



Colegio Oficial de
Ingenieros Industriales
de Bizkaia

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala

Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkartea



Asociación de
Ingenieros Industriales
de Bizkaia



Colegio Oficial
Ingenieros de
Telecomunicación

LA INDUSTRIA AERONAÚTICA EN EUSKADI

Juan Ignacio Burgaleta

E-mail: jiburgaleta@gmail.com

BILBAO, 22 DE MARZO DE 2021

INDICE

1. **INTRODUCCIÓN**
2. **INICIO DE LA INDUSTRIA AERONAUTICA**
3. **EL PROGRAMA FACA**
4. **EL PROGRAMA EUROFIGHTER**
5. **ITP (Industria de Turbo Propulsores) (ITP Aero)**
6. **Gamesa Aeronáutica (AERNNOVA)**
7. **EL Cluster Aeroespacial HEGAN, CTA, CFAA y PYME's**
8. **LA INDUSTRIA AERONÁUTICA EN LA ACTUALIDAD**
9. **CONCLUSIONES**

1 INTRODUCCIÓN

El declive iniciado por las industrias siderúrgica y naval en la década de los años 70's, hacia necesario el lanzamiento de nuevas iniciativas, en esa línea se identificó como una de las soluciones la industria aeronáutica



Se presenta de forma resumida la evolución de la industria aeronáutica en Euskadi, a la que han contribuido ingenieros formados en La Escuela de Ingeniería de Bilbao (EIB) (en adelante la ESCUELA).

2 INICIO DE LA INDUSTRIA AERONAUTICA



Oficinas Centrales de SENER en Getxo

- José Manuel de Sendagorta y Aramburu (Manu) impulsor de la industria de motores de aviación.
- José María Menéndez Rubio (Txema) su segundo y destacado colaborador.

3 EL PROGRAMA FACA

- FACA (Futuro Avión de Caza y Ataque).
- En 1982 compra de 72 aviones F18/A-18 Hornet de McDonnell Douglas.
- Propulsados por motores F404 de G.E.
- Programa de compensación industrial de 1.800 M\$.
- Oportunidad de fabricar componentes para el motor F404 y constituir una industria de motores.
- Un Equipo de ingenieros de SENER, principalmente formados en la ESCUELA, estudió la fabricación de estos componentes.
- Costes superior al precio fijado por G.E.
- Germen de lo que más adelante sería ITP.



4 EL PROGRAMA EUROFIGHTER

- El Ministerio de Defensa asigna a SENER en 1985 el desarrollo del 13 % del motor EJ200.
- El motor EJ200 del caza polivalente “European Fighter Aircraft” (EFA), actualmente denominado Eurofighter / Typhoon,
- Consorcio europeo desarrollo del EJ200: Rolls Royce (RR) 33% (Reino Unido), MTU 33% (Alemania), FIAT/FIAT AVIO 21% (Italia) y SENER 13%.
- No hay un socio líder, cada compañía es responsable de sus componentes
- Eurojet GmbH (Eurojet) Munich, coordinador del proyecto y relaciones con el cliente.



4 EL PROGRAMA EUROFIGHTER

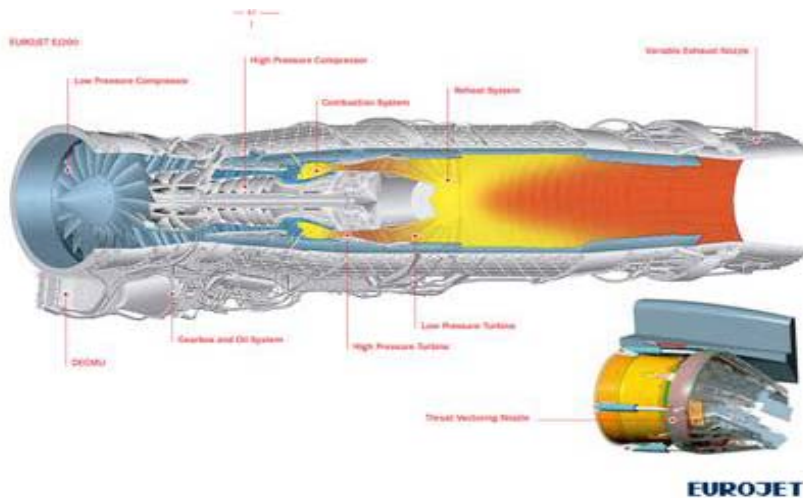
Esto constituyó un gran reto para SENER:

