL AVELLANADO SEGÚN ESPECIFICACION	76
REBARBADO SEGÚN ESPECIFICACION	78
FOE/SUCIEDAD	80
AUSENCIA DE FOE/SUCIEDAD NO INSERTADO	81
AUSENCIA DE FOE INSERTADO EN UNIONES DE PIEZAS	83
METALIZACIONES EN POSICION Y FORMA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	92
NUT PLATES/DZUZ SIN MOVIMIENTO	100
ASPECTO VISUAL(AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACION,	103
PRESENCIA/AUSENCIA DE SELLANTE DONDE CORRESPONDA SEGÚN ESPECIFICACION	106
BOTON / CORDON DE SELLANTE SEGÚN ESPECIFICACION	108
POSICIONAMIENTO CORRECTO DE PIEZAS	109
MARCAS/RAYONES	110
AUSENCIA DE MARCAS	111
ACABADO DE LAS REPARACIONES SEGÚN ESPECIFICACION	114
CARACTERISTICAS DEL REMACHADO/ATORNILLADO	120
CONTRACABEZA BIEN INSTALADA Y ASENTADOS	122
AUSENCIA DE GAP CIRCUNFERENCIAL	127
CARACTERISTICAS DE PINTURA	130
ADHERENCIA PINTURA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	132
AUSENCIA DE PINTURA EN ZONAS QUE NO DEBEN DE IR PINTADAS (BONDING, ETC)	134
CARACTERISTICAS VISUALES NO MEDIBLES ( DESCUELGUES, HERVIDOS, BURBUJAS...) SEGÚN ESPECIFICACION	136
AUSENCIA DE ZONAS SIN PINTAR CUANDO DEBAN IR PINTADAS	137
AUSENCIA DE ESPOLVOREADOS DE PINTURA EN OTRAS PIEZAS	139
MOUTING CON MOVIMIENTO	318
OTROS DEFECTOS DE ACABADO	11A
AUSENCIA DE MARCAS EN CABEZAS Y CONTRACABEZAS	12B
ALTURA DE REMACHE/TORNILLO SEGÚN ESPECIFICACION	12C

Como se muestra en la ilustración 7, Subconjuntos Bell para la característica 110 Marcas/Rayones cuenta con 159 RDS y para la característica 103 Aspecto Visual con 119 RDS, siendo estas las más representativas en cuanto a cantidad, tan solo estas representan el 44% de Horas No Calidad y un Coste de \$12 dólares por hora de reparación. para el Área en general.

Las siguientes ilustraciones muestran de manera individual cada área donde se puede observar el tipo y la cantidad de RDS.

### **Console pedestal Assy (CPA)**

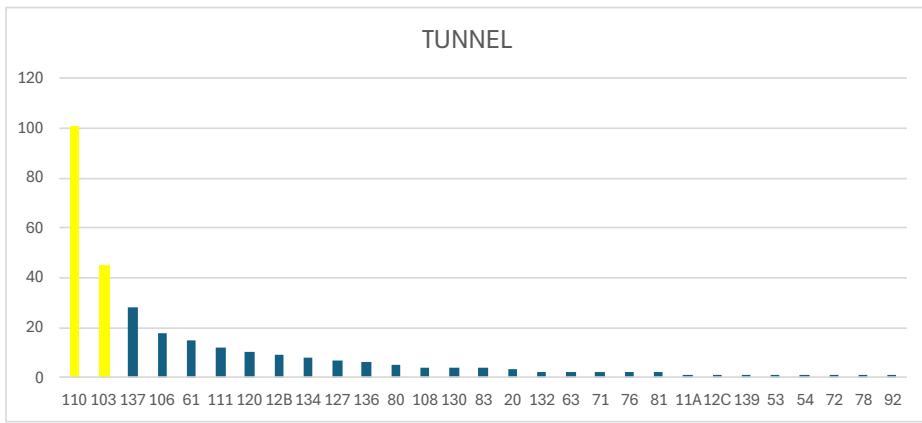
En el área de la fabricación de la consola se observa un total de 88 RDS representando el 14% de las Horas No Calidad de este periodo. En este principalmente se observa la Característica 103 aspecto visual con 21 RDS, la 110 Marcas/rayones con 14 RDS así mismo para la característica 78 Rebarbado según especificación. Véase en la ilustración 12.



*Ilustración 13 RDS CPA, elaboración propia.*

### **Tunnel Assy**

En Tunnel se observa un total de 297 RDS que representa el 47% de las Horas No Calidad. Principalmente para la característica 110 Marcas/rayones con 101 RDS y para la característica 103 de aspecto visual con 45 RDS. Véase en la ilustración 13.

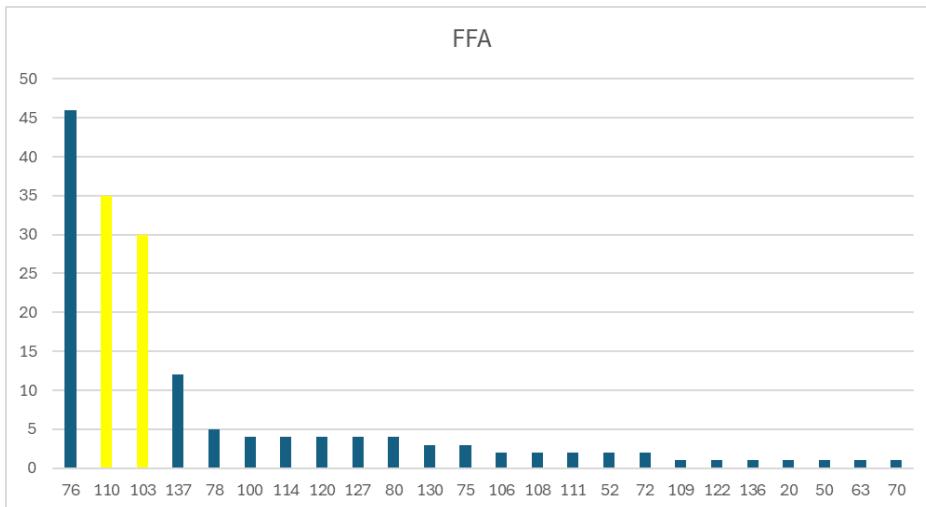


*Ilustración 14 RDS Tunnel, elaboración propia*

#### **FWD FLOOR ASSY (FFA)**

Para la fabricación del FFA se tiene un total de 171 RDS que representa el 27% de Horas No Calidad donde se observa la característica 76 Profundidad del avellanado según especificación con 46 RDS, la característica 110 marcas/rayones con 35 RDS y la 103 Aspecto visual con 30 RDS como más representativas por la cantidad.

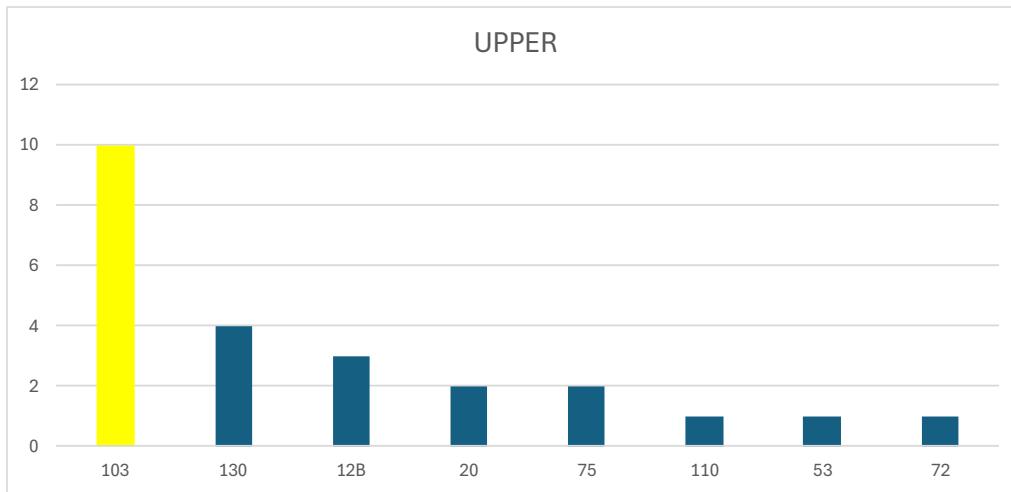
Véase en la ilustración 14.



*Ilustración 15 RDS FFA, elaboración propia*

### **UPPER BAGGAGE PANEL ASSY**

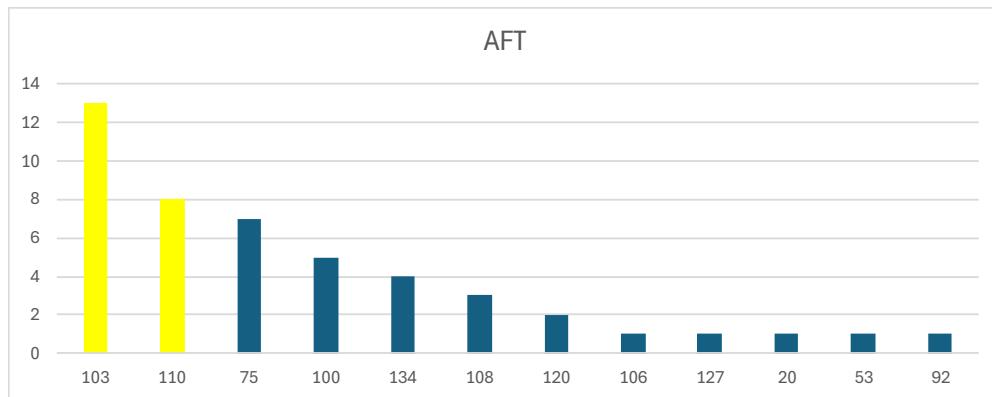
En el área de fabricación del UPPER cuenta con 24 RDS representando solo el 4% de Horas No Calidad con la característica 103 aspecto visual con 10 RDS. Véase en la ilustración 15.



*Ilustración 16 RDS UPPER, elaboración propia*

### **AFT FUEL BULKHEAD ASSY**

En la fabricación del AFT cuenta con 47 RDS representando el 7% de las horas No calidad con la característica 103 aspecto visual con 13 RDS siendo las más representativa en cantidad. Véase en la ilustración 16.



*Ilustración 17 RDS AFT, elaboración propia*

De acuerdo con estos resultados en el periodo Ene-Agos 2024 con el 61% del total de RDS de 2023 de nuestros datos histórico, sugiere que la tendencia de defectos sigue siendo alta y de continuar este ritmo los RDS de 2024 podrían igualar o superar los de 2023.

Se visualiza que el mayor concentrado de RDS es en defectos de tipo acabado superficial (marcas, rayones y aspecto visual deficiente) son problemas recurrentes en todas las áreas de subconjuntos, errores en proceso de taladrado y avellanado especialmente lo muestra en el área de FWD Floor Assy donde la profundidad del avellanado es un problema recurrente, por otro lado, también se visualiza problemas de rebarbado y ajuste de piezas debido a especificaciones incorrectas o falta de inspección.

Si bien no es posible detallar el tiempo de reparación por tipo de RD, ya que ningún defecto es igual por las diferentes características que pueden tener como: tipo de defecto, impacto en la funcionalidad y seguridad, tipo de proceso, tamaño y condiciones de la pieza y condiciones de la operación, por ello cada reparación debe ser evaluada de manera individual y poder asegurar que se cumplan las normativas y se mantenga la seguridad.

Realizando un análisis, asumiendo que se requiera en promedio 1 hora de reparación, lo cual es una hipótesis que puede ser ajustada según datos reales.

*Tabla 2 Costo No calidad 2023, elaboración propia.*

2023			
Total de RDs	1028	Horas de No Calidad	1028
Costo unit/hora No calidad en Dólares	\$ 12.00	Costo Total en dólares	\$ 12,336.00

Tabla 3 Costo No calidad Ene-Agos 2024, elaboración propia.

Ene-Agost 2024			
Total de RDs	627	Horas de No Calidad	627
Costo unit/hora No calidad en Dolares	\$ 12.00	Costo Total en Dolares	\$ 7,524.00

Este cálculo simplificado muestra el costo asociado a la No Calidad, en la práctica el tiempo de reparación va a variar más/menos de acuerdo con el tipo de defecto y su impacto, aun siendo el caso como hipótesis se observa un impacto financiero de las ineficiencias para el periodo 2024 (Véase en la tabla 3). Siguiendo con dicha Hipótesis se realizó el análisis por área, identificando donde se concentran los mayores costos siendo el área de Tunnel y FFA (Véase en la tabla 4).

