



Universidad  
**Tecmilenio**®



# Calidad aeroespacial

Calidad aeroespacial

Semana 1



Desde tiempos remotos el hombre ha tenido una fascinación por descubrir el espacio que está por encima de él. Existen datos que demuestran que tal curiosidad no es reciente, sino que viene de años atrás.

La calidad es de suma importancia debido a que los sistemas deberán ser cada vez más y más confiables, es por eso que nace AS 9100, el estándar de los sistemas de gestión de la calidad para la industria aeroespacial, que tiene gran relevancia avalando los procedimientos y diferentes documentos de los procesos que le permitan a la organización generar un sentido de confiabilidad en los clientes.

México representa una ventaja para la industria aérea, pues destaca globalmente como un país manufacturero, además, cuenta con múltiples tratados de libre comercio y, sobre todo, con mano de obra de alta calidad.

Finalmente, tenemos algunas preguntas de reflexión sobre este tema:

- **¿Qué factores influyen en el desarrollo de la industria aeroespacial?**
- **¿Por qué México es un país atractivo para esta industria?**
- **¿Cuáles serían los costos de la calidad?**
- **¿Cuáles serían los costos por fallas internas o externas?**



## Historia aeroespacial

1889

Otto Lilienthal publicó *El vuelo de un pájaro como fundamento en la aviación*, la publicación aeronáutica más importante del siglo XIX.

1890

Clément Ader desarrolló una nave que alcanzaba una altura de 20 cm y voló sin control por aproximadamente 50 m.

1903

Los hermanos Wright tenían la frase "Es posible volar sin motores, pero no se puede sin conocimiento y habilidad".

1923

Amelia Earhart obtuvo licencia para volar como piloto por la Federación Aeronáutica Internacional, siendo la decimosexta mujer en recibirla.

1927

Lindbergh fue el primero en cruzar el Océano Atlántico en un vuelo sin escalas.

1929

William Boeing creó el DC 30 de Douglas, un bimotor de los más famosos de la historia.

1949

Havilland Comet se convirtió en el primer avión para vuelos comerciales.

1979

El Concorde realizó su primer viaje; sus principales destinos fueron Londres, París y Estados Unidos. En total se fabricaron 20 aviones del tipo y fue retirado del mercado en el 2003.

1987

Airbus 320 fue el primer avión en utilizar el piloto automático.

1994

La era digital hace presencia en el Boeing 777, fue un avión con diseño asistido por computadora.

2000

Despega el avión con mayor capacidad de pasajeros en todo el mundo, el A-380. Tenía capacidad para 800 personas.

2013

Boeing introduce el 777X, considerado el avión con bimotor más grande y eficiente.

## Historia aeroespacial

Las dos empresas más grandes en la creación de aviones son las siguientes:

Datos	Boeing	Airbus
Base	Estados Unidos	Francia
Fundación	1916	1970
Aviones top	747-81	A380
Capacidad de pasajeros	A380: 852 pasajeros	A380: 852 pasajeros

En 2016 llegó por primera vez a México un avión A380. La aeronave provenía de París con 490 pasajeros aproximadamente. Este fue el primer vuelo de ese tipo de aviones en América Latina.

## Conceptos de calidad aeroespacial

- **ISO 9000 Sistema de Gestión de Calidad Fundamentos**

Esta norma ayuda a comprender los conceptos fundamentales, los principios en los que se basa y la terminología de lo que es un sistema de gestión de calidad (SGC), para que se implemente de forma eficiente.

- **ISO 19011 Guías del Sistema de Auditoría de Gestión Ambiental y/o Calidad**

Proporciona información sobre la gestión de un programa de auditoría, así como las competencias de un equipo auditor. Esta norma no es certificable, sin embargo, ayuda a las organizaciones a mejorar el desempeño de los SGC.

- **ISO 9001 Requerimientos del Sistema de Gestión de Calidad**

En esta norma se especifican los requisitos que debe cubrir un SGC para cumplir con las expectativas del cliente.

- **AS 9100 Sistema de Gestión de la Calidad – Requerimientos para la Aviación, Espacio y Defensa**

Esta norma se basa en la norma ISO 9001 e incluye requisitos adicionales para la industria aeroespacial.

- **AS 9101 Sistema de Gestión de la Calidad – Requerimientos Aeroespaciales**

Determina los requisitos para la preparación y ejecución de auditorías. También define el contenido del informe de la auditoría.