- Ser la primera vez que SENER participaba en el desarrollo de los componentes de un motor de aviación.
- Los otros tres socios Rolls Royce, MTU y FIAT habían participado conjuntamente en el desarrollo del motor RB199 del Tornado y se conocían entre ellos.
- Las actividades se realizaban en varias localidades, principalmente en: Bristol, Munich, Turín, Madrid y Las Arenas, lo que obligaba a realizar frecuentes viajes.
- El inglés era el idioma del proyecto, que para aquella época no dejaba de ser una dificultad añadida.



4 EL PROGRAMA EUROFIGHTER

Componentes del motor EJ200, cuyo desarrollo fue responsabilidad de SENER:

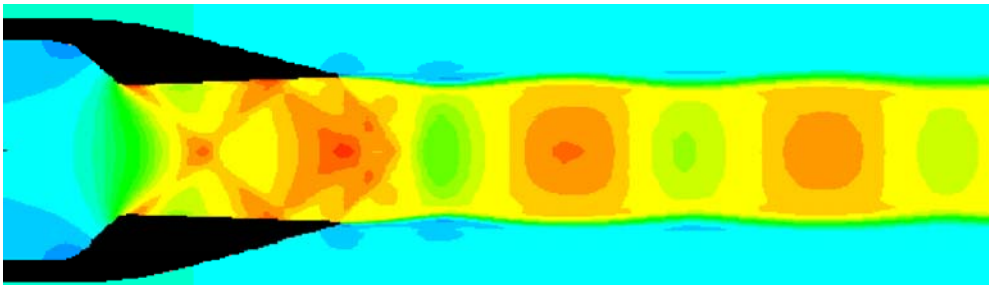


- Carcasas externas del motor: "Bypass" (BP) y "Jetpipe" (JP), ambas en Ti y con estructura "isogrid".
- Todas las tuberías y cables eléctricos de la parte exterior del motor "externals".
- Estator de salida de la turbina de baja "Exhaust Diffuser" (ED).
- Tobera convergente-divergente "convergent divergent nozzle"(CONDI).

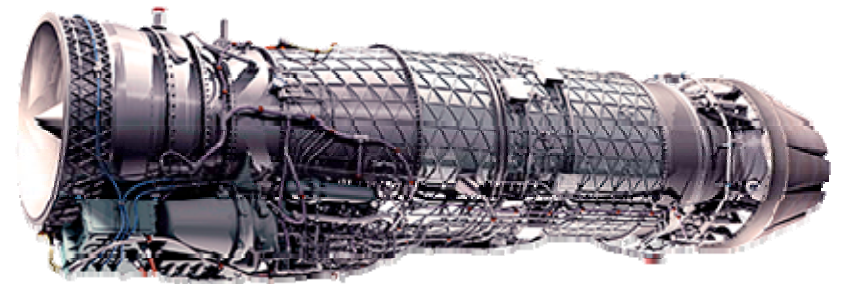
4 EL PROGRAMA EUROFIGHTER

Tecnologías y conocimientos que hubo que desarrollar relacionadas con el diseño:

- Desarrollo de softwares específicos para el estudio de la refrigeración de los componentes calientes ED y CONDI.
- Desarrollo de un sistema para analizar el efecto de los transitorios térmicos y calcular la vida de los componentes.
- Elaboración de un programa para el cálculo estructural de carcasas en “isogrid”.
- Refrigeración de elementos caliente mediante “jet impichement cooling”.



Análisis aerotermodinámico de la tobera CONDI



4 EL PROGRAMA EUROFIGHTER

Tecnologías y conocimientos que hubo que desarrollar relacionadas con el diseño:



Motores EJ200 instalados en el Eurofighter

- Realización de la maqueta electrónica 3D, diseño, verificación mantenimiento de los externals.
- Alcanzar un alto nivel en el conocimiento de los materiales como: titanio, inconel, rene 41 (superalaciones), conociendo sus características mecánicas, de fabricación y reparación.
- Desarrollo de programas para el estudio dinámico y actuaciones del motor.
- Participar en el desarrollo del software de la unidad de control del motor DECU (Digital Engine Control Unit).

