I REUNIÓN REGIONAL NOROESTE UMAI
DÍA NACIONAL DEL INGENIERO 2021
Baja California, Baja California Sur, Sonora

Coversatorio Mesa 3 Industria Aeronátuica y Automotriz

Ponencia: Industria aeroespacial en Sonora.
Activos y desafíos para el desarrollo

Dra. Blanca Esthela Lara Enríquez. El Colegio de Sonora

Dr. José Guadalupe Rodríguez Gutiérrez. Universidad de Sonora

6 de julio 2021

Industria aeronáutica y aeroespacial global

Cambios globales de la industria aeroespacial y crecimiento acelerado de localización en México

- **Mediados de los años noventa** del Siglo XX se produce la segmentación del proceso productivo (SPP) de la industria aeroespacial mundial y la subcontratación internacional de la manufactura de partes y componentes.
- **Flexibilidad en la industria militar estadounidense** para hacer contratos con empresas privadas fuera del ámbito militar fue factor importante.
- I. aeroespacial exige **continua innovación y desarrollo de nuevas tecnologías y materiales**. Demanda altos niveles de tecnología y estrictos controles de calidad y precisión
- **Objetivo SPP**: reducir costos y disminuir los periodos de producción para responder a la demanda de innovación en componentes, materiales y diseño en aeronavegabilidad.
- En la i. aeroespacial el proceso fue tardío comparado con la i. automotriz y electrónica, iniciado en los años 70s del siglo XX, aprovecha capacidades generadas.
- La **crisis 2007-2010 impulsó la relocalización** de segmentos de las cadenas globales de valor aeroespacial a países en desarrollo: México Brasil China India. La competencia entre *Boeing y Airbus* **aceleró la fragmentación del proceso productivo en *Boeing***.

- En conexto de crisis la i. aeroespacial **implementa un plan de expansión** para conformar en México CGV.
- Condiciones propicias en México. Existe un tejido productivo en la industria automotriz con amplia experiencia y conocimiento (más de 60 años)
- Cinco décadas de operación de IME e IMMEX en 2006.
- Apertura comercial (1986 ingreso GATT) inicia TLCAN (1994) T-MEC (1 julio 2020).
- Altos niveles de competitividad y productividad desarrollados por la fuerza laboral mexicana y cercanía con EU.
- **Estrategia de atracción y localización de i. aeroespacial en México del gobierno mexicano y organismos públicos, privados**, instituciones académicas y empresariales : ProMéxico, Secretaría de Economía, CONACYT, Federación Méxicana de la Industria Aeronáutica (FEMIA), Consejo Mexicano de Educación Aeronáutica (COMEA), Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC), la Dirección General de Aviación Civil (DGAC).
- **Número de empresas y empleo se duplicó 2007-2012**. De150 a 330 empresas y de 16, 500 a 37, 500 empleos. Tasas de crecimiento anual del 17.2% y 18%.

Fuente: Lara y Rodríguez, 2017.

Industria aeroespacial: Diseño, fabricación, comercialización y mantenimiento de aeronaves (aviones, helicópteros, vehículos aéreos no tripulados, misiles), naves espaciales y cohetes, equipos específicos asociados (propulsión, sistemas de navegación, entre otros).

Clasificación por producto

Fuente: Conacyt. Agenda de Innovación de Sonora. Documentos de trabajo, s/f.

- **Sistemas y estructuras completos** para aviones, helicópteros y planeadores, instalaciones en el suelo.
- **Motores y sus partes**
- **Equipos (sistemas eléctricos-electrónicos y aviónica**). Equipos destinados al montaje en los sistemas de aeronaves, simuladores de pruebas y de entrenamiento de suelo.
- **Mantenimiento, reparación y modificación de aeronaves (MRO**). Esta es una **industria auxiliar** a la de fabricación. Son gran número de actividades que se clasifican en cuatro rubros. **Distribuidores de partes** y componentes para inventarios, **talleres de reparación mayor** y modificación de aeronaves, **talleres de reparación de componentes mayores** (tren de aterrizaje, motores, control de vuelo), **talleres de reparación de componentes menores:** asientos, cocinas, baños, fabricar nuevos interiores para cabina de pasajeros, instalar nuevos sistemas de navegación o de seguridad aérea.
- El segmento MRO representa un importante valor en la i. aeroespacial. En promedio se **pasa más tiempo al año en MRO que en fabricación y desarrollo de los aviones**.
- Cerca del **45% de las inversiones mundiales totales se destinan a MRO**, el 36% al manufacturero y 19% a ingeniería e investigación y desarrollo.