- **AS 9110 Sistema de Mantenimiento de Calidad – Requerimientos para las Organizaciones Aeroespaciales**

Norma para controlar los procedimientos de mantenimiento y reparación, así como las aptitudes de las personas que realizan el mantenimiento.

- **AC 7004 Sistema de Gestión de Calidad bajo el criterio de Auditoría NADCAP**

Este es un criterio de auditoría (AC) que se utilizará para verificar el cumplimiento de los requisitos del sistema de calidad de NADCAP.

- **AC 7005 Sistema de Gestión de la Calidad para Proveedores de Procesos No Especiales (NSPS)**

Este es un criterio de gestión de la calidad para proveedores que no cuentan con procesos especiales, pero que NADCAP da la opción de ser desarrollados por ellos.

## Conceptos de calidad aeroespacial

- **Pieza no original (*Part Counterfit*):** Es una copia no autorizada, imitación, sustituta o modificada. Por ejemplo: una pieza no original, la identificación falsa o la etiqueta incorrecta, número de serie, características especiales, etcétera.
- **Aspectos críticos (*Critical Items*):** Son aquellos aspectos que tienen un efecto significativo en el uso de los productos y servicios como seguridad, desempeño, productibilidad, vida útil, que requieren acciones específicas para asegurar la gestión adecuada. Por ejemplo: partes, funciones, softwares, características, procesos.
- **Característica principal (*Key Characteristic*):** Es aquel atributo que tiene una variación significativa en el diseño de producto, funcionalidad, desempeño, vida útil, y se requerirán acciones para controlar la variación.
- **Producto de seguridad (*Product Safety*):** Es el estado en el cual un producto está capacitado para desarrollar el propósito de su diseño sin causar algún riesgo aparente o algún daño a personas.
- **Requerimientos especiales (*Special Requirements*):** Son aquellos identificados por el cliente o determinados por la organización, los cuales tienen un riesgo alto y son eliminados, sin embargo, se requerirá que se incluyan en el proceso de gestión del riesgo operacional. Algunos ejemplos son los requerimientos de desempeño impuestos por el cliente o determinados por la organización, que pongan en riesgo la capacidad instalada.<sup>12</sup>

## Costos de la no calidad

El **costo de calidad** es un costo producido por actualizaciones o renovaciones de equipo, infraestructura o queja de un cliente. En el sector aeroespacial es muy común que los costos de la no calidad se presentan cada vez más a menudo debido a la demanda tan cambiante, pero también a la complejidad que en algunas ocasiones se refiere al costo de la buena calidad; es decir, existen piezas o procesos muy únicos o que simplemente son visibles al cliente y no se respeta ningún protocolo utilizando alguna metodología de inspección diferente, sino que es un solo método, un solo proceso, el cual es estratégico para hacer una inversión tal cual lo pide el cliente, no por alguna deficiencia en el proceso, sino por cumplir y/o exceder las expectativas del cliente.





## Instrucciones

1. Enlista por lo menos tres industrias que se dediquen al ramo aeroespacial.
2. Realiza una investigación sobre ellas que incluya lo siguiente:
  - Nombre.
  - Lugar de procedencia.
  - Principales clientes.
  - Principales proveedores.
  - Normas de calidad vigentes tanto de la empresa como de los proveedores.
  - Sistema de gestión de calidad tanto de la empresa como de los proveedores.
3. Con base en tu investigación, elabora un análisis sobre las normas de calidad que tienen vigentes y sus sistemas de gestión de calidad.



Hoy en día, los sistemas de gestión de calidad representan un requisito indispensable que toda empresa debe implementar. En el caso de la industria aeroespacial es necesario que, además del sistema de gestión de calidad tradicional, también se incluyan las normas creadas para esta industria, a fin de asegurar que los productos puestos en operación cumplan con todos los requisitos indispensables para garantizar su funcionalidad.

En México esta industria va en crecimiento, pues, como se comentó al principio, es un país que tiene posicionamiento global en el área de la manufactura. Asimismo, la necesidad de gestionar sus sistemas de calidad también va en crecimiento, lo cual representa todo un reto para esta industria, pues hay una clara falta de capacitación de sus empleados. Estas y muchas otras limitantes se tienen que atender para que en los próximos años México sea una potencia mundial en la industria aeroespacial.