4 EL PROGRAMA EUROFIGHTER

Tecnologías de fabricación:

- Fabricación de carcasas en “isogrid” mediante fresado químico, (reducción de masa).
- Conformado superplástico “superplastic forming”, (reducción de masa).
- Soldaduras mediante “difusión bonding”, (reducción de masa y tensiones).
- Uniones elementos metálicos mediante “brasing”, (reducción tensiones producidas por los transitorios térmicos).
- Uniones mediante haz de electrones “electron beam”, (alternativa para uniones de piezas metálicas).
- **Fundición de precisión a la cera perdida, o “investment casting”.**



4 EL PROGRAMA EUROFIGHTER

Desarrollo de la tobera vectorial

- Vectorizar el empuje en los 360° del eje del motor.
- Innovación de SENER, con 8 patentes.
- Desarrollo conjunto de ITP y SENER de un prototipo, que fue ensayado con éxito en “sea level” (SL) y “altitude test facility” (ATF).
- El desarrollo no culminó con su instalación en un avión, al no disponer de un avión con control de vuelo capacitado para volar con vectorización del empuje.



5 ITP (Industria de Turbo Propulsores) (ITP Aero)

En el año 1989 se firma el acuerdo de socios.

- TURBO 2000 el 51%, Rolls Royce el 45% y BBV el 4%

TURBO 2000 : SEPI 50 % y SENER 50 %.

TURBO 2000 (SENER Aeronáutica), se haría posteriormente con el 53,124 % y RR el 46,875 %

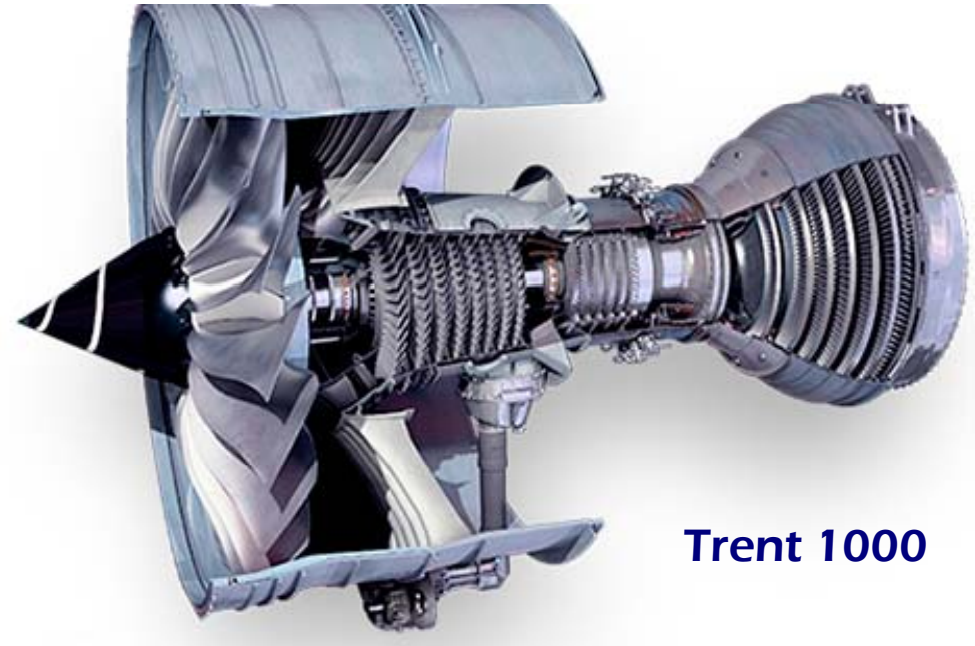
- En la actualidad RR tiene el 100 % de la empresa.
- El inicio de las actividades de ITP resultó complejo.
- SENER transfirió el Contrato de desarrollo del EJ200.
- ITP se dotó de maquinaria y líneas de proceso de gran calidad, altamente automatizadas.
- El Contrato del desarrollo EJ200 fue crucial para ITP, que continuó con el Contrato de producción, SENER colaboró con ITP en la industrialización de los componentes del EJ200.