Tabla 4 Horas no calidad en áreas, elaboración propia.

HORAS NO CALIDAD ENE-AGOS 2024			
Área	RDS	costo unit/hora	Costo total
CPA	88	\$ 12.00	\$ 1,056.00
TUNNEL	297	\$ 12.00	\$ 3,564.00
FFA	171	\$ 12.00	\$ 2,052.00
UPPER	24	\$ 12.00	\$ 288.00
AFT	47	\$ 12.00	\$ 564.00

De acuerdo con los resultados se optó por implementar un Análisis de Modo y efecto de Fallo de proceso que se enfoca en identificar modos de fallo en procesos de manufactura o ensamblaje para priorizar acciones correctivas y preventivas adaptado a la realidad operativa de cada área, para abordar el problema de defectos por ser una herramienta técnica, estratégica y práctica para lo que necesitamos.

El AMFE es una herramienta preventiva diseñada para identificar los posibles modos de fallo antes de que ocurran o se repitan, a diferencia de otras metodologías que solo actúan después de que el error ya generó costos, por lo tanto, nos ayuda a reducir los retrabajos, desperdicios y fallos reincidentes que actualmente afectan

en el proceso. El AMFE evalúa y prioriza riesgos, por lo tanto, permite enfocar los recursos en los procesos más críticos, optimizando tiempo y costos.

Para la estandarización de acciones correctivas y preventivas os ayuda a documentar de forma sistemática las causas raíz de fallos y las acciones correctivas/preventivas correspondientes.

Esta metodología se alinea con los sistemas de gestión de calidad de Aernnova con la ISO 9001 y la AS9100 siendo que su aplicación facilita las auditorías internas y externas.

### **Fase 2: Identificación y Priorización de Modos de Fallo (Core Tools)**

Para tener un avance significativo en nuestras mejoras se decidió realizar una priorización de áreas, en este caso el área de Tunnel y FFA dado que de acuerdo con los resultados obtenidos tienen un mayor impacto en la línea para el área de subconjuntos.

#### **5.1.3 ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLO (AMEF)**

Al realizar un análisis preliminar de los RDS y procesos del área de FFA y Tunnel observamos que son muy similares sobre todo en los defectos por lo tanto las mismas acciones serán aplicadas para las dos áreas (véase en la tabla 5). De acuerdo con el PCA-00-053 véase en el Anexo III. Para la realización del AMFE se realizo la siguiente sistemática

##### **5.1.3.1 Definición del alcance y conformación del equipo**

###### **1. Selección de áreas críticas**

Se eligieron Tunnel Assy y FFA al concentrar, entre ambas, más del 74 % de los Registros de Defecto (RDS) y de las Horas de No Calidad del periodo Ene-Ago 2024.

###### **2. Equipo multidisciplinario**

- **Ingeniería de Procesos:** aportó el diagrama de flujo y el conocimiento técnico de cada operación.

- **Ingeniería de Calidad:** definió criterios de severidad, controles actuales y estándares PCA-00-053.
- **Supervisores y Líderes de área:** contribuyeron con la visión práctica de las tareas diarias.

#### **5.1.3.2 Identificación de funciones y modos de fallo**

##### **1. Mapeo detallado del proceso**

Se analizó cada operación (perforado, avellanado, rebarbado, pintado, sellado) en pasos elementales a partir de los diagramas de flujo (Véase Ilustración 5 y 7).

##### **2. Lluvia de modos de fallo**

En cada paso se registraron todos los modos de falla potenciales (acabado, rebabas excesivas, taladro descentrado, falta de torque en remaches, etc.). Se apoyó en el histórico de RDS para validar cuáles fallos ya habían ocurrido y cuáles podían ser “casi fallos”.

#### **5.1.3.3 Evaluación de efectos y causas**

##### **1. Descripción de efectos**

Para cada modo de fallo se anotó el efecto sobre la funcionalidad, la seguridad y la apariencia del subconjunto (por ejemplo: “avellanado insuficiente que impide el anclaje correcto en el utilaje”).

##### **2. Identificación de causas raíz**

Se empleó la técnica de “5 porqués” y diagramas de Ishikawa durante los talleres para llegar a causas como:

- Herramienta mal calibrada.
- Falta de instrucción visual en Delmia.
- Ausencia de verificación intermedia.

Estas causas alimentaron la sección “Causas Potenciales” de la hoja AMFE.

#### **5.1.3.4 Valoración de Riesgo (Cálculo de NPR / RPN)**

Para cada modo de fallo se asignaron tres valores (escala 1–10):

*Tabla 5 Valores modo de fallo, elaboración propia.*

Parámetro	Qué mide	Ejemplo de criterio
Severidad	Impacto del fallo en el cliente u operación	10 = riesgo de rechazo total; 5 = retrabajo menor
Ocurrencia	Frecuencia histórica o esperada del modo de fallo	9 = récord mensual > 30 RDS; 3 = menos de 5 RDS/mes
Detección	Probabilidad de que los controles actuales fallen	8 = no hay inspección intermedia; 2 = verificación de 100 %

RPN = Severidad × Ocurrencia × Detección

Se consideraron RPN ≥ 100 como modos de muy alta prioridad y RPN 50–99 como prioridad media.

En la Tabla 5 se muestran varios modos con RPN entre 120 y 256, lo que obligó a tomar acción inmediata.

#### **5.1.3.5 Priorización y selección de modos de fallo críticos**

De acuerdo a la regla 80/20: los primeros 4 modos de fallo (concentrando 85 % del total de RPN) fueron elegidos para diseñar acciones correctivas inmediatas.

#### **5.1.3.6 Documentación y trazabilidad**

Para la Plantilla AMEF se utilizó el formato de Aernnova (PCA-00-053, Anexo III) para capturar: Modo de fallo, Efecto, Causa, RPN, Control actual, Acciones propuestas, Responsable y Fecha de cierre.

**Base de datos en red:** Todos los AMEF quedaron registrados en un repositorio compartido para revisión en auditorías ISO 9001 / AS9100 y para alimentar el sistema de “Lecciones Aprendidas”.

#### **5.1.3.7 Definición de acciones correctivas y preventivas**

Para cada modo de fallo crítico se establecieron:

- Acción correctiva (inmediata): revisión y calibración diaria de la broca de taladrado, actualización de la instrucción visual en Delmia.

- Acción preventiva (largo plazo): incorporación de puntos de control intermedios en el Plan de Control piloto de SPC para monitorear la línea.
- Responsables y plazos: se acordó ejecutar medidas de corto plazo en un lapso máximo de 2 semanas y piloto SPC en 3 meses.

Se espera una reducción de RPN: al recalibrar herramientas y reforzar controles de inspección, se estimó bajar un 40 % el RPN de los modos más críticos, base para Fase 3 (Implementación SPC): la identificación de variables críticas ya que sustentara el diseño de cartas de control y alarmas tempranas.

El AMEF no solo permitió priorizar correctamente los modos de fallo más costosos y recurrentes, sino que también generó una ruta clara de acciones y responsables, alineada con la mejora continua y los requisitos de calidad de Aernnova Aerospace. Esto sentó las bases para la cuantificación de resultados y la extensión de la metodología al resto de subconjuntos del programa BELL 505.

## Capítulo 5. Metodología.

Tabla 6 AMFE TUNNEL ASSY/FFA, Elaboración propia.

AERnnova			ANALISIS DEL MODO DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE)						Proceso Productivo Logístico Organizativo	AMFE Nr:		TUNNEL ASSY / FWD FLOOR ASSY (FFA)																	
Proye			Denominació								LIDER: Karen Itzel Calderón Elías EQUIPO: Manuel de Jesús Valadez Ramos Raúl López Mateos																		
Rev. AMFE	Fecha	Rev. Plano	Ind. Proceso	Motivos Rev:																									
-	30/09/2024	-	-	-																									
OP.	OPERACIÓN/ DESCRIPCION		FALLOS POTENCIALES			MODOS DE FALLO POTENCIAL	EFFECTOS DE FALLO POTENCIAL	CAUSAS DE FALLO POTENCIAL	CONTROLES ACTUALES	O	S	D	NPR	KC	Fechas/ Responsable	Descripción	O'	S	D'	NPR	PC	LL	P/R	OBJETIVO					
1	Pocisionamiento		Pocisionamiento inadecuado y alineación deficiente		Error de montaje, retrabajo y disminución de calidad final		Error humano		Verificación visual	5	8	6	240	N/A	25/09/2024 - Juan M. Blais	Capacitar al personal	3	7	4	84	-	-	-	-					
2	Taladrado		Taladro desalineado o a profundidad erronea		Barreno fuera de especificación; retrabajo		Parámetros de herramienta mal ajustados; brocas desgastadas; error humano		Control visual superficial	5	8	5	200	N/A	25/09/2024 - Uriel M.	1) Capacitar en calibración y cambio de brocas; 2) Implementar verificación medición inicial	3	8	4	96	-	-	-	-					
3	Avellanado		Profundidad fuera de tolerancia		Remaches mal asentados; riesgo de GAP en la unión		Herramienta descalibrada; falta de control de profundidad; ausencia de plantilla		Inspección puntual sin registro; ausencia de prueba piloto	5	9	4	180	N/A	23/09/2024 - Efraín A.	1) Calibrar herramienta periódicamente; 2) Implementar bitácora de calibración	3	8	3	72	-	-	-	-					
4	Limpieza y desbarbado		Rebabas o residuos en la pieza		Daños en superficie; interferencias en el ensamble		Falta de inspección visual final; procedimiento inadecuado; prisa		Limpieza manual sin checklist; ausencia de equipo especializado	4	7	5	140	N/A	27/09/2024 - Raúl P.	1) Estandarizar proceso de desbarbado con checklist; 2) Capacitar en técnicas de limpieza y pulido; 3) Incorporar herramientas específicas	3	7	4	84	-	-	-	-					
5	Aplicación de sellante/adhesivo		Aplicación excesiva o insuficiente		Fugas; falta de resistencia; contaminación; retrabajo		Dosisificación manual sin estándar; falta de capacitación en sellantes		Revisiones ocasionales ; control limitado de volumen	3	8	5	120	N/A	25/09/2024 - Uriel M.	Capacitar al equipo en técnica de aplicación	2	7	4	56	-	-	-	-					

### **5.1.4 SPC**

El Control Estadístico de Procesos (SPC) complementado con el AMFE, nos va a llegar a permitir monitorear en tiempo real las variables críticas identificadas como fuentes de falla potencial. De esta manera, se asegura la estabilidad del proceso y se **reducen** los defectos, alineando las acciones correctivas del AMFE con la prevención temprana de fallas.

Esta opción quedara en propuesta ya que por cambio de proyecto en 2025 por orden directa de dirección deberá ser evaluada si los recursos utilizados para el estudio funcionaran para el nuevo proyecto, iniciando con una prueba piloto (véase en la tabla 7).