Industria aeronáutica y aeroespacial en México

En **2004** *Bombardier Aerospace* instala la **primera planta Querétaro**. Enero de 2007 efectuó el primer envío a Canadá de fuselajes de avión manufacturados por especialistas mexicanos. Desde 2006 inició la capacitación de técnicos e ingenieros en la producción de aeropartes.

Procesos que se concentran en México

Manufactura 79%

Fabricación y ensamble de componentes de partes y aeronaves

- Arneses y cables
- Componentes de motores
- Sistemas de aterrizaje
- Inyección y moldes de plástico
- Fuselajes
- ComposturasIntercambiadores de calor
- Maquinado de precisión

MRO 11%

Manteniminto, reparación y revisión

- Turbinas y motores
- Fuselajes
- Sistemas eléctrico-electrónicos
- Sistemas de aterrizaje
- Hélices
- Componentes dinámicos
- Cubrimientos, corrosión y protección
- Arreglo y rediseño de interiores
- Sistemas Unitarios de Poder (APU)

I + D 10%

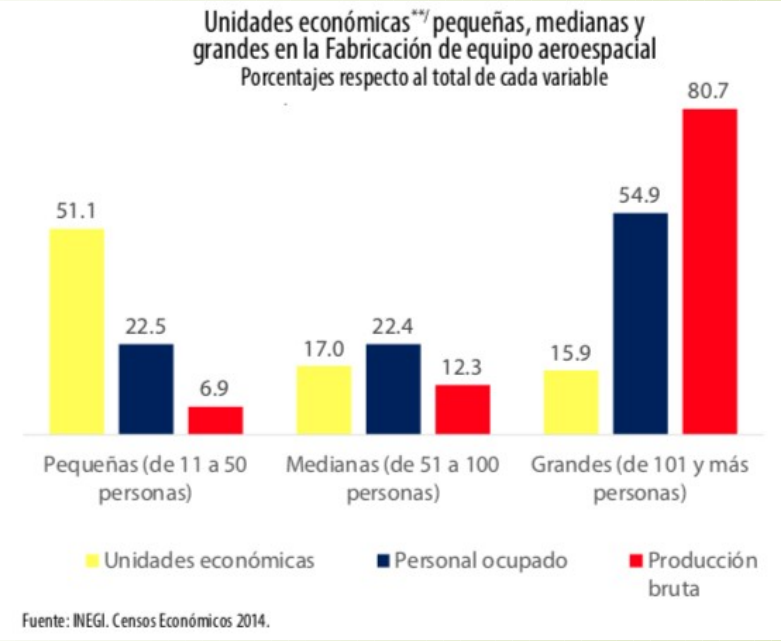
Diseño e Ingeniería

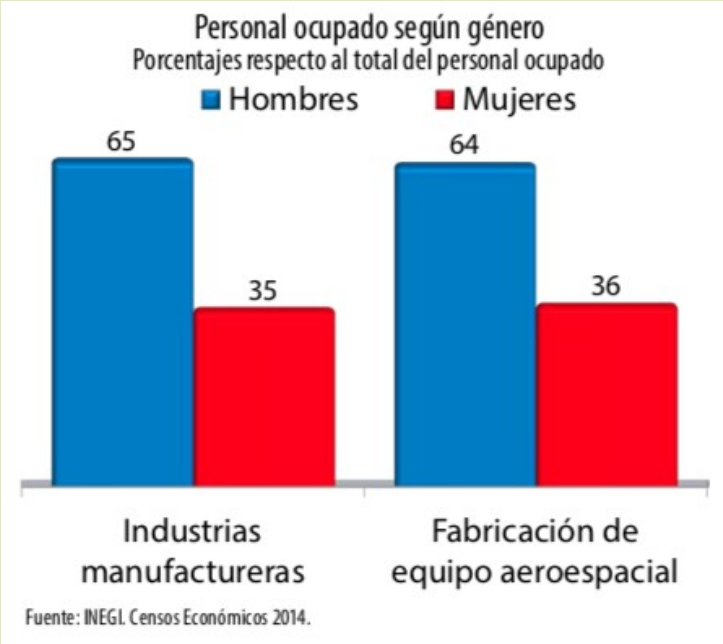
- Sistemas de control
- Simulación de vuelos
- Técnicas de pruebas no destructivas
- Procesamiento de datos e imágenes
- Diseño de equipo
- Sistemas embebidos.