Instalaciones de ITP junio 1991

5 ITP (Industria de Turbo Propulsores) (ITP Aero)

Motores de aviones civiles: BR715, Trent 500, Trent 700, Trent 800, Trent 900, Trent 1000, Trent 7000, Trent XWB, PW1000G, PW800, LMS100, LM2500, en los que ITP es socio a riesgo (Risk Sharing Partner, RSP).

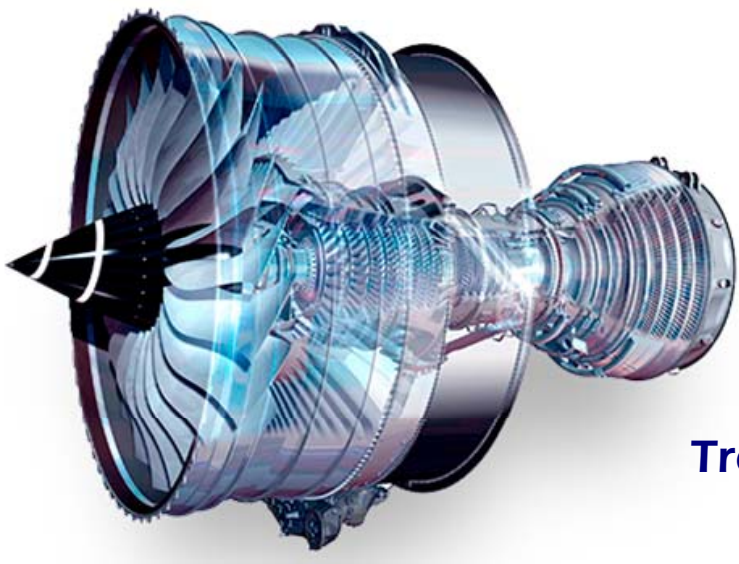


Trent 1000

Estructuras radiales que transmite las fuerzas de empuje del motor al avión

5 ITP (Industria de Turbo Propulsores) (ITP Aero)

ITP se ha posicionado, con la tecnología desarrollada por su propia ingeniería, a la cabeza mundial del diseño de la turbina de baja presión (LPT).