*Tabla 7 Planificación SPC, elaboración propia.*

Operación	Variable	Método de Medición	Frecuencia	Tipo de gráfico
Posicionamiento (1)	Desalinización (mm)	Plantilla con escalas / CMM	Cada 5 piezas	Barra X y R
Taladrado (2)	Diámetro / profundidad (mm)	Calibrador / micrómetro / medidor de profundidad	100% en piezas críticas o cada 10 piezas	IMR o barra X y R
Avellanado (3)	Prof. avellanado (mm)	Comparador digital / palpador	Cada 5 piezas	Barra X y R
Limpieza y desbarbado (4)	Rebabas (cumpleaños /no)	Inspección visual + lista de verificación	Muestreo 10%	gráfico p
Aplicación de sellador (5)	Cantidad de sellante (g)	Báscula / verificador volumétrico	Cada 5 piezas	Barra X y R

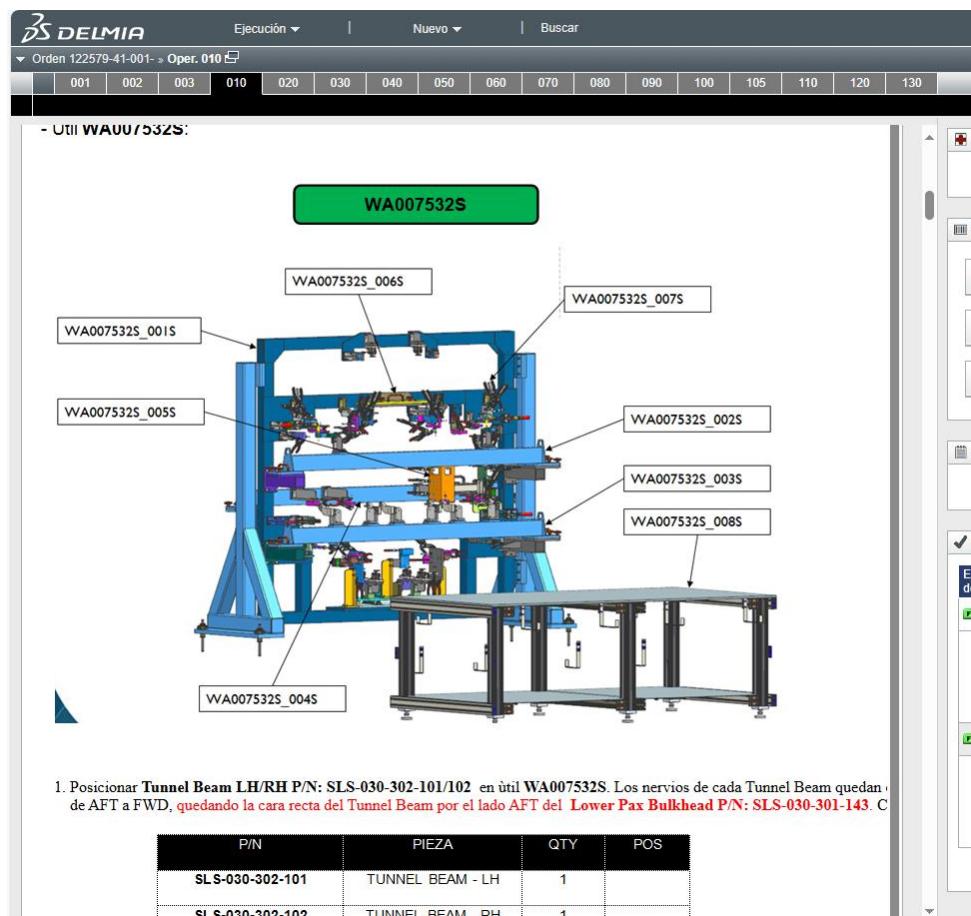
### **Fase 5: Plan de Acción**

### **5.2 PLAN DE ACCIÓN**

Este plan de acción está planteado para el área de FFA y Tunnel como áreas de prioridad.

- Estandarización de Procedimientos e Instrucciones de Trabajo:**

Actualizar las instrucciones de trabajo más detalladas y visuales para garantizar la correcta ejecución. Véase en el Anexo IV la instrucción completa. Aernnova utiliza la Plataforma Delmia para que los operadores puedan fichar cada operación y visualizarla para poder seguirla por lo tanto las instrucciones visuales se encuentran en plataforma como se observa en la ilustración 18.



*Ilustración 18 Ejemplo Instrucción de calidad Delmia, Aernnova México.*

**Capacitación Personal:** refrescamientos en técnicas de posicionamiento, taladrado, avellanado y aplicación de sellante. Para este caso se realizará una sesión de 40min dividida en 2 grupos donde se les mostrará el correcto procedimiento de cada proceso como un Refresh de lo ya aprendido. En la tabla 8 se puede visualizar la planeación de las sesiones con el personal y fecha correspondiente.

## Capítulo 5. Metodología.

Tabla 8 Planeación Refresh de procedimientos, Depto. R.H. Aernnova México

Nº	PAX		DUE DATE (YEAR)	STATUS	OBSERVATIONS	CERTIFICATION	REFRESH POSITIONING, DRILLING AND AVELLANADO	
							A/I	ACTIVE/INACTIVE QUALIFICATION
							R	RECERTIFICATION PLAN
129198	NOGUEZ ESTRADA,LEONEL		03/01/2024	02/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
131806	CALDERON CABALLERO,ISAAC		02/01/2024	02/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
127578	MENDOZA HERNANDEZ,LUIS ANTONIO		24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
127633	JAIME SOTO DANIEL ALBERTO		24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
135975	SUAREZ HERNANDEZ RAUL		24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
132354	CABRERA ENRIQUEZ,ALEJANDRA		24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
126904	ALVAREZ ALVAREZ,JUAN CARLOS		24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
133230	RAMOS PEREZ,MARIA DEL ROCIO		21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
138707	ANDRADE TINAJERO,MARIA AURELIA		21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
128261	PEREZ AVILA,JESUS LEONEL		21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
131562	LOPEZ PACHECO,ALVARO		21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
129949	ESTRADA ARAUS,JOSE MANUEL		21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
133084	ORTEGA LOPEZ ISMAEL		03/01/2024	02/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
133085	VILLEGAS DIAZ,CONCEPCION		02/01/2024	02/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
133468	OTERO ZUÑIGA JORGE ALBERTO		24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
138504	PIEDRA PIEDRA,LUIS MIGUEL		24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
137155	CHAVEZ PEREZ KARLA IVONN		24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
132349	ALVAREZ ALVAREZ LEONARDO		24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
139017	AGUILLON LEON MIRIAM		24/01/2024	24/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
136845	GUZMAN FLORES ACALLI Yael		21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
133465	LIRA PAEZ JESUS ALEJANDRO		21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
129213	ESCOBEDO SANCHEZ JOSE HORACIO		21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
139021	PASCACIO CIGARROA ROSI DEL CARMEN		21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
136347	GUDIÑO SEGUNDO JOSE GUADALUPE		21/03/2024	21/03/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
138700	GONZALEZ GONZALEZ DIANA ANGELICA		03/01/2024	02/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO
127578	MENDOZA HERNANDEZ LUIS ANTONIO		02/01/2024	02/01/2025	ACTIVE	RECERTIFICATION PLAN	A/I	ACTIVO
							R	ACTIVO

**Implementación de Auditorías Manuales:** Programar auditorías internas regulares para revisar el cumplimiento de los procedimientos y detectar desviaciones a tiempo.

Para este caso en Aernnova se tiene un programa de autocontrol donde los empleados pueden tener el autocontrol de pasar las piezas durante el proceso sin ser revisada por un inspector esto para los procesos no especiales, esta acción solo es revisada un mes antes de quitar o otorgar los autocontroles cada año, por lo tanto hacer las auditorías más constates, hará que el autocontrol pueda ser elegido de una mejor manera, ya que al terminar cada auditoría se le tendrá que hacer una retroalimentación con el personal correspondiente (Ingeniería de procesos, Ingeniería de calidad, Ingeniería de utilajes, etc.) que podrá ayudar a reforzar los errores que lleguen a tener y minimizarlos. En la ilustración 18 se muestra el formato a utilizar en cada auditoría de acuerdo con el PCA-3X-006 de Aernnova.

## Capítulo 5. Metodología.



### CHECK LIST AUDITORIA

Nombre:

Número Empleado:

Avión: \_\_\_\_\_ Part Number: \_\_\_\_\_ Montaje Auditado: \_\_\_\_\_

Operación Auditada: \_\_\_\_\_

Sello de Autocontrol: \_\_\_\_\_

Fecha de Auditoria: \_\_\_\_\_

PREGUNTAS	O.k. 1	No O.k. 0	N/A	OBSERVACIONES
1. ¿El operador está fichando la misma operativa está ejecutando ahora? ¿Conoce como validar el proceso que esta realizando?				
2. ¿El operador conoce donde debe consultar como realizar los procesos y este proceso se sigue de acuerdo a la instrucción?				
3. ¿Realiza las operaciones siguiendo la secuencia como pide el Process Plan y están completas las operaciones anteriores (revisar si tienen precedencia)?				
4. ¿Mientras está trabajando, tiene objetos o herramientas encima del producto? ¿Realiza operaciones clean as you go?				Al 2do hallazgo el autocontrol es retirado.
5. ¿Está utilizando instrumentos de medición? está el instrumento calibrado? Revisar que la información sea coherente contra el Data Collection registrado en caso de que se pida en Delmia.				
6. ¿Está utilizando los materiales y herramientas adecuados para ejecutar la operación de acuerdo a la operativa 002 de Delmia?				
7. ¿Inspecciona y firma con autocontrol la operación que está realizando?				Al 2do hallazgo el autocontrol es retirado.
8. ¿Las mezclas se encuentran identificadas de acuerdo al PCA-NT-032? Etiqueta adherida y legible.				Al 2do hallazgo el autocontrol es retirado.
9. Si utiliza mezclas (pintura, sellantes, adhesivos, químicos, etc.), los registra en Data Collection y comprueba que se encuentran dentro de vigencia valido para aplicarlo?				Al 2do hallazgo el autocontrol es retirado.
10. ¿Verificar que se cumplimente y estén firmadas en tiempo las inspecciones delegadas (QI's, ICA's QG's, serializables, etc.)? NOTA: Tener en cuenta en sistema y físicamente.				
11. ¿Deja el área de trabajo y el producto limpio durante proceso y al final cuando termina la operación?				Al 2do hallazgo el autocontrol es retirado.
12. Durante la verificación realizada por el autocontrol y se detecta alguna discrepancia, ¿esta es documentada e identificadas (RD/INC) en sistema DELMIA?				Al 2do hallazgo el autocontrol es retirado.
13. Has supervisado a alguien sin autocontrol ¿Cuándo lo haces, como sabes que está bien?				
14. ¿El montador asegura sus operaciones usando Anti-KO?				
<b>TOTAL</b>				

Sello y Fecha de (los) Auditor(es)

Sello y Fecha del Auditado de conformidad

Firma de enterado de resultado de la auditoria:

Nombre, firma y fecha de supervisor de producción

Nombre, firma y fecha de supervisor de calidad

CA-3X-006/C/2

## **Capítulo 5. Metodología.**

### *Ilustración 19 Check list auditorías, elaboración propia.*

**Mejora en la Comunicación y Retroalimentación:** Organizar reuniones cortas y regulares para revisar problemas detectados en el turno y compartir lecciones aprendidas. Implementar un sistema de lecciones aprendidas donde los operadores puedan reportar incidencias y sugerencias de mejora. Todo esto para documentar y difundir las lecciones aprendidas para prevenir la recurrencia de los errores. En la ilustración 22 se muestra el formato creado para las lecciones aprendidas, así mismo se creó un formato para llevar el control de dichas lecciones cargado en la Red de Aernnova, este archivo solo podrá ser manipulada por el supervisor de área.

*Ilustración 20 Formato Control de lecciones aprendidas, elaboración propia.*

Posterior a el llenado del archivo en la junta de arranque 1 vez al mes o cada 15 día de acuerdo con el número de Folios, se mencionarán cada uno para que todo el equipo pueda escucharlo y evitar que les suceda. De igual forma se encontrarán en el Centro de Intervención (véase en la ilustración 21) para poder ser visualizados individualmente en el momento que gusten.



Ilustración 21 CI Bell 505, Aernova México.

## Capítulo 5. Metodología.



### LECCIONES APRENDIDAS

Folio No. _____	No. De empleado: _____
Nombre: _____	Fecha: _____
Área/Proceso/Estación: _____	Supervisor: _____
1) Descripción del Defecto (Describe brevemente el error o defecto observado)	
2) Causa Raíz (Identifica los factores que contribuyeron al error, tanto directos como subyacentes)	
3) Impacto en el Proceso (Describe como afectó el error la producción, la calidad, la seguridad o los costos)	
4) Acción correctiva inmediata (Explica las medidas tomadas para corregir el error en el momento)	
5) Acciones preventivas sugeridas (Propone qué se podría implementar para evitar que se repita en el futuro)	
6) Lecciones aprendidas y recomendaciones (Reflexiona sobre lo aprendido y sugiere mejoras)	
7) Seguimiento y verificación (Establece como se dará seguimiento a las acciones correctivas, con fechas y responsables)	
Comentarios adicionales	
Firma	Firma del supervisor

Aernnova Group confidential information. Limited use on a need-to-know basis. All rights reserved.

Ilustración 22 Formato lecciones aprendidas, elaboración propia.

**Incentivos y Cultura de Calidad:** Establecer reconocimiento para los equipos y operadores que logren reducir los defectos o implementar mejoras exitosas. Estos reconocimientos se darán una vez al Mes en la junta de Arranque a la persona que en su proceso haya tenido ningún RD o el menor número de RDS.