# Calidad aeroespacial

Sistemas de gestión de  
calidad aeroespacial



Semana 1



Nos enfrentamos a un mundo globalizado donde las necesidades de las personas cada vez son más específicas y, por lo tanto, las industrias que generan todos esos productos para cubrir las necesidades en ocasiones se vuelven insuficientes para cumplir con la demanda. Otro aspecto a considerar para cubrir estas necesidades es que las cadenas de suministro no se encuentran en un mismo lugar, ahora están repartidas a nivel mundial y eso aumenta el nivel de complejidad.

Ante esta situación, es indispensable que las industrias y todo el grupo de proveedores que la soportan cuenten con un sistema de calidad que asegure entregar un producto como lo espera el cliente. Sin embargo, un sistema de calidad, por muy robusto que sea, también se complementa por las diferentes normas internacionales en el área de calidad, tales como las ISO 9001, ISO 17025, ISO 14000, AS 9100, NADCAP, OSHA 18001, entre otras. Este conjunto servirá a las diferentes industrias para hacer frente a las necesidades de sus clientes y ser competitivas en este mundo globalizado.

Finalmente, te compartimos estas preguntas de reflexión sobre el tema:

- **¿Qué sistemas de gestión de calidad conoces?**
- **¿Para qué sirven los sistemas de gestión?**
- **¿Realmente ayudarán para ser competitivos?**
- **¿En qué consiste la norma AS 9100 y cual es su estructura?**

La norma **AS 9100**, basada en la norma **ISO 9001**, norma de **Sistemas de Gestión de Calidad**, se generó con la finalidad de contar con una norma que **cumpliera con las regulaciones de la FAA (Administración de Aviación Federal de EE. UU.)**.

## Definición de AS 9100

La calidad no es un tema que recientemente se haya producido, sino que desde hace tiempo viene formando una cultura que ha sido adaptada a las industrias para manejar estándares que satisfagan las necesidades de distintos sectores.

Esto ha generado que cada industria en su ramo conjunte la calidad en lo que se conoce como **Sistemas de Gestión de Calidad o SGC**. Estos sistemas consisten en un conjunto de normas y estándares internacionales relacionados para cumplir con los requerimientos y cubrir las expectativas del cliente y los objetivos dentro de una organización.

Entre las ventajas que tiene implementar un sistema de gestión de calidad se encuentran las siguientes:

- Organizar el trabajo.
- Reducir costos, desperdicios y tiempo.
- Contar con la confianza del cliente.
- Tener una relación óptima con los proveedores.
- Contar con una cultura de calidad.
- Potencializar el negocio.

La industria aeroespacial creó la norma AS 9100 basada en la norma ISO 9001, norma de Sistemas de Gestión de Calidad, con la finalidad de contar con una norma que cumpliera con las regulaciones de la FAA (Administración de Aviación Federal de los EE. UU.).

La serie AS contiene cuatro normas:

- **AS 9100:** Esta norma es para el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio.
- **AS 9110:** Esta norma es para el mantenimiento, reparación y revisión de las piezas aeroespaciales.
- **AS 9120:** Esta norma es para garantizar la calidad en el almacenamiento y distribución de las piezas.
- **AS 9003:** Esta norma solo es válida en los Estados Unidos, y está considerada para pequeños proveedores que proporcionen piezas que no son complejas. Esta norma no tiene equivalencia en el resto de los países.

## Cambios en la norma AS 9100

### ISO 9001

En el 2015 realizó los siguientes cambios:

- Alto nivel en la estructura (HLS).
- Pensamiento basado en el riesgo.
- Acercamiento del proceso y la integración del sistema de gestión de calidad (QMS).
- Introducción a la gestión del conocimiento.
- Concepto de acción preventiva direccionado a través del estándar por la mitigación e identificación del riesgo.
- Claro entendimiento del contexto de la organización.
- Alineación de la política de calidad y objetivos con la estrategia de la organización.
- Requerimientos de evaluación al desempeño.
- Documentación más flexible.