**Trent XWB, motor de gran tamaño
más eficiente del mundo**

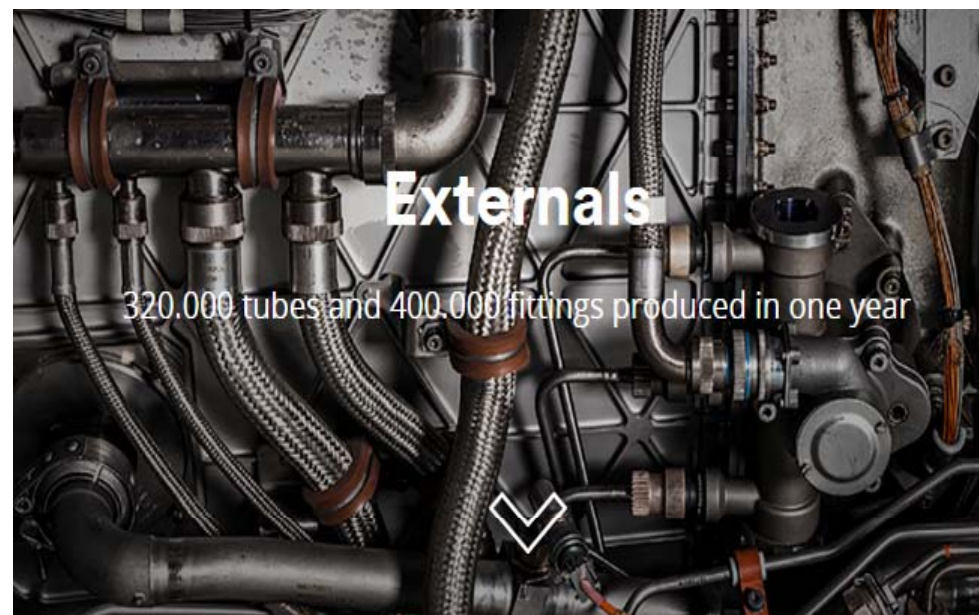


5 ITP (Industria de Turbo Propulsores) (ITP Aero)

Otras instalaciones de ITP Aero en Bizkaia



Precicast Bilbao (PCB) en Barakaldo



ITP Externals, Parque Tecnológico de Bizkaia

6 Gamesa Aeronáutica (AERNNOVA)

En 1993 se constituyó Gamesa Aeronáutica, firma el contrato de diseño y fabricación del ala completa (incluidos los sistemas) del ERJ 145 de Embraer, se incorpora al mercado como ingeniería de producto y fabricación, integrador de aeroestructuras y socio a riesgo.



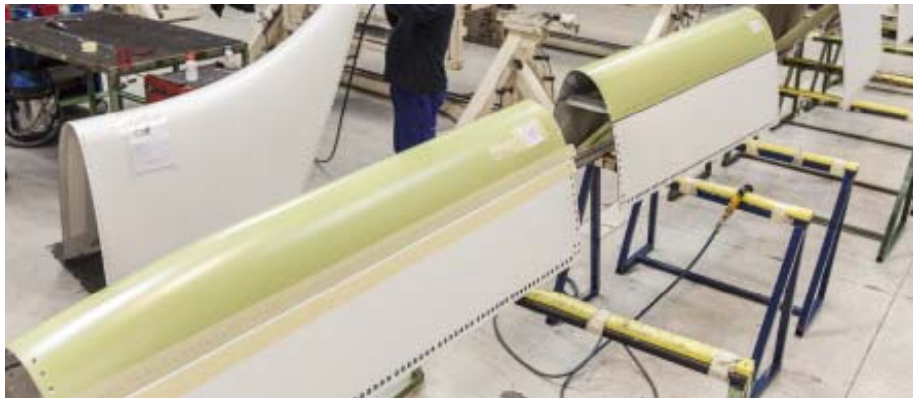
Primeras instalaciones en el P.T.de Álava



Embraer ERJ 145

6 Gamesa Aeronáutica (AERNNOVA)

Aeroestructuras en aleaciones metálicas ligeras y avanzados materiales compuestos, que entre otras, cumplen la función de dirigir y orientar la aeronave en altitud y dirección.



Bordes de ataque

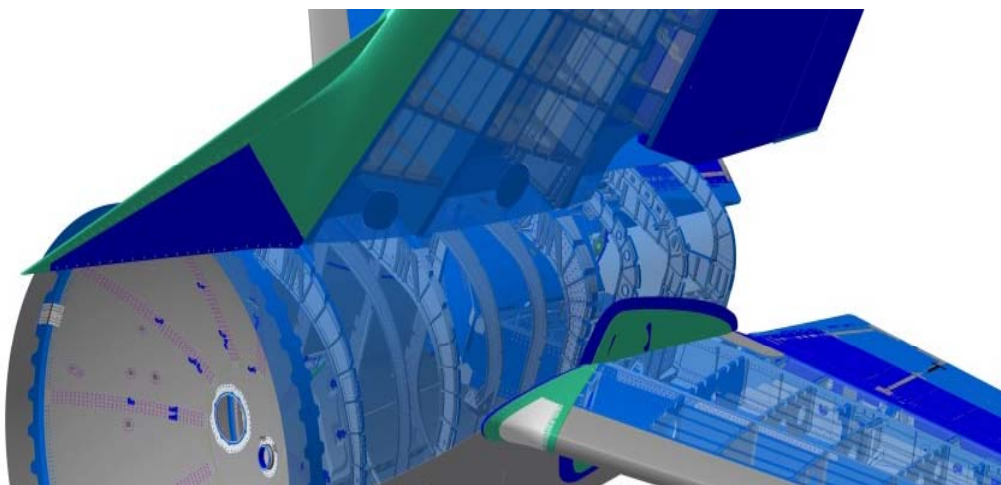


Piel en ATL (Automated Tape Laying)

En materiales compuestos, AERNNOVA se sitúa a la vanguardia de las principales tecnologías de fabricación: ATL (Automated Tape Laying), Hand Lay-Up, RTM (Resin Transfer Molding), RFI (Resin Film Infusión), FW (Filament Widing).