## **Capítulo 6**

## **Resultados**

El análisis de los resultados obtenidos posterior al plan de acción iniciado el 1 de noviembre de 2024 en las áreas de Tunnel Assy y FWD Floor Assy confirma de manera sólida el cumplimiento de la pregunta de investigación, valida la hipótesis alternativa y confirma de manera sólida el cumplimiento de los objetivos de reducción de defectos y optimización de costos de no calidad.

*¿En qué medida la aplicación del AMEF de Proceso en las áreas de Tunnel Assy y FWD Floor Assy reduce la tasa de defectos y optimiza los costos de no calidad?*

**Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):** La implementación de un método sistemático de AMEF en el área de subconjuntos de Bell 505 reducirá significativamente la tasa de defectos y los costos de no calidad en al menos un 30% posterior a su aplicación.

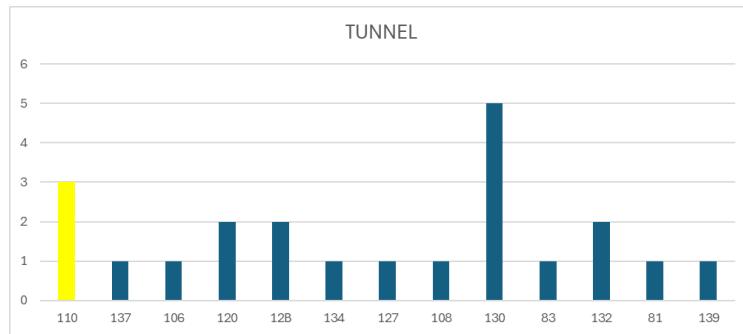
**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** La aplicación de un método AMEF no producirá cambios significativos en la tasa de defectos ni en los costos de no calidad en el área de subconjuntos Bell 505.

En Tunnel Assy, donde originalmente se registraban en promedio 37 RDS mensuales, las mejoras implementadas calibración de herramientas, actualización de instrucciones visuales en Delmia y nuevos puntos de control intermedios permitieron reducir esta cifra a 22 RDS, lo que equivale a una disminución del 40.54 % (ver Ilustración 22), superando así la meta del 30 % establecida en  $H_1$ .

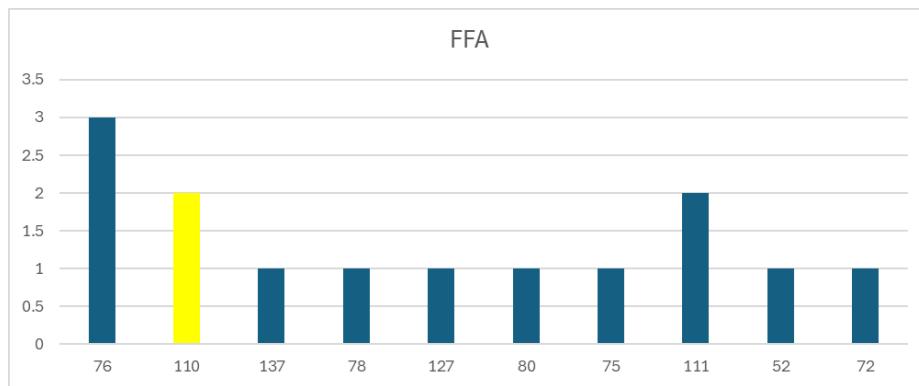
De forma similar, en FWD Floor Assy la media de 22 RDS mensuales se redujo a 14, logrando una reducción del 36.36 % (ver Ilustración 23), también por encima de lo planteado en  $H_1$ . Estos resultados superan ampliamente la meta del 30 % de reducción de defectos planteada en el objetivo general y ratifican la hipótesis de investigación de que un método sistemático AMEF al identificar y priorizar modos de fallo críticos, asignarles responsables y plazos, y documentar causas y efectos

en un repositorio de lecciones aprendidas es capaz no solo de disminuir la tasa de defectos, sino también de generar ahorros significativos en horas de retrabajo y liberar capacidad operativa para actividades de mayor valor agregado. Además, la concentración en los cuatro modos de fallo que concentraban el 85 % del riesgo (RPN) agilizó la toma de decisiones y la implementación de acciones correctivas inmediatas, sentando las bases para la fase siguiente de control estadístico de procesos (SPC).

Más allá de la mejora cuantitativa, la experiencia demostró que el trabajo multidisciplinario involucrando a Ingeniería de Procesos, Calidad, Operaciones y supervisores de línea fortalecieron la cultura de calidad y la trazabilidad, asegurando que las mejoras sean sostenibles en el tiempo y replicables a futuros proyectos.



*Ilustración 23 RDS Tunnel noviembre 2024, elaboración propia.*



*Ilustración 24 RDS FFA noviembre 2024, elaboración propia.*

## **Capítulo 7**

### **Conclusiones y trabajo a futuro**

El presente proyecto se centró en abordar la alta incidencia de defectos en el área de subconjuntos del programa BELL 505 en Aernnova Aerospace México, problema que impacta los costos operativos y la competitividad de la empresa.

A través de la aplicación sistemática del análisis de modo y efecto de fallas, se identificaron y priorizaron los modos de fallo críticos en las estaciones de trabajo, destacándose defectos en acabado superficial, errores en taladrado, avellanado y problemas de rebarbado y ajuste de piezas.

Los resultados obtenidos evidenciaron que las áreas de Tunnel Assy y FWD Floor Assy son las que más contribuyen a las Horas No Calidad, representando un porcentaje significativo de los defectos totales.

La implementación de acciones correctivas tales como la estandarización de procedimientos, la realización de auditorías internas, la capacitación del personal y el establecimiento de un sistema de lecciones aprendidas ha generado mejoras medibles en la calidad del proceso.

Específicamente, se logró reducir los Registros de Defectos en un 40.54% en Tunnel Assy y en un 36.36% en FWD Floor Assy, lo que se traduce en una disminución considerable de los costos asociados a la reparación de defectos.

Como recomendación, se sugiere continuar fortaleciendo estas acciones mediante la implementación integral de un sistema de Control Estadístico de Procesos (SPC) para el monitoreo en tiempo real, así como la ampliación de la cultura de mejora continua a todas las áreas de producción.

Además, es crucial mantener actualizadas las lecciones aprendidas y promover la capacitación periódica del personal para evitar la recurrencia de los defectos.

Este estudio demuestra que un enfoque sistemático y basado en metodologías de análisis de fallas puede reducir de forma significativa los defectos, mejorar la

eficiencia operativa y generar ahorros económicos, sentando las bases para la mejora continua y la sostenibilidad a largo plazo.

La implementación del análisis de modo y efectos de fallo, demostró ser una estrategia eficaz para reducir la tasa de defectos y sus costos asociados a la no calidad, confirmando que su aplicación metódica completada con acciones correctivas contribuye directamente a mejorar la eficiencia operativa, prevenir errores repetitivos y optimizar los recursos. La hipótesis planteada se valida en función de los resultados obtenidos ya que se alcanzo e incluso superó la meta del 30% de reducción esperada, por lo tanto, se concluye que el AMFE es el método más adecuado para asegurar una mejora continua en procesos críticos impactando positivamente en la rentabilidad, satisfacción del cliente y sostenibilidad operativa de Aernnova México.

## **Referencias bibliográficas**

- Anderson, J. (2017). *Introduction to Flight*. . McGraw-Hill.
- Arens, A. E. (2014). *Auditing and Assurance Services: An Integrated Approach*. Pearson.
- Groover, M. (2016). *Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing*. Pearson.
- H., S. D. (2003). Failure mode and effect Analysis: FMEA from theory to execution. ASQ Quality Press.
- Juran J.M. & De Feo, J. (2010). *Juran's Quality Handbook* . McGraw-Hill.
- Meyers, F. &. (2011). *Manufacturing Facilities Design & Material Handling*. Pearson.
- Montgomery, D. C. (s.f.). *Control Estadístico de la Calidad*.
- Raymer, D. (2018). *Aircraft Design: A conceptual Approach*. AIAA.
- Russell, J. (2005). *The Internal Auditing Handbook*. Ask Quality Press.
- Sadrey, M. (2012). *Aircraft Design: A Systems Engineering Approach*. Wiley.
- VDA, A. &. (2019). *FMEA Handbook: Failure mode and effects analysis for automotive, Industrial and Manufacturing Applications* . AIAG.