### AS 9100

En el 2016 realizó los siguientes cambios y adecuaciones:

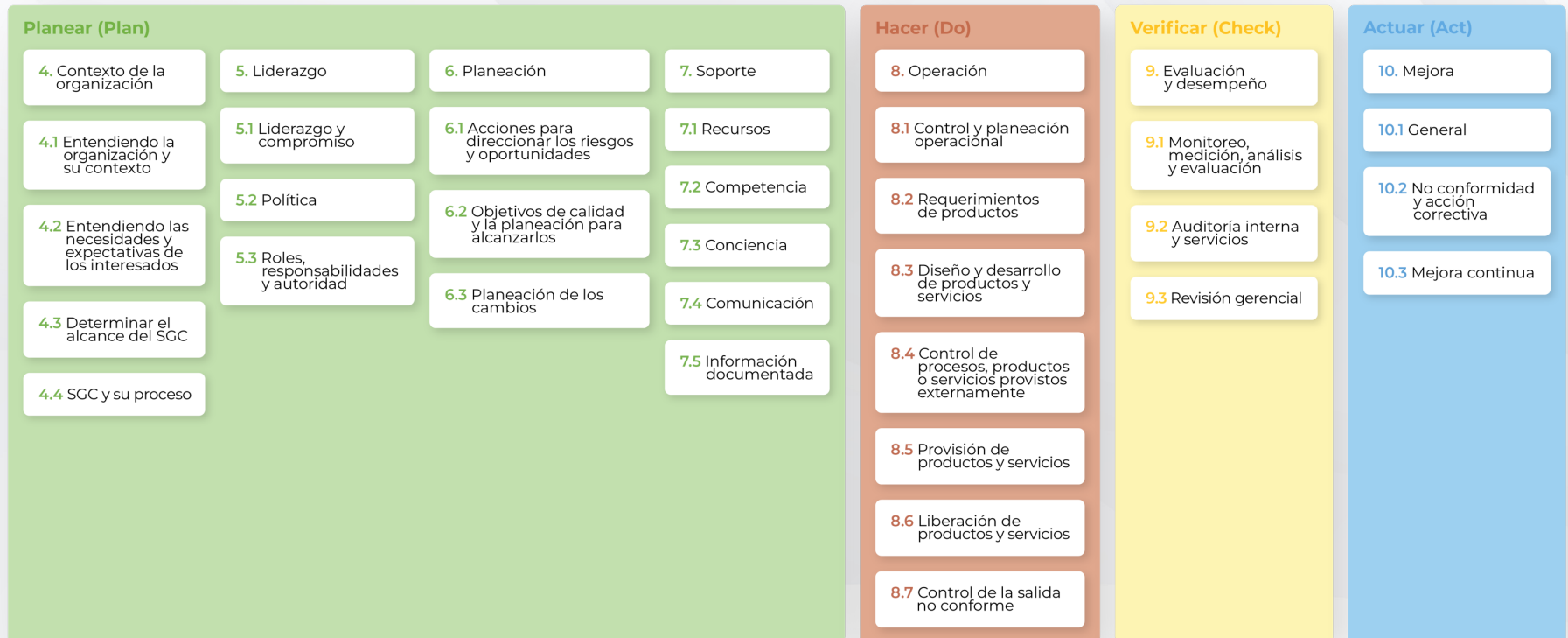
- Seguridad en el producto.
- Prevención de piezas falsificadas.
- Riesgo. Se enfocan en los riesgos de los procesos, nacieron junto con los de ISO.
- Conciencia.
- Factores humanos. Acción correctiva.
- Configuración de gestión. Atender y mejorar las necesidades de los involucrados.

Esta norma tiene la siguiente estructura:

- General.
- Principios de gestión de calidad.
- Acercamiento al proceso.
- Contexto de la organización.
- Liderazgo.
- Planeación.
- Soporte.
- Operación.

## Norma AS9100 vs. ciclo de mejora continua de Deming PDCA (Planear, hacer, verificar y actuar)

En el siguiente gráfico puedes observar de manera general cómo se divide la norma AS 9100 respecto al ciclo PDCA:



## Instrucciones

1. Investiga en al menos cinco fuentes arbitradas toda la información necesaria de la norma AS 9100, desde su surgimiento hasta la actualidad.
  
2. Reflexiona sobre las siguientes preguntas:
  - a. ¿Consideras que su creación ayudó a la industria aeroespacial?
  - b. ¿Cuáles son los tres puntos que consideras que sí mejoraron con el paso del tiempo?
  - c. ¿Cuáles son los tres puntos que no han cambiado con el paso del tiempo?
  - d. ¿Cuál es tu opinión sobre la norma AS 9100?