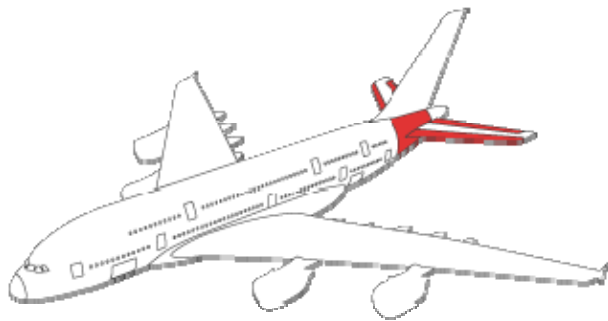
6 Gamesa Aeronáutica (AERNNOVA)

En el 2006 Gamesa Aeronáutica acordó la venta del 100% de las acciones al consorcio liderado por Caja Castilla la Mancha, se denomina desde entonces **AERNNOVA**

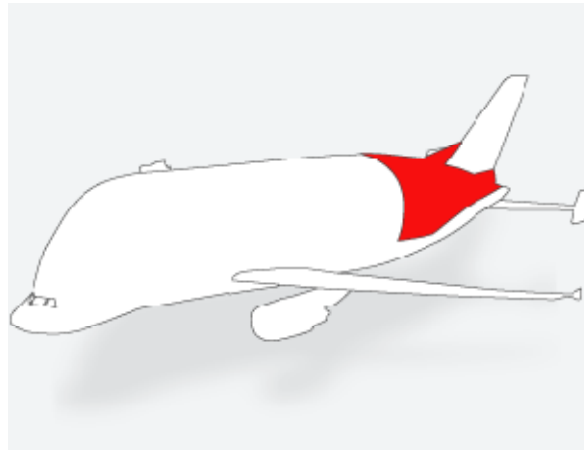


6 Gamesa Aeronáutica (AERNNOVA)

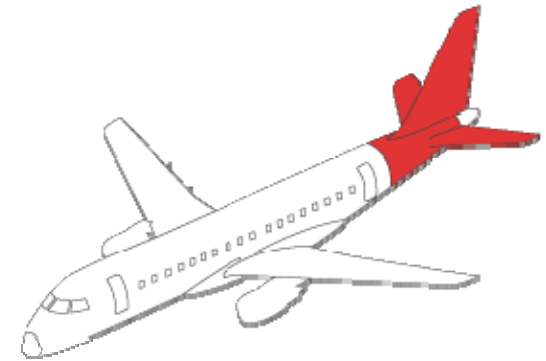
Productos de AERNNOVA: ala completa, nacelles, soporte del motor, carenado ala-fuselaje, fuselaje trasero, empenaje vertical y horizontal, estructura metálica de la Sección 19, cono de cola, secciones del fuselaje 50-60-70 y “box joint” en material compuesto.



AIRBUS A 380



AIRBUS Beluga XL



Embraer 170 - 190

6 Gamesa Aeronáutica (AERNNOVA)

AERNNOVA participa en las siguientes aeronaves:

AIRBUS: BELUGA XL A350 XWB, A220, A380, A330, A320.

AIRBUS DEFENSA & ESPACIO: EFA, C295/CN235, A400M.

BEECHCRAFT TEXTRON AVIATION: KING AIR, BARON & BONANZA.

BOEING: B787-9/-10, 747-8 I/F, 747-LCF.

BOMBARDIER: CRJ 700-900-1000.

EMBRAER: E175/190/195-E2, E170-190 KC-390, ERJ 135-140-145.

PILATUS: PC-24.

LEONARDO: NH-90.

AIRBUS HELICOPTERS: EC-135, TIGRE, SUPERPUMA EC225.

BELL HELICOPTERS: 505 JET RANGER X.

SIKORSKY: S-92/H-92.