## Anexos

### I. PCA-00-069 Tipos de RD



PCA-00-069 Ed.3 Rev.2

Anexo II Pág. 1/1

FAMILIA	CARACTERISTICA CLAVE	FAMILIA	CARACTERISTICA CLAVE
10. ALINEACION DE INTERFASES CON ELEMENTOS MOVILES		140. POSICION Y DIAMETRO DE TALADROS DE INTERFASE/INTERCAMBIABILIDAD	
11. ALINEACION DE HERRAJES SEGUN ESPECIFICACION	141. POSICION DE TALADROS DE INTERCAMBIABILIDAD SEGUN ESPECIFICACION	142. DIAMETROS DE TALADROS DE INTERCAMBIABILIDAD SEGUN ESPECIFICACION	
12. DISTANCIA ENTRE HERRAJES SEGUN ESPECIFICACION	143. NUMERO DE TALADROS DE INTERCAMBIABILIDAD SEGUN ESPECIFICACION	144. AUSENCIA DE OTROS DEFECTOS DE INTERCAMBIABILIDAD	
13. POSICION DE HERRAJES SEGUN ESPECIFICACION	150. DISTRIBUCION DE PESOS	151. PESO DENTRO DE ESPECIFICACION	
14. DISTANCIAS ENTRE CASQUILLOS SEGUN ESPECIFICACION	152. MOMENTO DE INERCIA DENTRO DE ESPECIFICACION	153. PRUEBAS HIDRAULICAS/REGLAJE DE MANDOS/PRUEBAS FUNCIONALES	
15. DIAMETRO INTERNO DE CASQUILLOS SEGUN ESPECIFICACION	154. PRUEBAS FUNCIONALES MECANICAS SEGUN ESPECIFICACION	155. PRUEBAS FUNCIONALES HIDRAULICAS SEGUN ESPECIFICACION	
16. REFERENTIOS ENTRE CARAS DE FITTING SEGUN ESPECIFICACION	156. PRUEBAS FUNCIONALES ELECTRICAS SEGUN ESPECIFICACION	157. REGLAJE DE SISTEMAS SEGUN ESPECIFICACION	
20. GAPS Y STEPS ENTRE ELEMENTOS	158. OTROS ENSAYOS FUNCIONALES SEGUN ESPECIFICACION	159. AUSENCIA DE DELAMINACIONES, GRIETAS, POROSIDADES, ETC (DEFECTOS EN MATERIAL COMUESTO)	
21. GAPS ENTRE paneles SEGUN ESPECIFICACION	160. AUSENCIA DE DELAMINACIONES	160. AUSENCIA DE GRIETAS O ASTILLAMIENTOS	
22. STEPS ENTRE paneles SEGUN ESPECIFICACION	161. AUSENCIA DE ARRUGAS	161. AUSENCIA DE DESENCOLADOS	
23. GAPS ENTRE PANEL Y TAPA SEGUN ESPECIFICACION	162. AUSENCIA DE SEPARACIONES DE NODOS	162. AUSENCIA DE POROSIDAD EN LA RESINA	
24. STEP ENTRE PANEL Y TAPA SEGUN ESPECIFICACION	163. AUSENCIA DE DEFECTOS EN LAS MALLAS DE PROTECCION DE RAYO (BRONCE, COBRE, ETC)	163. APLICACION DE RESINA SEGUN ESPECIFICACION	
25. GAP EN INTERFASE SEGUN ESPECIFICACION	164. TO BE DEFINED	164. AUSENCIA DE ACUMULACIONES DE RESINAS	
26. STEP EN INTERFASE SEGUN ESPECIFICACION	165. TO BE DEFINED	165. AUSENCIA DE OTROS DANOS EN EL COMUESTO (REBABAS FILOS, ETC)	
27. GAP CON SELLOS AERODINAMICOS SEGUN ESPECIFICACION	166. TO BE DEFINED	166. AUSENCIA DE DEFECTOS EN TELAS	
28. STEP CON SELLOS AERODINAMICOS SEGUN ESPECIFICACION	167. TO BE DEFINED	167. AUSENCIA DE DEFECTOS EN LAS MALLAS DE PROTECCION DE RAYO (BRONCE, COBRE, ETC)	
30. HOLGURAS E INTERFERENCIAS	168. TO BE DEFINED	168. AUSENCIA DE PLAYAS DE FRESADO	
31. AUSENCIAS DE INTERFERENCIAS ESTRUCTURALES	169. TO BE DEFINED	169. POSICIONAMIENTO Y PROFUNDIDAD DE PLAYAS DE FRESADO	
32. AUSENCIA DE HOLGURAS ESTRUCTURALES	170. TO BE DEFINED	170. POSICION Y PROFUNDIDAD DE PLAYAS DE FRESADO SEGUN ESPECIFICACION	
33. INTERFERENCIAS U HOLGURAS CON TUBERIAS SEGUN ESPECIFICACION	171. TO BE DEFINED	171. AUSENCIA DE PICADURAS POR POROS DEBIDOS A EL ENMASCARADO	
34. INTERFERENCIAS U HOLGURAS CON CABLEADOS SEGUN ESPECIFICACION	172. TO BE DEFINED	172. UNIFORMIDAD EN LA LINEA DE TRAZADO DE LA PLAYA	
35. INTERFERENCIAS U HOLGURAS CON OTROS SISTEMAS SEGUN ESPECIFICACION	173. TO BE DEFINED	173. CODIGO O ATAQUE LATERAL SEGUN ESPECIFICACION	
40. IDENTIFICACION/SERIALIZACION/DOCUMENTACION	174. TO BE DEFINED		
41. TEXTO DE IDENTIFICACION CORRECTO (IDENTIDAD)	175. TO BE DEFINED		
41.1. NO CONFUSION CON MANO CONTRARIA	176. TO BE DEFINED		
41.2. NO CONFUSION CON PIEZAS SIMILARES	177. TO BE DEFINED		
41.3. PRESENENCIA DE IDENTIFICACION	178. TO BE DEFINED		
41.4. NUMERO DE SERIE O LOTE CORRECTO	179. TO BE DEFINED		
41.5. AUSENCIA DE OTRO ERRORES EN EL TEXTO	180. TO BE DEFINED		
42. TIPO Y PROTECCION DE IDENTIFICACION CORRECTOS	181. TO BE DEFINED		
43. UBICACION Y ORIENTACION DE IDENTIFICACION CORRECTOS	182. TO BE DEFINED		
44. DOCUMENTACION CORRECTA Y APROBADA (CERTIFICADOS, ALBARANES, FACTURAS, TEST REPORT, AIS, AIR, FAI)	183. TO BE DEFINED		
45. LEGIBILIDAD DE LA IDENTIFICACION CORRECTA	184. TO BE DEFINED		
50. POSICIONADOS DE ELEMENTOS	185. TO BE DEFINED		
51. UBICACION DE PIEZAS SEGUN ESPECIFICACION	186. TO BE DEFINED		
52. TIPO DE PIEZA SEGUN ESPECIFICACION	187. TO BE DEFINED		
53. TORNILLO, BOLTA, ETC.	188. TO BE DEFINED		
54. NUMERO ADECUADO DE PIEZAS INSTALADAS (CANTIDAD SIN EXCESO NI DEFECTO)	189. TO BE DEFINED		
60. LINEA DE SISTEMA, TORSION Y DEFORMACIONES	190. TO BE DEFINED		
61. LINEA DE SISTEMA SEGUN ESPECIFICACION	191. TO BE DEFINED		
62. TORSION SEGUN ESPECIFICACION	192. TO BE DEFINED		
63. AUSENCIA DE DEFORMACIONES U ONDULACIONES	193. TO BE DEFINED		
70. CARACTERISTICAS DEL TALADRO	194. TO BE DEFINED		
71. POSICION DEL TALADRO SEGUN ESPECIFICACION	195. ESTANQUEIDAD	211. AUSENCIA DE FUGAS EN ZONAS ESTANCIAS	
72. DIAMETRO DEL TALADRO SEGUN ESPECIFICACION	212. TEST DE PRESION SEGUN ESPECIFICACION	212. AUSENCIA DE FALLOS EN TEST DE INGESTION DE AGUA	
73. DISTANCIAS DE BORDE DE TALADRO SEGUN ESPECIFICACION	220. CALIFICACION/CERTIFICACION PROVEEDOR	221. PROCESO Y PROVEEDOR APROBADO EN GLAPS Y ASL DE CLIENTE	
74. DISTANCIAS DE PASO DE TALADROS SEGUN ESPECIFICACION	222. SISTEMA DE CALIDAD APROBADO EN GLAPS SEGUN NIVEL DE PEDIDO	223. MATERIALES Y PROVEEDORES APROBADOS EN GLACS Y ASL DE CLIENTE	
75. TALADRO NO REALIZADO O INDEBIDO	224. VENDOR ITEM Y PROVEEDOR APROBADOS EN GLACS Y ASL DE CLIENTE		
76. PROFUNDIDAD DEL AVELLANADO SEGUN ESPECIFICACION	230. PLANITUD	231. PLANITUD LOCAL SEGUN ESPECIFICACION	
77. PERPENDICULARIDAD DEL TALADRO SEGUN ESPECIFICACION	232. PLANITUD TOTAL SEGUN ESPECIFICACION	232. PLANITUD TOTAL SEGUN ESPECIFICACION	
78. REBARBADO SEGUN ESPECIFICACION	240. UNIONES ADHESIVAS	241. AUSENCIA DE DESPEGADOS TOTALES O PARCIALES	
79. CONCENTRICIDAD DEL TALADRO SEGUN ESPECIFICACION	242. USO DE ADHESIVO SEGUN ESPECIFICACION	242. AUSENCIA DE SUCIEDAD EN LAS SUPERFICIES DE UNION	
80. ACABADO DE TALADROS (RUGOSIDAD SUPERFICIAL) SEGUN ESPECIFICACION	243. AUSENCIA DE SUCIEDAD EN LAS SUPERFICIES DE UNION	243. AUSENCIA DE POROS, GRIETAS O COLORACIONES EN LA UNION	
78. DIMENSIONES DEL LAMADO SEGUN ESPECIFICACION	244. CANTIDAD ADECUADA DE ADHESIVO	244. AUSENCIA DE POROS, GRIETAS O COLORACIONES EN LA UNION	
80. FOE/SUCIEDAD	250. MATERIALES Y TRATAMIENTOS SEGUN ESPECIFICACION	245. CANTIDAD ADECUADA DE ADHESIVO	
81. AUSENCIA DE FOE/SUCIEDAD NO INSERTADO	251. MATERIAL, DIMENSION, NUMERO Y GEOMETRIA CAPAS DE MOLDEO SEGUN ESPECIFICACION	251. MATERIAL, DIMENSION, NUMERO Y GEOMETRIA CAPAS DE MOLDEO SEGUN ESPECIFICACION	
82. AUSENCIA DE FOE INSERTADO EN MATERIAL COMUESTO	252. MATERIALES DENTRO DEL TIEMPO DE VIDA	252. MATERIALES DENTRO DEL TIEMPO DE VIDA	
83. AUSENCIA DE FOE INSERTADO EN UNIONES DE PIEZAS	253. TRATAMIENTOS TERMICOS SEGUN ESPECIFICACION	253. TRATAMIENTOS TERMICOS SEGUN ESPECIFICACION	
90. CONDUCTIVIDAD	254. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES SEGUN ESPECIFICACION	254. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES SEGUN ESPECIFICACION	
91. CONDUCTIVIDAD ENTRE DOS PUNTOS SEGUN ESPECIFICACION	255. ESPESOR (GENERAL Y DE CLAD) SEGUN ESPECIFICACION	255. ESPESOR (GENERAL Y DE CLAD) SEGUN ESPECIFICACION	
92. METALIZACIONES, EN POSICION Y FORMA SEGUN ESPECIFICACION	256. ALEACION Y TRATAMIENTO INICIAL DEL MATERIAL SEGUN ESPECIFICACION	256. ALEACION Y TRATAMIENTO INICIAL DEL MATERIAL SEGUN ESPECIFICACION	
93. METALIZACIONES, REALIZADAS SEGUN ESPECIFICACION	257. CICLO DE CURADO SEGUN ESPECIFICACION	257. CICLO DE CURADO SEGUN ESPECIFICACION	
94. METALIZACIONES LIMPIAS	258. DIRECCION DE GRANO SEGUN ESPECIFICACION	258. DIRECCION DE GRANO SEGUN ESPECIFICACION	
100. SELLADO	260. KITS	261. KITS SIN FALTANTES	
101. ESPESOR SELLANTE DE INTERFASE SEGUN ESPECIFICACION	262. KITS SIN SOBRANTES	262. KITS SIN SOBRANTES	
102. ALTURA SELLANTE AERODINAMICO SEGUN ESPECIFICACION	263. KITS SIN PIEZAS ERRONEAS	263. KITS SIN PIEZAS ERRONEAS	
103. ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACION, BUEN ESTRUCTADO)	264. ORDEN DE VENTA/PREPARACION SEGUN PEDIDO DEL CLIENTE	264. ORDEN DE VENTA/PREPARACION SEGUN PEDIDO DEL CLIENTE	
104. TIPO DE SELLANTE SEGUN ESPECIFICACION	270. GEOMETRIA CONFORMADO DE CHAPA	271. GEOMETRIA DEL FORMATO Y DEL DESARROLLO SEGUN ESPECIFICACION	
105. POSICION DEL SKYFLEX SEGUN ESPECIFICACION O SKYFLEX SIN DANOS	272. RADIOS DE DOBLADO SEGUN ESPECIFICACION	272. RADIOS DE DOBLADO SEGUN ESPECIFICACION	
106. PRESENCIA/AUSENCIA DE SELLANTE DONDE CORRESPONDA SEGUN ESPECIFICACION	273. ANGULOS DE DOBLADO SEGUN ESPECIFICACION	273. ANGULOS DE DOBLADO SEGUN ESPECIFICACION	
107. APLICACION DEL PROMOTOR SEGUN ESPECIFICACION	274. ANCHURA DE FALDILLAS SEGUN ESPECIFICACION	274. ANCHURA DE FALDILLAS SEGUN ESPECIFICACION	
108. BOTON / CORDON DE SELLANTE SEGUN ESPECIFICACION	275. VOLUMEN DE PIEZA SEGUN ESPECIFICACION	275. VOLUMEN DE PIEZA SEGUN ESPECIFICACION	
109. CAMA DE SELLANTE SEGUN ESPECIFICACION	276. REPASADO Y MATADO DE ARISTAS SEGUN ESPECIFICACION	276. REPASADO Y MATADO DE ARISTAS SEGUN ESPECIFICACION	
10A. DUREZA EN PROBETA DE CONTROL DE PROCESO SEGUN ESPECIFICACION	280. GEOMETRIA MECANIZADO	281. GEOMETRIA Y VOLUMENES FINALES SEGUN ESPECIFICACION	