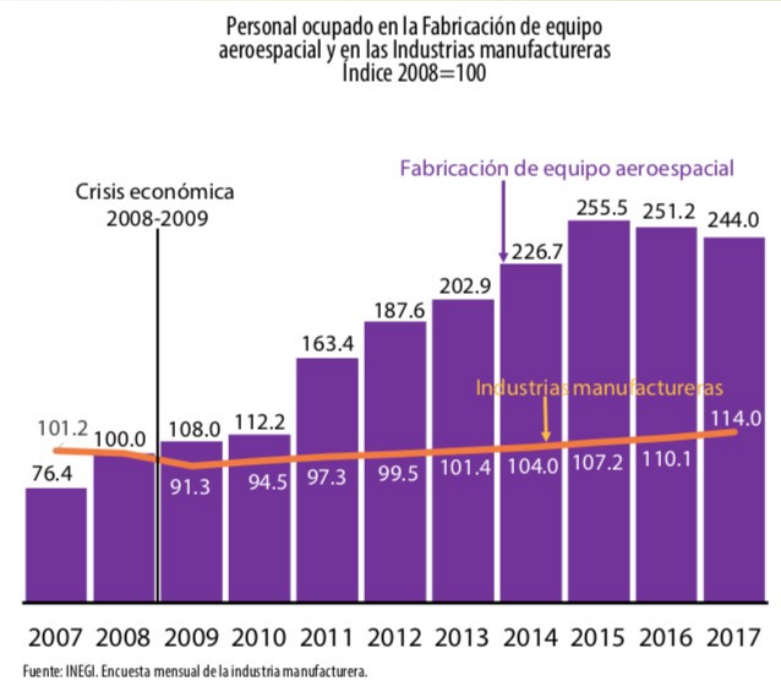
Fuente: Conacyt. Agenda de Innovación de Sonora. Documentos de trabajo, s/f p. 17

Productos principales en México: Aviones (civiles, comerciales, de combate y fumigadores) avionetas, planeadores y helicópteros; partes, componentes y accesorios para ensamble de aeronaves, discos de freno, estabilizadores, fuselajes, hélices, rotores, trenes de aterrizaje, motores y turbinas.

Fuente: Conociendo la industria aeroespacial (INEGI, Marzo 2018). SE, FEMIA, PROMEXICO, INEGI.