La revisión de los cambios en los manuales de los programas de acreditación como ISO y AS 9100 es constante y muy periódica, y sirve para hacer frente a las nuevas necesidades que se van presentando en cada una de las industrias. Recientemente, ISO realizó modificaciones para adecuarse a las exigencias de los SGC, prestando mayor atención a los riesgos, el enfoque al cliente y la gestión de las relaciones.

Lo mismo ha pasado con AS 9100, y todo esto se logra a través de simposios o sesiones donde expertos en el tema revisan a detalle cada uno de los cambios, se analiza si son viables o no y, por último, se pasa a un grupo de votantes para determinar si el cambio se incluye en las checklists del auditor.



# Calidad aeroespacial

Sistemas de gestión de  
calidad aeroespacial

Semana 1



La industria aeroespacial busca constantemente soluciones para las necesidades de la economía global de hoy. La industria se enfrenta a los mismos desafíos que afectan a muchas de las industrias mundiales: materias primas costosas, costos de energía en aumento e inflación del dólar de los EE. UU. En un esfuerzo por superar estos obstáculos, las empresas en todos los niveles de la cadena de suministro aeroespacial, desde fabricantes de equipos originales aeroespaciales hasta proveedores de piezas, están desarrollando formas de beneficiarse de la rápida globalización de la industria.

La cadena de suministro aeroespacial actual es compleja, global y más vulnerable que nunca. Las lecciones de las compañías de aviones más grandes, Boeing y Airbus, sobre interrupciones severas en la cadena de suministro en la entrega de modelos de aeronaves de próxima generación, no deben ser ignoradas. En la industria de la aviación de uso intensivo de capital, además de los procesos de producción eficientes, una cadena de suministro ágil y resistente merece el más alto nivel de atención.

Finalmente, tenemos estas preguntas de reflexión sobre este tema:

- **¿Cómo se puede innovar en una industria que compra y mueve partes alrededor del mundo?**
- **¿Cómo sacar provecho de nuevas tecnologías para que el avión sea más ligero?**
- **¿Qué funciona mejor: tener los proveedores cerca de las plantas de manufactura (costoso) o conviene tener proveedores alrededor del mundo (económico)?**

## Proveedores aeroespaciales

Los fabricantes de aviones están bajo una presión creciente para hacer frente a los pedidos atrasados. Boeing y Airbus, dos de las compañías de aviones comerciales más grandes del mundo, continúan reteniendo miles de pedidos no entregados. En 2017, Boeing registró 5,715 pedidos no entregados, mientras que Airbus registró 6,874. Si bien los atrasos pueden verse como una bendición para el negocio de la cadena de suministro aeroespacial, también pueden ser una pérdida para la industria aeronáutica, si los proveedores no pueden satisfacer la demanda.

Estos son los problemas más frecuentes en una cadena de suministro aeroespacial:

- **Problema 1: Búsqueda de materia prima (sourcing).** Los metales como el acero, aluminio, titanio, cobre, magnesio, manganeso, níquel, cromo y muchos otros, son los materiales principales utilizados para la fabricación de aviones. Su entrega oportuna depende de su ubicación geofísica y con cualidades que cumplan con los requisitos de fabricación de aeronaves. Los gerentes de adquisiciones se enfrentan a la decisión de encontrar proveedores con base en especificaciones de materiales claramente definidos, costos, modos de transporte y cronogramas de entrega.



- **Problema 2: Mitigar los riesgos de interrupción de los productos.** Siempre existe el riesgo de que el suministro se vea limitado o restringido debido a una predicción incorrecta de la demanda futura, proyecciones de precios imprecisas, cambios en el diseño y alteraciones políticas o problemas geoambientales como el clima y los desastres naturales. El enfoque a corto plazo se ocupa de las compras mensuales, trimestrales y anuales que a menudo se realizan como compras directas. El enfoque a largo plazo considera los contratos de lock-in de cinco a 10 años con proveedores primarios y secundarios.
- **Problema 3: Hacer frente a la modernización y las tecnologías emergentes.** Los usuarios de la cadena de suministro aeroespacial están luchando para mantenerse al día con las tecnologías de modernización, como la automatización, la robótica y la estandarización; por ello, es sabio equilibrar la confiabilidad en la tecnología humana, y no depender demasiado de la maquinaria solo para desarrollar motores y equipos.
- **Problema 4: Escasez de trabajadores calificados.** La capacitación no es lo suficientemente rápida como para avanzar en las necesidades de la fuerza laboral y existen habilidades limitadas disponibles para administrar proyectos complejos