## Anexos.

<b>110. MARCAS Y ACABADO</b>	<b>282</b> ROSCADOS SEGUN ESPECIFICACION <b>283</b> MISMATCH Y RUGOSIDAD SEGUN ESPECIFICACION <b>284</b> AUSENCIA DE DE FALTA DE MATERIAL <b>285</b> REPASADO Y MATADO DE ARISTAS SEGUN ESPECIFICACION <b>286</b> NO EXISTENCIA DE REBABAS DEL MECANIZADO
<b>111</b> AUSENCIA DE MARCAS	<b>290. GEOMETRIA CONFORMADO DE COMUESTO</b>
<b>112</b> ACABADO (RUGOSIDAD, ARRUGAS, COLORACION, BANDAS, BRILLO, Y ARISTAS/REBABAS/MATADAS) SEGUN ESPECIFICACION	<b>291</b> GEOMETRIA DE SUPERFICIES SEGUN ESPECIFICACION <b>292</b> ESPESORES FINALES SEGUN ESPECIFICACION <b>293</b> CONTORNO (RECANTEADO) SEGUN ESPECIFICACION <b>294</b> GEOMETRIA DEL NUCLEO SEGUN ESPECIFICACION <b>295</b> AUSENCIA DE RECOGIMIENTO DEL NUCLEO
<b>113</b> AUSENCIA DE ASTILLAMIENTO EN TALADRO DE COMUESTO	<b>296</b> AUSENCIA DE TELEGRAPHING <b>297</b> AUSENCIA DE DEPRESIONES EN LA SUPERFICIE <b>298</b> MACIZADA SEGUN ESPECIFICACION
<b>114</b> AUSENCIA DE LAS REPARACIONES SEGUN ESPECIFICACION	<b>300 SHM LIQUIDO/MACIZO, PREPARACION DE UNIONES</b>
<b>115</b> JUMPER EN BUEN ESTADO	<b>301</b> ESPESOR DE SHM SEGUN ESPECIFICACION <b>302</b> PRESENCIA DE SHM DONDE DEBE IR <b>303</b> CONTORNO DEL SHM SEGUN ESPECIFICACION <b>304</b> DUREZA DEL SHM (PROBETA Y PRODUCTO), ANTES DE APRIETE FINAL, SEGUN ESPECIFICACION
<b>116</b> CABLES O TUBOS SIN DANOS	<b>310. INSTALACION DE CASQUILLOS, HELICOIDY ROTULAS</b>
<b>117</b> AUSENCIA DE DANOS EN EQUIPOS	<b>311</b> INTERFERENCIA DE APRISTE, SEGUN ESPECIFICACION (DIAMETRO EXTERIOR CASQUILLOS MENOS DIAMETRO INTERIOR DEL ALJAMIENTO) <b>312</b> CASQUILLO BIEN ASENTADO <b>313</b> INCLINACION DEL CASQUILLOS SEGUN ESPECIFICACION <b>314</b> AUSENCIA DE MARCAS EN INTERIOR DEL CASQUILLO <b>315</b> DIAMETRO INTERIOR FINAL SEGUN ESPECIFICACION <b>316</b> MONTAJE DEL HELICOIL (AUSENCIA DE DANOS EN ROSCA) SEGUN ESPECIFICACION <b>317</b> INSTALACION DE ROTULA (AUSENCIA DE DAÑOS) SEGUN ESPECIFICACION <b>318</b> ROTULA NO GRIPADA
<b>118</b> AUSENCIA DE SUCIEDADES O DE CORROSION	<b>900. OTROS (ESPECIFICAR Y EXTENDER 901, 902, etc SEGUN NECESIDAD)</b>
<b>119</b> AUSENCIA DE GRIETAS (METALICO)	
<b>11A</b> OTROS DEFECTOS DE ACABADO	
<b>120. CARACTERISTICAS DEL REMACHADO/TORNILLADO</b>	
<b>121</b> COLLARTUERCA BIEN INSTALADOS Y ASENTADOS	
<b>122</b> CONTRACABEZA BIEN INSTALADA Y ASENTADOS	
<b>123</b> FACEADO SEGUN ESPECIFICACION	
<b>124</b> REMACHES/TORNILLOS NO FALTANTES	
<b>125</b> REMACHES/TORNILLOS NO INDEBIDOS	
<b>126</b> TRAZO CORRECTO DE REMACHE/TORNILLO	
<b>127</b> AUSENCIA DE GAP CIRCUNFERENCIAL	
<b>128</b> PAR DE APRIETE SEGUN ESPECIFICACION	
<b>129</b> LACRADO DE TORNILLOS SEGUN ESPECIFICACION	
<b>12A</b> SENTIDO DE REMACHADO SEGUN ESPECIFICACION (REMACHE AL REVES)	
<b>12B</b> AUSENCIA DE MARCAS EN CABEZAS Y CONTRACABEZAS	
<b>12C</b> ALTURA DE REMACHE/TORNILLO SEGUN ESPECIFICACION	
<b>130. CARACTERISTICAS DE PINTURA</b>	
<b>131</b> ESPESOR PINTURA SEGUN ESPECIFICACION	
<b>132</b> ADHERENCIA PINTURA SEGUN ESPECIFICACION	
<b>133</b> CARACTERISTICAS VISUALES MEDIBLES (BRILLO, COLOR , PIEL DE NARANJA,...) SEGUN ESPECIFICACION	
<b>134</b> AUSENCIA DE PINTURA EN ZONAS QUE NO DEBEN DE IR PINTADAS (BONDING, ETC)	
<b>135</b> PINTURA SEGUN ESPECIFICACION	
<b>136</b> CARACTERISTICAS VISUALES NO MEDIBLES ( DESCUELGUES, HERVIDOS, BURBUJAS, ) SEGUN ESPECIFICACION	
<b>137</b> AUSENCIA DE ZONAS SIN PINTAR CUANDO DEBAN IR PINTADAS	
<b>138</b> APLICACION DEL DINITROL SEGUN ESPECIFICACION	
<b>139</b> AUSENCIA DE ESPOLVOREADOS DE PINTURA EN OTRAS PIEZAS	

**AERNnova**  
SEIS SIGMA CERO DEFECTOS

PCA-00-069 Ed.3 Rev.2

Anexo II Pag. 1/1

<b>FAMILY</b>	<b>KEY CHARACTERISTIC</b>	<b>FAMILY</b>	<b>KEY CHARACTERISTIC</b>
<b>10. ALIGNMENT OF INTERFACES WITH MOBILE ELEMENTS</b>	<b>140. INTERFACE/INTERCHANGEABILITY CHARACTERISTICS</b>		
<b>11</b> ALIGNMENT OF FITTINGS ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>141</b> POSITION OF INTERCHANGEABILITY DRILLS ACCORDING TO SPECIFICATION		
<b>12</b> DISTANCE BETWEEN FITTINGS ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>142</b> DIAMETER OF INTERCHANGEABILITY DRILLS ACCORDING TO SPECIFICATION		
<b>13</b> POSITION OF FITTINGS ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>143</b> NUMBER OF INTERCHANGEABILITY DRILLS ACCORDING TO SPECIFICATION		
<b>14</b> DISTANCE BETWEEN BUSHINGS ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>144</b> ABSENCE OF OTHER INTERCHANGEABILITY DEFECTS		
<b>15</b> INTERNAL DIAMETER OF BUSHINGS ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>150. DISTRIBUTION OF WEIGHT</b>		
<b>16</b> FACINGS BETWEEN FITTINGS ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>151</b> WEIGHT WITHIN SPECIFICATION <b>152</b> MOMENT OF INERTIA WITHIN SPECIFICATION		
<b>20. GAPS AND STEPS BETWEEN ELEMENTS</b>	<b>160. HYDRAULIC TESTS/CONTROL SETTINGS/FUNCTIONAL TESTS</b>		
<b>21</b> GAPS BETWEEN PANELS ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>161</b> MECHANICAL FUNCTIONAL TESTS ACCORDING TO SPECIFICATION		
<b>22</b> STEPS BETWEEN PANELS ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>162</b> HIDRAULIC FUNCTIONAL TESTS ACCORDING TO SPECIFICATION		
<b>23</b> GAPS BETWEEN PANEL AND COVER ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>163</b> ELECTRICAL FUNCTIONAL TESTS ACCORDING TO SPECIFICATION		
<b>24</b> STEP BETWEEN PANEL AND COVER ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>164</b> ADJUSTMENT OF SYSTEMS ACCORDING TO SPECIFICATION		
<b>25</b> GAP IN INTERFACE ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>165</b> OTHER FUNCTIONAL TESTS ACCORDING TO SPECIFICATION		
<b>26</b> STEP IN INTERFACE ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>170. DELAMINATIONS,CRACKS, POROSITIES, ETC. (COMPOSITE MATERIAL DEFECTS)</b>		
<b>27</b> GAP WITH AERODYNAMIC SEALS ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>171</b> ABSENCE OF DELAMINATIONS		
<b>28</b> STEP WITH AERODYNAMIC SEALS ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>172</b> ABSENCE OF CRACKS OR SPLINTERING		
<b>30. CLEARANCES AND INTERFERENCES</b>	<b>173</b> ABSENCE OF WRINKLES		
<b>31</b> NO STRUCTURAL INTERFERENCES	<b>174</b> ABSENCE OF UNGLUED		
<b>32</b> NO STRUCTURAL CLEARANCES	<b>175</b> ABSENCE OF NODE SEPARATIONS		
	<b>176</b> ABSENCE OF POROSITY IN RESIN		
<b>33</b> INTERFERENCES OR CLEARANCES WITH PIPELINES ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>177</b> APPLICATION OF RESIN ACCORDING TO SPECIFICATION		
<b>34</b> INTERFERENCES OR CLEARANCES WITH CABLING ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>178</b> ABSENCE OF ACCUMULATIONS OF RESINS		
<b>35</b> INTERFERENCES OR CLEARANCES WITH OTHER SYSTEMS ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>179</b> ABSENCE OF OTHER DAMAGES IN THE COMPOSITE (BURS, EDGES, ETC.)		
<b>40. IDENTIFICATION/SERIALIZATION/DOCUMENTATION</b>	<b>17A</b> ABSENCE OF DEFECTS IN FABRICS		
<b>41</b> IDENTIFICATION TEXT AND PROTECTION ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>17B</b> ABSENCE OF DEFECTS IN ANTI RAY MESH (BRONZE, COPPER, ETC)		
<b>41.1</b> NO CONFUSION WITH SIMETRICAL PART	<b>180. TO BE DEFINED</b>		
<b>41.2</b> NO CONFUSION WITH SIMILAR PARTS	<b>181</b> TO BE DEFINED		
<b>41.3</b> PRESENCE OF IDENTIFICATION	<b>190. POSITIONING AND DEPTH OF MILLING BAYS</b>		
<b>41.4</b> CORRECT SERIAL OR BATCH NUMBER	<b>191</b> POSITIONING AND DEPTH OF MILLING BAYS ACCORDING TO SPECIFICATION		
<b>41.5</b> ABSENCE OF OTHER TEST DEFECTS	<b>192</b> ABSENCE OF PITTING BY PORES CAUSED BY MASKING		
<b>42</b> IDENTIFICATION TYPE AND PROTECTION OF IDENTIFICATION ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>193</b> UNIFORM LAYOUT LINE OF THE BAY		
<b>43</b> LOCATION AND ORIENTATION OF IDENTIFICATION ACCORDING TO SPECIFICATION			
<b>44</b> DOCUMENTATION ACCORDING TO SPECIFICATION AND APPROVED (CERTIFICATES, DELIVERY NOTES, INVOICES, TEST REPORTS, AIS, AIR, FAI)			