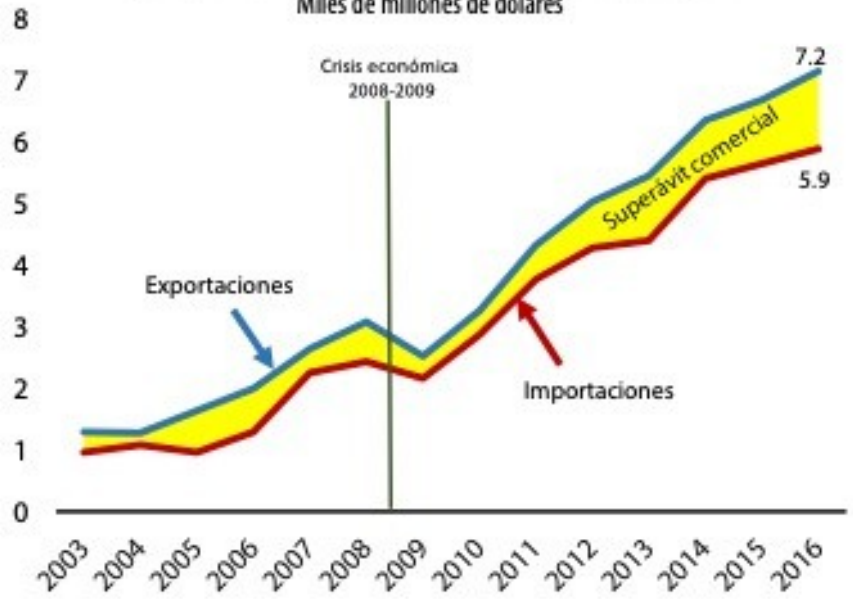




Inversión extranjera directa en la Industria aeroespacial
Porcentajes

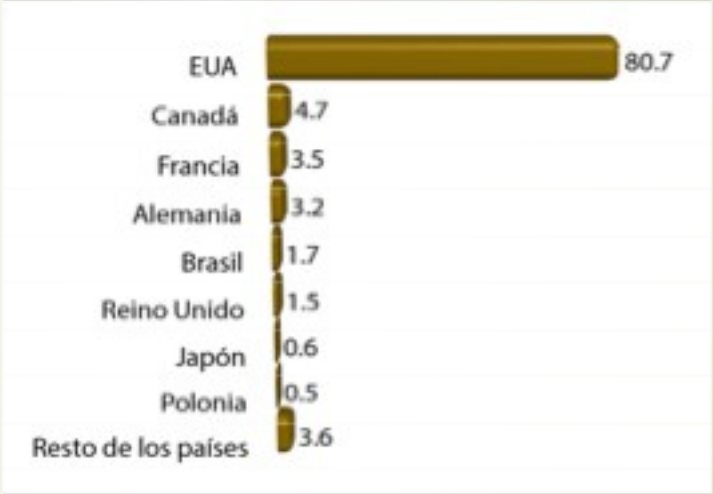
Fuente: Dirección General de Inversión Extranjera de la Secretaría de Economía.

Exportaciones e importaciones de la Industria aeroespacial
Miles de millones de dólares



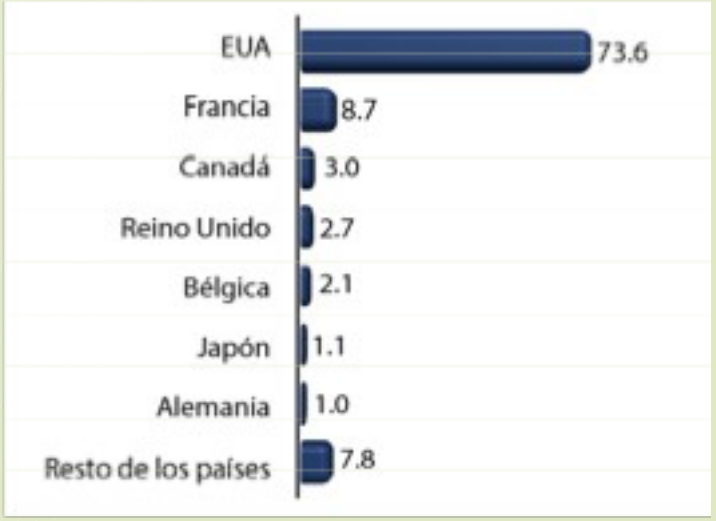
Fuente: SAT, SE, BANXICO, INEGI. Balanza Comercial de Mercancías de México. SNIEG. Información de Interés Nacional.

Exportaciones de la Industria aeroespacial, según país, 2016
Porcentajes



Fuente: SAT, SE, BANXICO, INEGI. Balanza Comercial de Mercancías de México. SNIEG. Información de Interés Nacional.

Importaciones de la Industria aeroespacial, según país, 2016
Porcentajes



Fuente: SAT, SE, BANXICO, INEGI. Balanza Comercial de Mercancías de México. SNIEG. Información de Interés Nacional.