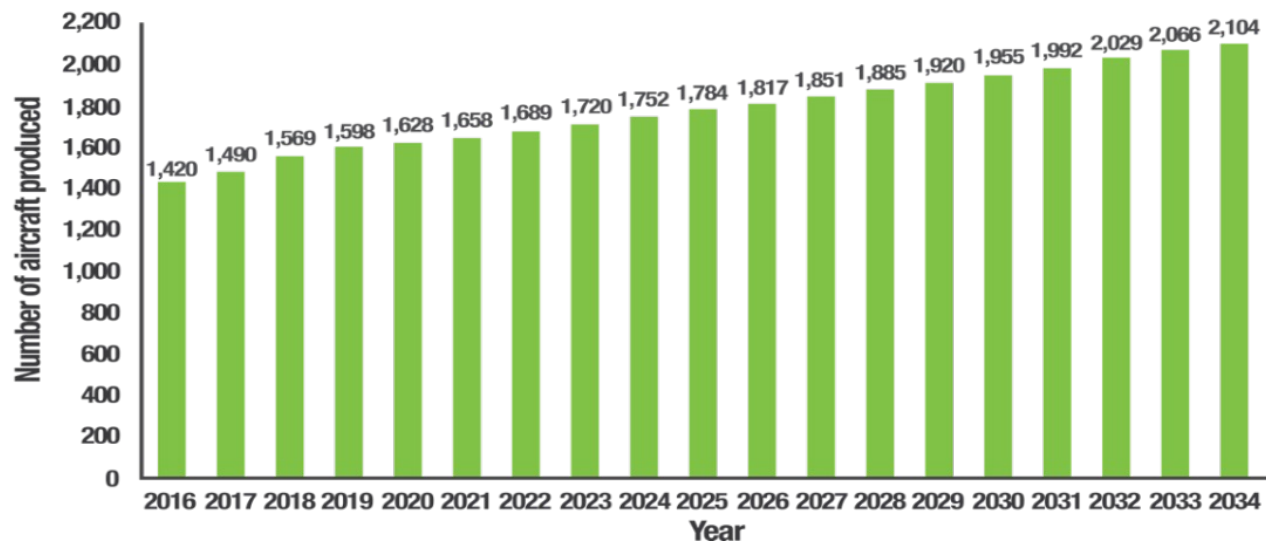
## Proveedores aeroespaciales: cadena de suministro vs. demanda de aeronaves

Cadena de suministro en la industria aeroespacial



La industria aeroespacial ha adoptado metodologías y controles de la industria automotriz para garantizar la efectividad de su cadena de suministro ante los retos de la demanda de producción de aeronaves, por ejemplo, las OEM y las cadenas de proveedores TIER.

**Forecasted production levels of commercial aircraft: 2016 to 2034**



Deloitte. (2016). *Global Commercial Aerospace Industry*. Recuperado de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/manufacturing/us-manufacturing-aircraft-order-backlog-analysis.pdf>

## Grupo Internacional de Calidad Aeroespacial

El Grupo Internacional de Calidad Aeroespacial es el responsable de proveer consistencia internacional y guiar las regulaciones que se demandan en el sector aeroespacial, también es el responsable del desarrollo del estándar AS 9100.

Está conformado por diferentes organizaciones a lo largo del planeta, enseguida mencionamos algunas de ellas:

<b>ICAO</b> <i>(International Civil Aviation Organization)</i>	Organización de la Aviación Civil Internacional, organismo de la ONU creado en 1944 para administrar y aplicar los convenios sobre aviación civil. Está conformada por 192 Estados y su principal misión es garantizar que las operaciones y normas de aviación civil de una nación se ajusten a las normas internacionales.
<b>FAA</b> <i>(Federal Aviation Administration)</i>	Autoridad estadounidense encargada de todos los aspectos de la aviación civil, como la creación y operación de aeropuertos, la administración de tráfico aéreo, y la certificación de personal y aeronaves.
<b>EASA</b> <i>(European Aviation Safety Agency)</i>	Es la responsable de garantizar la seguridad y la protección del medio ambiente en el transporte aéreo en Europa. Los proveedores que ya están aprobados en los Estados Unidos por la FAA pueden continuar trabajando bajo EASA, también debido a que tienen un acuerdo bilateral ya firmado.
<b>TCCA</b> <i>(Transport Canada Civil Aviation)</i>	Promueve la seguridad del sistema nacional de transporte aéreo en Canadá.
<b>CAAC</b> <i>(Civil Aviation Administration of China)</i>	Supervisa la aviación civil e investiga accidentes e incidentes de aviación.
<b>ANAC</b> <i>(Administración Nacional de Aviación Civil)</i>	Es la autoridad de aviación civil de Argentina. Creada en 2007 para suceder a la Fuerza Aérea Argentina en sus funciones, supervisando todos los aspectos de la aviación civil dentro del territorio argentino.
<b>SCT</b> <i>(Secretaría de Comunicaciones y Transportes)</i>	Es la organización mexicana que se encarga de asegurar que el transporte aéreo sea seguro, eficiente y competitivo, y que satisfaga las necesidades de los mexicanos.

Revisa más información sobre el Grupo Internacional de Calidad Aeroespacial en la siguiente dirección: IAQG. (s.f.). *International Aerospace Quality Group*. Recuperado de <https://www.sae.org/iaqg/>



## Asociaciones de calidad aeroespacial

Las asociaciones de calidad aeroespacial son organismos que nos ayudan a establecer las directrices y regular las normas en los procesos, sean estos de ensamble o de servicios. Al obtener las aprobaciones correspondientes, las organizaciones serán habilitadas para tener la facultad de ofertar sus servicios. Estas revisiones serán periódicas, de tal manera que el proveedor del servicio asegure su proceso productivo y sea confiable como parte de la cadena de suministro.

Estos son algunos ejemplos de asociaciones de calidad:

- AQG: American Aerospace Quality Group:  
<https://www.sae.org/aaqg/>
- EAQG: European Aerospace Quality Group:  
<https://iaqg.org/sectors/eaqg/>
- APAQG: Asia Pacific Aerospace Quality Group:  
<https://iaqg.org/sectors/apaqg/apaqg-membership/>



Existen varias temáticas a evaluar por medio de las asociaciones. A continuación, se explican los diversos requerimientos a considerar para ser parte de la cadena de suministro en el sector aeroespacial:

## Calidad

Cumplir con los acuerdos de un límite de rechazos externos que se traducen en quejas de cliente de piezas no conformantes.

## Tiempo de entrega

De acuerdo al contrato, se establecen los tiempos de entrega en función a la duración del proceso; por ejemplo, proceso de pintura.

## Costo

Los diversos costos como el precio unitario que está establecido en el acuerdo comercial y que deberá respetarse de acuerdo a cotizaciones previas.

Los requerimientos aeroespaciales para establecer y mantener un sistema de gestión de la calidad se definen en la norma **AS/EN/JISQ 9100**. En esta norma se incluyen los requerimientos de la norma ISO 9001 más los requerimientos adicionales de la aviación, espacio e industria de la defensa.

## Instrucciones

1. Indaga sobre el sistema de gestión de calidad de Airbus y Boeing.
  
2. En una tabla enlista las siguientes características para cada uno:
  - a. Descripción general del sistema de gestión de calidad.
  - b. Motivos para implementar el sistema de gestión de calidad.
  - c. Frecuencia de actualización o revisión.
  - d. Ventajas.
  - e. Desventajas.
  - f. Asociaciones en las que participan.



Con grandes cambios, a menudo viene una gran resistencia, y la industria aeroespacial no ha sido la excepción.

Las empresas que se sienten cómodas con las prácticas establecidas vacilan en adaptarse.

El aumento de la contratación externa ha generado muchos temores y tensión entre los empleados.

Muchos trabajadores se preocupan por el outsourcing que compromete la seguridad laboral y disminuye la capacidad de su empresa para controlar todo el proceso de desarrollo. Lo que muchos de estos trabajadores no se dan cuenta es que la subcontratación puede conducir a una mejor seguridad laboral.

También puede conducir a un mayor control sobre el desarrollo, ya que todo el proceso es cada vez más transparente, y las empresas colaboradoras toman a partes iguales el riesgo con el mismo potencial de recompensa. Este riesgo compartido, en última instancia, proporciona incentivos en casi todos los niveles de la cadena de suministro, lo que lleva a trabajadores más felices y productivos que luchan por alcanzar un objetivo común.