## Anexos.

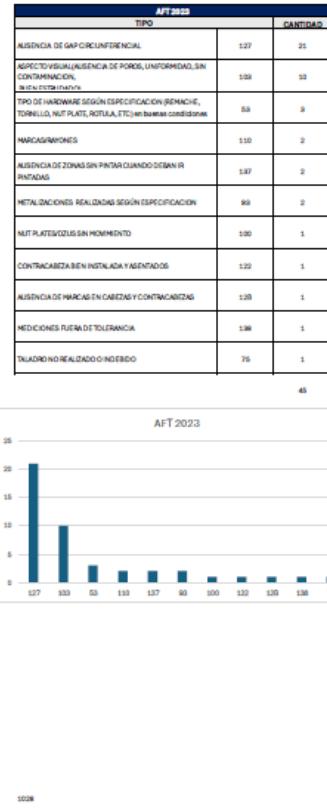
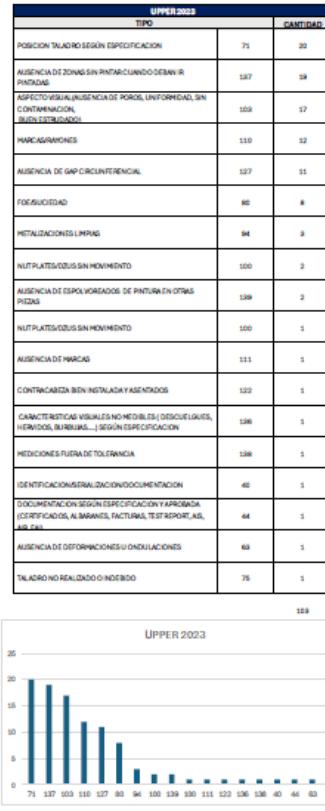
45 QUALITY AND LEGIBILITY OF IDENTIFICATION ACCORDING TO SPECIFICATION	194 ELBOW OR LATERAL ATTACK ACCORDING TO SPECIFICATION
<b>50. POSITIONING OF ELEMENTS</b>	<b>200. GLOSS IN SURFACE POLISHING</b>
51 POSITIONING OF PARTS ACCORDING TO SPECIFICATION	201 POLISHING SHINE ACCORDING TO SPECIFICATION
52 PART TYPE ACCORDING TO SPECIFICATION	202 ABSENCE OF OTHER POLISHING DEFECTS
53 HARDWARE TYPE ACCORDING TO SPECIFICATION (RIVET, BOLT, NUT, PLATE, BALL)	<b>210. WATERTIGHT</b>
54 VALUE PER UNIT	211 ABSENCE OF LEAKS IN WATERTIGHT AREAS
54 NUMBER OF INSTALLED PARTS ACCORDING TO SPECIFICATION (AMOUNT WITHOUT EXCESS OR DEFECT)	212 PRESSURE TEST ACCORDING TO SPECIFICATION
<b>60. SYSTEM LINE, TORSION AND DEFORMATIONS</b>	212 ABSENCE OF FAILURES IN WATER INTAKE TEST
61 SYSTEM LINE ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>220. SUPPLIER QUALIFICATION/CERTIFICATION</b>
62 TORSION ACCORDING TO SPECIFICATION	221 PROCESS AND SUPPLIER APPROVED IN GLACAS AND CUSTOMER ASL
63 ABSENCE OF DEFORMATIONS OR WAVING	222 QUALITY SYSTEM APPROVED IN GLACAS ACCORDING TO LEVEL OF PURCHASE ORDER
<b>70. CHARACTERISTICS OF DRILLING</b>	223 MATERIAL AND SUPPLIER APPROVED IN GLACAS AND CUSTOMER ASL
71 DRILL POSITION ACCORDING TO SPECIFICATION	224 VENDOR ITEM AND SUPPLIER APPROVED IN GLACAS AND CUSTOMER ASL
72 DRILLING DIAMETER ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>230. FLATNESS</b>
73 DRILLING EDGE DISTANCES ACCORDING TO SPECIFICATION	231 LOCAL FLATNESS ACCORDING TO SPECIFICATION
75 DRILLING NOT DONE OR INAPPROPRIATE	232 OVERALL FLATNESS ACCORDING TO SPECIFICATION
76 COUNTERSINKING DEPTH ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>240. ADHESIVE JOINTS</b>
77 DRILL SQUARENESS ACCORDING TO SPECIFICATION	241 ABSENCE OF TOTAL OR PARTIAL NOT GLUED AREAS
78 DEBURRING ACCORDING TO SPECIFICATION	242 USE OF ADHESIVE ACCORDING TO SPECIFICATION
79 CONCENTRICITY OF DRILLING ACCORDING TO SPECIFICATION	243 NO DIRT ON JOINING SURFACES
7A DRILL FINISHING ACCORDING TO SPECIFICATION (SURFACE ROUGHNESS)	244 NO PORES, CRACKS OR COLORATION IN THE JOINT
7B MACHINED DIMENSIONS ACCORDING TO SPECIFICATION	245 PROPER AMOUNT OF ADHESIVE
<b>80. FOE/DEBRIS</b>	<b>250. MATERIALS AND TREATMENTS ACCORDING TO SPECIFICATION</b>
81 ABSENCE OF FOE/DEBRIS (NOT INSERTED)	251 MATERIAL, DIMENTION, NUMBER AND GEOMETRY OF MOLDING LAYERS ACCORDING TO SPECIFICATION
82 ABSENCE OF FOE INSERTED IN COMPOSITE MATERIAL	252 MATERIALS WITHIN LIFETIME
85 ABSENCE OF FOE INSERTED IN PARTS JOINING	253 HEAT TREATMENTS ACCORDING TO SPECIFICATION
<b>90. CONDUCTIVITY</b>	254 SURFACE TREATMENTS ACCORDING TO SPECIFICATION
91 CONDUCTIVITY ACCORDING TO SPECIFICATION BETWEEN TWO POINTS	255 THICKNESS ACCORDING TO SPECIFICATION (GENERAL AND CLAD)
92 POSITIONING AND SHAPE OF BONDING ACCORDING TO SPECIFICATION	256 ALLOY AND INITIAL TREATMENT OF MATERIAL ACCORDING TO SPECIFICATION
93 BONDING ACCORDING TO SPECIFICATION	257 CURING CYCLE ACCORDING TO SPECIFICATION
94 BONDING CLEAN	258 GRAIN DIRECTION ACCORDING TO SPECIFICATION
<b>100. SEALING</b>	<b>260. KITS</b>
101 INTERFACE SEALANT THICKNESS ACCORDING TO SPECIFICATION	261 KITS WITHOUT MISSING PARTS
102 AERODYNAMIC SEALANT HEIGHT ACCORDING TO SPECIFICATION	262 KITS WITHOUT EXCESS PARTS
103 VISUAL APPEARANCE (ABSENCE OF PORES, UNIFORMITY, WITHOUT CONTAMINATION, PROPER EXTRUDED)	263 KITS WITHOUT WRONG PARTS
104 TYPE OF SEALANT ACCORDING TO SPECIFICATION	264 SALES ORDER/PREPARATION ACCORDING TO CUSTOMER PURCHASE ORDER
<b>110. MARKS AND FINISHING</b>	<b>270. FORMED SHEET GEOMETRY</b>
111 ABSENCE OF MARKS	271 GEOMETRY OF FORMAT AND SHAPE ACCORDING TO SPECIFICATION
112 FINISHING ACCORDING TO SPECIFICATION (ROUGHNESS, WRINKLES, COLORING, BANDS, GLOSS, CORRECT CUTTING EDGE ETC)	272 FOLDING RADIJ ACCORDING TO SPECIFICATION
113 ABSENCE OF SPLINTERED DRILLINGS IN COMPOSITE MATERIAL	273 FOLDING ANGLES ACCORDING TO SPECIFICATION
114 FINISHING OF REPAIRS ACCORDING TO SPECIFICATION	274 FLAPS WIDTH ACCORDING TO SPECIFICATION
115 JUMPER IN GOOD CONDITION	275 VOLUME OF PART ACCORDING TO SPECIFICATION
116 CABLES OR TUBES WITHOUT DAMAGE	276 EDGE MACHINING ACCORDING TO SPECIFICATION
117 ABSENCE OF DAMAGES TO EQUIPMENT	<b>280. MACHINED GEOMETRY</b>
118 ABSENCE OF DIRT AND CORROSION	281 FINAL GEOMETRY AND VOLUMES ACCORDING TO SPECIFICATION
119 ABSENCE OF CRACKS (METALLIC)	282 THREADED ACCORDING TO SPECIFICATION
11A OTHER FINISHING DEFECTS	283 MISMATCH AND ROUGHNESS ACCORDING TO SPECIFICATION
<b>120. RIVETING/BOLTING CHARACTERISTICS</b>	284 NO LACK OF MATERIAL
121 COLLAR/NUT WELL INSTALLED AND WELL SEATED	285 REWORK AND EDGES CHANFERING ACCORDING TO SPECIFICATION
122 COUNTERHEAD WELL INSTALLED AND WELL SEATED	286 NO BURS IN MACHINED AREAS
123 FACING ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>290. CONFORMED COMPOSITE GEOMETRY</b>
124 NOT MISSING RIVETS/BOLTS	291 SURFACE GEOMETRY ACCORDING TO SPECIFICATION
125 NOT IMPROPER RIVETS/BOLTS	292 FINAL THICKNESSES ACCORDING TO SPECIFICATION
126 RIVET/BOLT SIZE ACCORDING TO SPECIFICATION	293 CONTOUR (SHAPE) ACCORDING TO SPECIFICATION
127 ABSENCE OF CIRCUMFERENTIAL GAP	294 CORE GEOMETRY ACCORDING TO SPECIFICATION
128 TORQUE ACCORDING TO SPECIFICATION	295 NO RETREAT OF CORE
129 WAX SEALED BOLTS ACCORDING TO SPECIFICATION	296 NO TELEGRAPHING
12A RIVETING DIRECTION ACCORDING TO SPECIFICATION	297 ABSENCE OF DEPRESSIONS
12B ABSENCE OF MARKS ON HEADS AND COUNTERHEADS	298 CORE ACCORDING TO SPECIFICATION
12C RIVET/BOLT HEIGHT ACCORDING TO SPECIFICATION	<b>300. LIQUID/SOLID SHIM. PREPARATION OF JOINTS</b>
<b>130. PAINTING CHARACTERISTICS</b>	301 SHIM THICKNESS ACCORDING TO SPECIFICATION
131 PAINT THICKNESS ACCORDING TO SPECIFICATION	302 PRESENCE OF SHIM WHERE REQUIRED
132 PAINTING ADHERENCE ACCORDING TO SPECIFICATION	303 SHIM CONTOUR ACCORDING TO SPECIFICATION
133 MEASURABLE VISUAL CHARACTERISTICS ACCORDING TO SPECIFICATION (GLOSS, COLOR, ORANGE PEEL, ROUGHNESS,...)	304 SHIM HARDNESS (SPECIMEN AND PRODUCT) BEFORE FINAL TIGHTENING ACCORDING TO SPECIFICATION
134 ABSENCE OF PAINT IN AREAS WHICH SHOULD NOT BE PAINTED (BONDING, ETC)	<b>310. INSTALLATION OF BUSHINGS, HELICOIL, AND BALL JOINTS</b>
135 PAINT ACCORDING TO SPECIFICATION	311 TIGHTENING INTERFERENCE ACCORDING TO SPECIFICATION (OUTER BUSHING DIAMETER MINUS INNER DIAMETER OF THE HOUSING)
<b>136</b>	312 BUSHING SECURELY FIXED (WELL SEATED)
NON-MEASURABLE VISUAL CHARACTERISTICS (DETACHMENT, BOILS, BUBBLES,...) ACCORDING TO SPECIFICATION	313 BUSHING INCLINATION ACCORDING TO SPECIFICATION
137 ABSENCE OF AREAS WITHOUT PAINT WHICH SHOULD BE PAINTED	314 ABSENCE OF MARKS INSIDE BUSHING
138 APPLICATION OF DINITROL ACCORDING TO SPECIFICATION	315 INNER FINAL DIAMETER ACCORDING TO SPECIFICATION
139 ABSENCE OF PAINT SPARKLES ON OTHER PARTS	316 HELICOIL ASSEMBLY (NO DAMAGES IN THREAD) ACCORDING TO SPECIFICATION
	317 BALL JOINT INSTALLATION (NO DAMAGES) ACCORDING TO SPECIFICATION
<b>136</b>	<b>318</b> BALL JOINT WORKS WELL.
NON-MEASURABLE VISUAL CHARACTERISTICS (DETACHMENT, BOILS, BUBBLES,...) ACCORDING TO SPECIFICATION	900. OTHERS (SPECIFY AND EXTEND 901, 902, etc AS NEEDED)
137 ABSENCE OF AREAS WITHOUT PAINT WHICH SHOULD BE PAINTED	
138 APPLICATION OF DINITROL ACCORDING TO SPECIFICATION	
139 ABSENCE OF PAINT SPARKLES ON OTHER PARTS	
	NOTE-. SPECIFICATION IN THIS ANNEX REFERS TO PLANE PRODUCT TOLERANCES

## II. RDS 2023

CFA 2023		
TIPO	CANTIDAD	
ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACION, BUEÑEZ/DEBES	104	45
AUSENCIA DE ZONAS SIN PINTAR CUANDO DEBAN IR PINTADAS	137	29
MARCACIONES	133	27
REBARBADO SEGUN ESPECIFICACION	78	21
DIAMETRO TALADRO SEGUN ESPECIFICACION	72	9
AUSENCIA DE GAP CIRCUNFERENCIAL	127	8
PRESENCIA/AUSENCIA DE SELLANTE DONDE CORRESPONDA SEGUN ESPECIFICACION	106	7
HOLGURAS Y INTERFERENCIAS	90	6
ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACION, BUEÑEZ/DEBES	134	4
CONTRACABIZA BIEN INSTALADA Y ASENTADOS	122	4
AUSENCIA DE PINTURA EN ZONAS QUE NO DEBEN IR PINTADAS (BOHRING, ETC)	134	4
AUSENCIA DE MARCAS EN CABEZAS Y CONTRACABIZAS	118	3
GAPS Y STEPS ENTRE ELEMENTOS	20	3
FOESUICIDIA	40	3
METALIZACIONES REALIZADAS SEGUN ESPECIFICACION	98	3
BOTON CORDON DE SELLANTE SEGUN ESPECIFICACION	104	2
AUSENCIA DE MARCAS	111	2
ACABADO DE LAS REPARACIONES/SEGUN ESPECIFICACION	114	2
ALTURA DE REBAJAS/TORNILLO SEGUN ESPECIFICACION	120	2
MEDICIONES FUERA DE TOLERANCIA	138	2
AUSENCIA DE HOLGURAS ESTRUCTURALES	32	2
PRESENCIA/AUSENCIA DE SELLANTE DONDE CORRESPONDA SEGUN ESPECIFICACION	107	1
POSICIONAMIENTO CORRECTO DE PIEZAS	109	1
ACABADO (RUGOSIDAD, ARRUGAS, COLORACION, BANDAS, BRILLO, ETC) SEGUN ESPECIFICACION	112	1