Oferta educativa para la Industria aeroespacial
Ciclo 2016-2017

Entidad Federativa	Licenciatura y Técnico Superior Universitario
Baja California	Ingeniería en Aeronáutica
	Licenciatura en Ingeniería Aeroespacial*/
	TSU en Manufactura Aeronáutica – Área Maquinado de Precisión
Chiapas	TSU Piloto Aviador
Chihuahua	Licenciatura en Ingeniería Aeroespacial
	Ingeniería en Aeronáutica*/
	Licenciatura en Dirección y Administración de Aeropuertos y Negocios Aéreos
Ciudad de México	Ingeniería en Aeronáutica
Estado de México	Ingeniería en Aeronáutica
	TSU en Mantenimiento Aeronáutico, Área Aviónica
Guanajuato	Ingeniería en Aeronáutica
Hidalgo	Ingeniería en Aeronáutica
Jalisco	Licenciatura en Ciencias Militares Piloto Aviador
Nuevo León	Ingeniería en Aeronáutica*
Puebla	Licenciatura en Ingeniería Aeroespacial
Querétaro	Ingeniería Aeronáutica en Manufactura
	Ingeniería en Diseño Mecánico Aeronáutico
	Ingeniería en Electrónica y Control de Sistemas de Aeronaves
	TSU en Aviónica
	TSU en Mantenimiento Aeronáutico, Área Aviónica
	TSU en Mantenimiento Aeronáutico, Área Planeador y Motor
	TSU en Mantenimiento de Aeronaves
	TSU en Manufactura Aeronáutica, Área Maquinado de Precisión
Sonora	Ingeniería en Manufactura Aeronáutica
	TSU en Aeronáutica
	TSU en Manufactura Aeronáutica, Área Maquinado de Precisión*
Veracruz	Ingeniería en Ciencias Aeronavales

Fuente: Elaboración de la Secretaría de Economía con datos de la ANUIES.
Nota: */ Se imparte en más de un plantel.

CONALEP. Oferta Educativa Nacional. Ciclo Escolar 2016-2017

Producción y Transformación	Mantenimiento e Instalación	Electricidad y Electrónica
Control de Calidad	Mantenimiento de Motores y Planeadores	Electricidad Industrial
Máquinas Herramienta	Laministería y Recubrimiento de las Aeronaves	Mantenimiento de Sistemas Electrónicos
Metalmecánica	Mantenimiento de Sistemas Automáticos	Sistemas Electrónicos de Aviación
Metalurgia	Electromecánica Industrial	Mecatrónica
Plásticos	Motores a Diesel	
Productividad Industrial	Autotrónica	
Química Industrial		

Tecnología y Transporte	Salud	Contaduría y Administración	Turismo

Fuente: CONALEP. Planteles y Oferta Educativa Nacional. Ciclo escolar 2016 - 2017.

CLÚSTERES AEROESPACIALES EN MÉXICO (2020)

Fuente: Secretaría de Economía Tomado de ICEX España, Exportación e Inversiones. 31 diciembre 2020. P.4-5

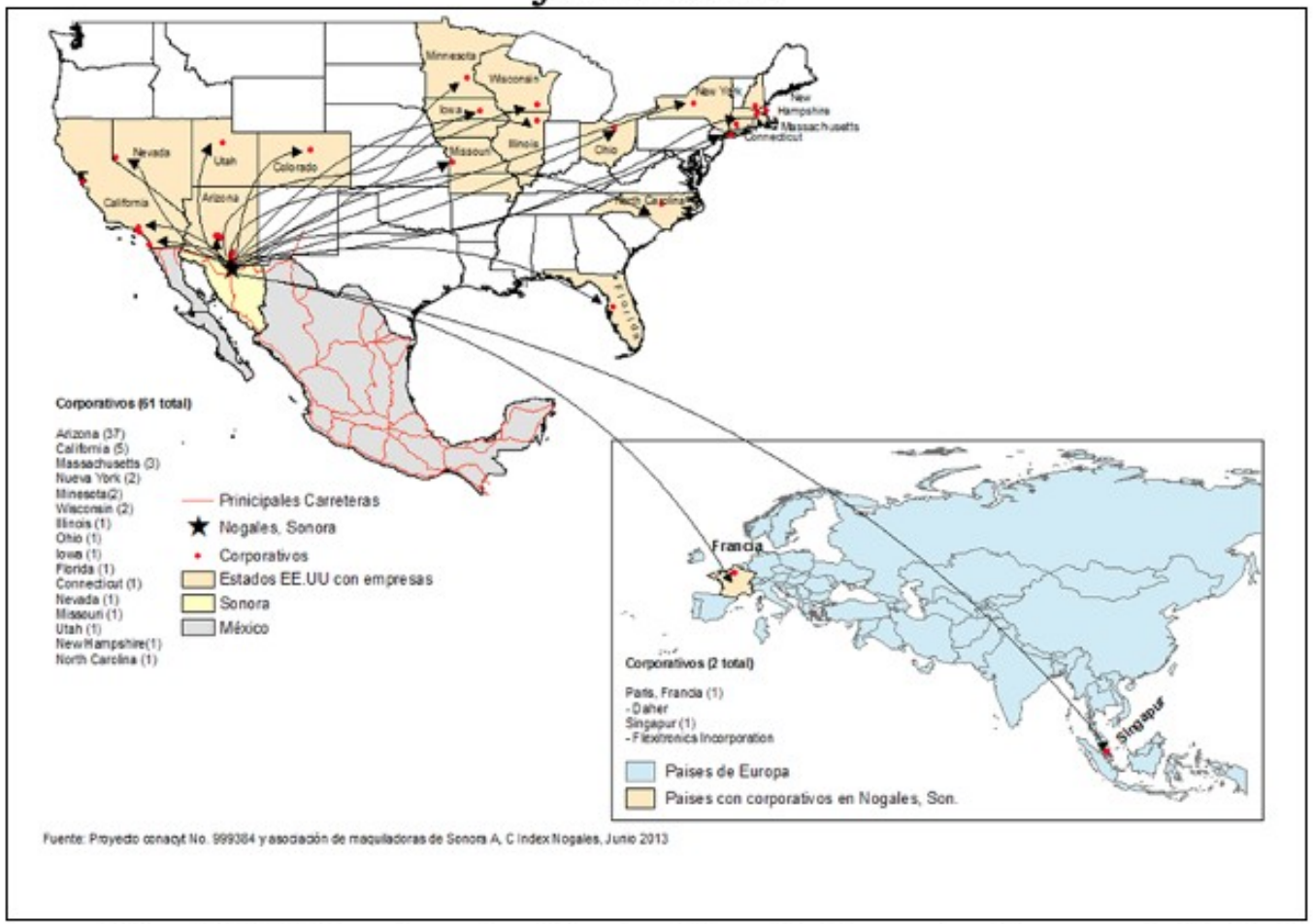
- **Baja California:** Diseño de interiores de aeronaves. Maquinaria de precisión, sistemas eléctricos e hidráulicos y procesos de conformación de placas metálicas.
- **Sonora:** Especialización en fabricación de turbinas, busca ser líder en esta rama. Procesos de fundición, maquinado y procesos secundarios, aeroestructuras y materiales compuestos. Maquinados y tratamientos químicos. En turbinas: forjado, fundición y recubrimiento
- **Chihuahua:** Maquinaria de alta precisión, aeropartes, arneses, equipamiento para aterrizajes de emergencia en el mar, asientos y tratamientos térmicos y químicos para metales.
- **Nuevo León:** Fuselaje de helicópteros y arneses y anillos de materiales especiales (Vázquez y Bocanegra, 2018)
- **Querétaro:** Mercancías para el ensamblaje, fabricación de aeronaves o aeropartes, turborreactores, trenes de aterrizaje y sus partes, y mercancías para la reparación o mantenimiento de aeronaves y sus partes.