TUNNEL 2023		
TIPO	CANTIDAD	
ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACION, BUEÑEZ/DEBES	123	43
MARCACIONES	110	49
AUSENCIA DE ZONAS SIN PINTAR CUANDO DEBAN IR PINTADAS	137	29
DOCUMENTACION/SEGUN ESPECIFICACION PAPERINA (CERTIFICADOS, ALBARANES, FACTURAS, TEST REPORT, ASL, AIR TAI)	44	22
PRESENCIA/AUSENCIA DE SELLANTE DONDE CORRESPONDA SEGUN ESPECIFICACION	106	12
REBARBADO SEGUN ESPECIFICACION	78	11
CONTRACABIZA BIEN INSTALADA Y ASENTADOS	122	9
AUSENCIA DE MARCAS EN CABEZAS Y CONTRACABIZAS	120	6
FOESUICIDIA	40	6
AUSENCIA DE MARCAS	111	5
PINTURA SEGUN ESPECIFICACION	135	5
ALTURA DE REBAJAS/TORNILLO SEGUN ESPECIFICACION	120	4
DIAMETRO TALADRO SEGUN ESPECIFICACION	72	4
AUSENCIA DE FOESUICIDIA NO INSERTADO	81	4
BOTON CORDON DE SELLANTE SEGUN ESPECIFICACION	108	2
CARACTERISTICAS VISUALES MEDIBLES (BRILLO, COLOR, NEL DE MARMA, ...)/SEGUN ESPECIFICACION	133	2
IDENTIFICACION/SEALIZACION/DOCUMENTACION	40	2
TALADRO NO REALIZADO O INCORRECTO	75	2
ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACION, BUEÑEZ/DEBES	128	1
CONTRACABIZA BIEN INSTALADA Y ASENTADOS	128	1
AUSENCIA DE DEFORMACIONES/ONDULACIONES	63	2
PRESENCIA/AUSENCIA DE SELLANTE DONDE CORRESPONDA SEGUN ESPECIFICACION	107	1
POSICIONAMIENTO CORRECTO DE PIEZAS	109	1
AUSENCIA DE ZONAS SIN PINTAR CUANDO DEBAN IR PINTADAS	128	1

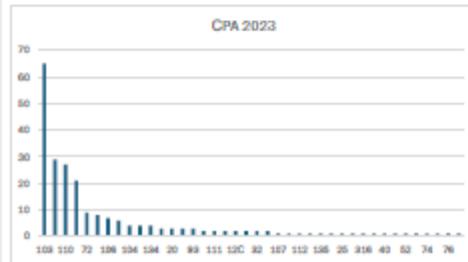
FPA 2023		
TIPO	CANTIDAD	
ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACION, BUEÑEZ/DEBES	108	113
DIAMETRO TALADRO SEGUN ESPECIFICACION	72	62
AUSENCIA DE ZONAS SIN PINTAR CUANDO DEBAN IR PINTADAS	137	43
MARCACIONES	110	36
AUSENCIA DE GAP CIRCUNFERENCIAL	127	15
PRESENCIA/AUSENCIA DE SELLANTE DONDE CORRESPONDA SEGUN ESPECIFICACION	106	12
REBARBADO SEGUN ESPECIFICACION	78	13
CONTRACABIZA BIEN INSTALADA Y ASENTADOS	120	13
AUSENCIA DE MARCAS EN CABEZAS Y CONTRACABIZAS	120	8
FOESUICIDIA	40	8
AUSENCIA DE GAP CIRCUNFERENCIAL	127	11
PRESENCIA/AUSENCIA DE SELLANTE DONDE CORRESPONDA SEGUN ESPECIFICACION	106	12
ALTURA DE REBAJAS/TORNILLO SEGUN ESPECIFICACION	120	13
AUSENCIA DE MARCAS	41	8
REBARBADO SEGUN ESPECIFICACION	78	9
DOCUMENTACION/SEGUN ESPECIFICACION Y APROBADA (CERTIFICADOS, ALBARANES, FACTURAS, TEST REPORT, ASL, AIR TAI)	44	7
MARCAS ACABADO	110	8
AUSENCIA DE ESPOLVOREADOS DE PINTURA EN OTRAS PIEZAS	139	8
AUSENCIA DE HOLGURAS ESTRUCTURALES	82	8
FOESUICIDIA	80	8
ALTURA SELANTE AFRODISIACO SEGUN ESPECIFICACION	102	4
ASPECTO VISUAL/AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACION, BUEÑEZ/DEBES	104	4
CHARACTERISTICAS VISUALES NO MEDIBLES (DESCUELGUES, HERIDOS, BURBUJAS,...)/SEGUN ESPECIFICACION	136	4
IDENTIFICACION/SEALIZACION/DOCUMENTACION	40	4
METALIZACIONES LIMPIAS	94	4
AUSENCIA DE MARCAS	111	3
CONTRACABIZA BIEN INSTALADA Y ASENTADOS	122	3
CARACTERISTICAS VISUALES NO MEDIBLES (DESCUELGUES, HERIDOS, BURBUJAS,...)/SEGUN ESPECIFICACION	136	1
MEDICIONES FUERA DE TOLERANCIA	138	1
IDENTIFICACION/SEALIZACION/DOCUMENTACION	40	1
DOCUMENTACION/SEGUN ESPECIFICACION Y APROBADA (CERTIFICADOS, ALBARANES, FACTURAS, TEST REPORT, ASL, AIR TAI)	44	1
AUSENCIA DE DEFORMACIONES/ONDULACIONES	68	1
TALADRO NO REALIZADO O INCORRECTO	75	1



## Anexos.

CARACTERÍSTICAS DEL REMACHADO O TORNILLADO	120	1
PINTURA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	185	1
GAP ENTRE PANEL Y TAPA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	23	1
GAP EN INTERFASE SEGÚN ESPECIFICACIÓN	26	1
AUSENCIAS DE INTERFERENCIAS ESTRUCTURALES	31	1
EXCESO DE ADHESIVO	398	1
MOUNTING CON MOVIMIENTO	398	1
IDENTIFICACIÓN/SERIALIZACIÓN/DOCUMENTACIÓN	40	1
POSICIONADOS DE ELEMENTOS	50	1
TIPO DE PIEZA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	52	1
TIPO DE HARDWARE SEGÚN ESPECIFICACIÓN (REMACHE, TORNILLO, NUT PLATE, RODILLA, ETC)	53	1
DISTANCIAS DE PASO DE TALADROS SEGÚN ESPECIFICACIÓN	74	1
TALADRO NO REALIZADO O INCOMPLETO	75	1
PROFUNDIDAD DEL AVELLANADO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	76	1
PERPENDICULARIDAD DEL TALADRO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	77	1

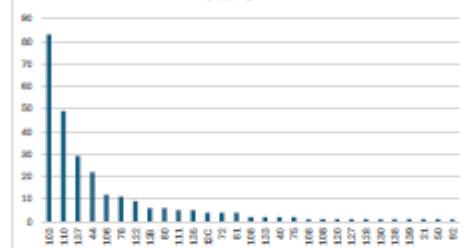
228



AUSENCIA DE ESPOLVOREADOS DE PINTURA EN OTRAS PIEZAS	139	1
GAPS ENTRE PaneLES SEGÚN ESPECIFICACIÓN	21	1
POSICIONADOS DE ELEMENTOS	50	1
METALIZACIONES EN POSICIÓN Y FORMA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	92	1

366

TUNNEL 2023



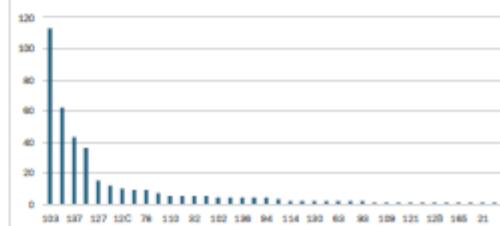
77

2

PERPENDICULARIDAD DEL TALADRO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	77	2
METALIZACIONES REALIZADAS SEGÚN ESPECIFICACIÓN	93	2
ASPECTO VISUAL (AUSENCIA DE POROS, UNIFORMIDAD, SIN CONTAMINACIÓN, BIEN ESTIMULATIVA)	108	1
POSICIONAMIENTO CORRECTO DE PIEZAS	109	1
DUREZA EN PROBETA DE CONTROL DE PROCESO SEGÚN ESPECIFICACIÓN	104	1
COLLANTU ERCA BIEN INSTALADOS Y ASIENTADOS	121	1
CONTRACABEZA BIEN INSTALADA Y ASIENTADA	122	1
AUSENCIA DE MARCAS EN CABEZAS Y CONTRACABEZAS	128	1
AUSENCIA DE ZONAS SIN PINTAR CUANDO DEBAN IR PINTADAS	139	1
RESINA FUERA DE ESPECIFICACIÓN (DAÑADA/MAL APLICADA)	165	1
GAPS Y STEPS ENTRE ELEMENTOS	28	1
GAPS ENTRE PaneLES SEGÚN ESPECIFICACIÓN	21	1
TIPO DE PIEZA SEGÚN ESPECIFICACIÓN	52	1

364

FFA 2023



### III. PCA-00-053 AMFE

[https://drive.google.com/file/d/1AVYHFWvmv78vhL\\_hHQPBOa87gy08Fa-1/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1AVYHFWvmv78vhL_hHQPBOa87gy08Fa-1/view?usp=drive_link)



Título / Title:				Código / Code
				PCA-00-053
				Ed. 2 Rev. 2
Preparado Written by	Revisado Checked by	Aprobado Approved by		Pág. Pag. 1 de 13 E
J. M. Lario	D. Doval	S. Azcárraga		Nivel 2 según PCA-00-001

#### INDICE

#### CONTENTS

<b>1.0 OBJETO</b>	<b>1.0 OBJECT</b>
<b>2.0 ALCANCE</b>	<b>2.0 SCOPE</b>
<b>3.0 APLICABILIDAD</b>	<b>3.0 APPLICABILITY</b>
<b>4.0 DEFINICIONES</b>	<b>4.0 DEFINITIONS</b>
<b>5.0 EQUIPO DE TRABAJO, RESPONSABILIDADES</b>	<b>5.0 WORK TEAM, RESPONSIBILITIES</b>
<b>6.0 SISTEMÁTICA</b>	<b>6.0 SYSTEM</b>
<b>7.0 CRITERIO DE ACTUACIÓN</b>	<b>7.0 ACTION CRITERIA</b>
<b>8.0 PLAN DE ACCIONES</b>	<b>8.0 ACTION PLAN</b>
<b>9.0 EVALUACIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>9.0 RESULT EVALUATION</b>
<b>10.0 REGISTRO Y CONTROL</b>	<b>10.0 RECORD AND CONTROL</b>
<b>11.0 ANEXOS</b>	<b>11.0 ANNEXES</b>

<b>2</b>	<b>29/09/20</b>	<b>Análisis de las 7 M's / 7 M's analysis</b>
<b>1</b>	<b>27/06/16</b>	<b>Revisión general / General review</b>
<b>Rev.</b>	<b>Fecha/Date</b>	<b>Descripción / Description</b>

© Aerinnova Aerospace - 2020  
 El contenido del presente documento es propiedad de Aerinnova Aerospace y no puede ser reproducido ni copiado, parcial o totalmente sin la expresa autorización escrita de la empresa.  
 The information contained herein is the property of Aerinnova Aerospace and must not be copied or reproduced, totally or partially without the company written authorization.

#### **IV. Instrucción Técnica actualizada**

##### **FFA**

[https://drive.google.com/file/d/1eUJRwP4vXaVUUj2wxWVcMTfLxN5UeB  
Cl/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1eUJRwP4vXaVUUj2wxWVcMTfLxN5UeBCl/view?usp=drive_link)

##### **Tunnel**

[https://drive.google.com/file/d/1eUJRwP4vXaVUUj2wxWVcMTfLxN5UeB  
Cl/view?usp=](https://drive.google.com/file/d/1eUJRwP4vXaVUUj2wxWVcMTfLxN5UeBCl/view?usp=)