Industria aeronáutica y aeroespacial en la región Sonora-Arizona

Localización de la industria aeroespacial en Sonora y Arizona

- **Sonora y Arizona comparten vecindad**, Nogales, Son. y Nogales, Az. son el principal puerto fronterizo entre México y EU.
- **Frontera consolidada como puerto de entrada y salida de mercancías** y personas, intenso flujo de medios de transporte y centro manufacturero de empresas maquiladoras.
- Sonora es una de las entidades del país donde se localizaron por **primera vez plantas maquiladoras**; en 1963 se ubicó en Nogales, la empresa electrónica COMCO de México.
- Globalización (90s) fortaleció la **formación de un micro-espacio industrial transfronterizo, se extiende de Nogales, Sonora, hasta Tucson y Phoenix, Arizona, pasando por Green Valley y Rio Rico**.
- Las ETN han localizado maquiladoras en este espacio transfronterizo (mapa). Se formó un tejido industrial con alto grado de dependencia de los corporativos multinacionales. Actualmente se denomina IMMEX.
- De esta forma la industrialización en la frontera norte se vinculó a las redes globales de producción estadounidenses, las cuales implican formas heterogéneas de integración.
- **Especialización del tejido industrial** que se configuró hacia fines de los ochentas en las **ramas eléctrico–electrónico y automotriz**

Corporativos transnacionales en la industria maquiladora de Nogales, Sonora, México, junio 2013



Fuente: Proyecto Conacyt No. 999384 y Asociación de Maquiladoras de Sonora A.C. Index, Nogales, Junio 2013.

SONORA
l. aeroespacial se desarrolla desde 1999. Proyecto Empalme-Guaymas. Maquilas *Tetakawi* hizo contrato con *Smith West*.

Sonora concentra 58 empresas. 2do en el país. Baja California (97), Chihuahua (52), Querétaro (50) Nuevo León (33).

Fuente: Conacyt. Agenda de Innovación de Sonora. Documentos de trabajo, s/f.

- **Especialiación.** Capacidades de innovación: manufactura de motores, turbinas, fuselaje y materiales compuestos. Manufactura: maquinados de precisión y procesos de conformación de placas de metal. MRO: Se realizan las operaciones de MRO más grandes de México.
- **Empresas destacables**: *BAE Systems, ITT Cannon, Goodrich, Rolls Royce, TE Aerospace, Defense and Marine, ESCO*.

- **Principales centros de localización**.
  - Nogales: manufactura de materiales compuestos y ensamble de electrónicos.
  - Guaymas-Empalme: Maquinado de alta precisión, fundición y conformado de **componentes para turbinas, manufactura y ensamble**.
  - Hermosillo (fortalezas): Infraestructura educativa, universitaria y técnica, conectividad aérea con EU y con el centro de México, gran diversidad de mano de obra.
  - Cd. Obregón: Aeropuerto de carga, parque tecnológico de software y sector educativo competitivo.

Desarrollo tecnológico

Fuente: Conacyt. Agenda de Innovación de Sonora. Documentos de trabajo, s/f.

- Visión del Gobierno de Sonora: **Líder en manufactura de turbinas.**
- Consolidar el cluster orientado al segmento: **Manufactura de álabes de turbinas y componentes para turbinas y motores. Desde el diseño e ingeniería de partes hasta su mantenimiento y reparación (MRO).**
- *Rolls Royce* estableció en 2012 una oficina de adquisiciones en Guaymas. Churchill fabrica álabes para *Rolls Royce* y su aplicación en nuevos productos. Crecimiento de *Goodrich* (UTAS) en Guaymas con nuevos procesos de fabricación de álabes (formado de súper plásticos, soldadura láser y rayos X digitales
- **Parques idustriales Bella Vista (Empalme) y Roca Fuerte (Guaymas).**
- Hermosillo. **Instituto de Manufactura Avanzada y Aeroespacial de Sonora (IMAAS)**. Escuela pública para capacitar técnicos en Ensamble de aeroestructuras, Maquinados CNC, Materiales compuestos, Herramental.
- **Zona de Refieson en Sonora**. Zona Económica Especializada con incentivos a inversionistas externos (excensiones fiscales, infraestructura, facilidades adminstrativas para el mercado interno).

Reflexiones y conclusiones

Activos en Sonora para el sector aeroespacial

- **Experiencia acumulada** en procesos y segmentos manufactureros industriales integrados al comercio y producción global. 58 años de operación de la IMMEX (1963) en Sonora y 35 de localización en 1986 de la planta de estampado y ensamble de Ford Motor Co.
- Conocimiento robusto en la **logística de operación** eficiente en las CGV
- **Núcleo de recursos humanos calificados** para el funcionamiento de la CGV con alto nivel de productividad y calidad (técnicos, ingenieros, directivos) que requieren reentrenamiento específico en la industria aeroespacial.
- **Confianza de las ETN para descentralizar** parte de la cadena global del producto en *shelter* o en filiales dirigidas por gerentes y directivos mexicanos.
- Mejoramiento de prácticas administrativas para M y X de componentes; parques industriales e infraestructura para operación y transporte de mercancías; comunicación global en tiempo real entre redes de empresas.
- Facilidades para el comercio transfronterizo entre empresas o intraempresa en el microcorredor Nogales-Río Rico-Tucsón.
- **Promoción pública y privada** de la especialización industrial de Sonora y el corredor industrial Nogales-Tucsón-Phoenix, del tejido industrial local, la continuidad fronteriza con Arizona, la vecindad con California y Texas, mayor flexibilidad fiscal en la instalación de empresas, entre otros.
- Sitio estratégico localización aeroespacial, automotriz y eléctrico-electrónico.

Desafíos para el desarrollo

- Estrategias para superar las debilidades del modelo maquilador y escalar en la proveeduría de la CGV aeroespacial. Encadenamientos productivos de mayor valor agregado en la región transfronteriza Sonora-Arizona **¿Existe lugar para las pequeñas y medianas empresas nacionales o serán el eslabón perdido?**
- **Espacios de intermediación** para fomentar ambientes de colaboración y competencia, asesorías, mecanismos de financiamientos para que **los clusters de la i. aeroespacial funcionen**. Rebasen la esfera productiv y se vinculen con agentes, centros de innovación, i. académicas, organismos empresariales y de pequeñas y medianas empresas.
- Tejer fino **demanda y oferta de trabajo**, sobrecalificación o calificación inadecuada de la oferta, remuneraciones y condiciones laborales.
- **Contingencia sanitaria.**

1. El Boeing 737 MAX enfrenta problemas serios derivados de las fallas de diseño. *Boeing* resolvería la pérdida de competitividad frente a *Airbus.* Problemas del 737 MAX: fallas en el software, dos accidentes que llevó a la suspendión de más de 300 vuelos, multas millonarios.
2. **El cierre de aeropuertos significó retraso de pagos y pérdidas para la i. aeroespacial en general y para *Boeing*.**
3. En la crisis por la pandemia de COVID-19 surgen **nuevos competidores**: Rusia, China y Japón.

Bibliografía

- Conacyt. *Agenda de Innovación de Sonora*. Documento de trabajo. 4.1 Agenda de Área de Especialización en Aeroespacial, s/f.
- Lara y Rodríguez (2017). Los espacios sociales transnacionales de la industria aeroespacial en Sonora. Activos y desafíos de la integración global en Barajas, Varela y Wong, coordinadores, *Entre fronteras. Construyendo una agenda comparada global*. CLAVE EDITORIAL, COLEF y CIAD
- INEGI (Marzo 2018). *Conociendo la industria aeroespacial*. SE, FEMIA, PROMEXICO, INEGI.
- Rodríguerz y Lara (2016). Segmentación internacional y globalización de la industria aeroespacial. Oportunidades y desafíos de la integración productiva de Nogales, Sonora en Rodríguez, Lara y Velázquez, coordinadores, *Espacios del desarrollo y las desigualdades en Sonora*. ColSon, UniSon.
- Secretaría de Economía. Tomado de ICEX España, Exportación e Inversiones. 31 diciembre 2020. P.4-5
- Vázquez y Bocanegra (2018). La industria aeroespacial en México: características y retos en Sonora. *Problemas del desarrollo*, vol. 49 no.195, octubre-diciembre.