7.1 EL CLUSTER AEROESPACIAL HEGAN



Actualmente HEGAN tiene 68 miembros. Sus principales aportaciones a la industria aeroespacial de Euskadi :

- Ayuda a la internacionalización, facilitando la participación en los principales eventos aeroespaciales internacionales, principalmente a las PYME's.
- Colaboración en la identificación y promoción de proyectos de I+D+i, principalmente de las PYME's.
- Representación de la industria aeronáutica de Euskadi ante las instituciones: G.V., Minist. de Industria, CDTI, TEDAE, E.U....
- Servicio de inteligencia competitiva (SICC), foro de encuentro, "networking", ...
- Formación.

7.1 EL CLUSTER AEROESPACIAL HEGAN

Members aggregated **TURNOVER** and **EMPLOYMENT**:
2,615 million € and 15,273 people

| 2019 Geographical breakdown | Turnover (M€) | △ 2018 | Employment | △ 2018 |
|-----------------------------|---------------|--------------|---------------|-------------|
| Basque Country | 966 | -2.4% | 5,244 | 5.2% |
| Rest of Spain | 1,446 | 20.7% | 7,858 | 2.4% |
| Rest of the World | 202 | -24.9% | 2,171 | -1.0% |
| TOTAL | 2,615 | -6.4% | 15,273 | 2.8% |

| 2019 | M€ | % over Sales | Average % over Sales since 1993 |
|------------------------|-------|--------------|---------------------------------|
| MEMBERS R&D INVESTMENT | 121 | 4.6% | 14.1% |
| MEMBERS EXPORTS | 1,830 | 70.0% | 69.2% |

En la última década se ha duplicado la facturación y el empleo

(*) Información proporcionada por HEGAN

7.1 EL CLUSTER AEROESPACIAL HEGAN

CLUSTER DIMENSION (Facilities in Basque Country)

1.2%
of the
Basque
GDP (*)

5.6%
of the
Basque
Industrial
GDP (*)

2.5%
of the Basque
Industrial
EMPLOYMENT
(*)

HEGAN MEMBERS DIMENSION (Facilities in Spain)

18.5% **1.3%**
of the of the
SPANISH EUROPEAN
(**) (***)

aerospace TURNOVER

23.1% **2.2%**
of the of the
SPANISH EUROPEAN
(**) (***)

aerospace EMPLOYMENT

10.3% **0.6%**
of the of the
SPANISH EUROPEAN
(**) (***)

**aerospace
R&D INVESTMENT**

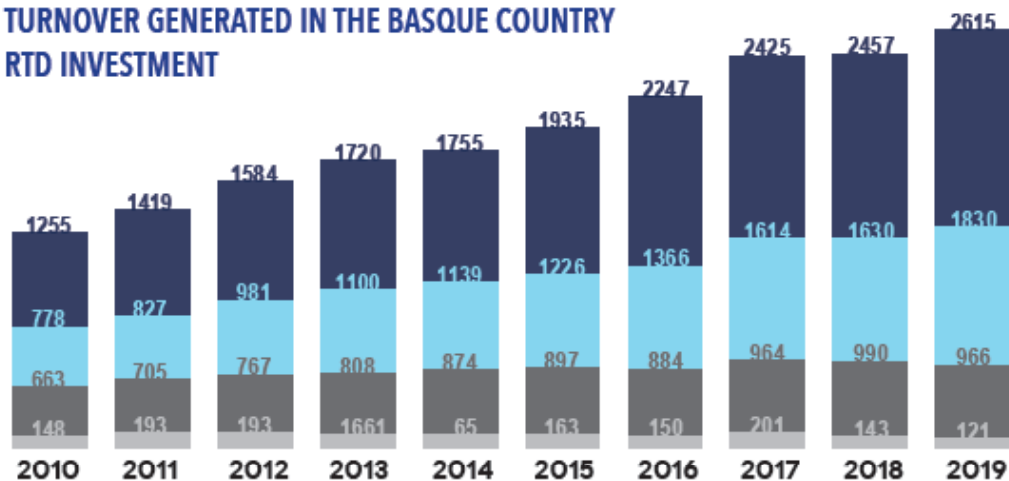
(*) EUSTAT 2019, (**) TEDAE 2019, (***) ASD 2019

(*) Información proporcionada por HEGAN

7.1 EL CLUSTER AEROESPACIAL HEGAN

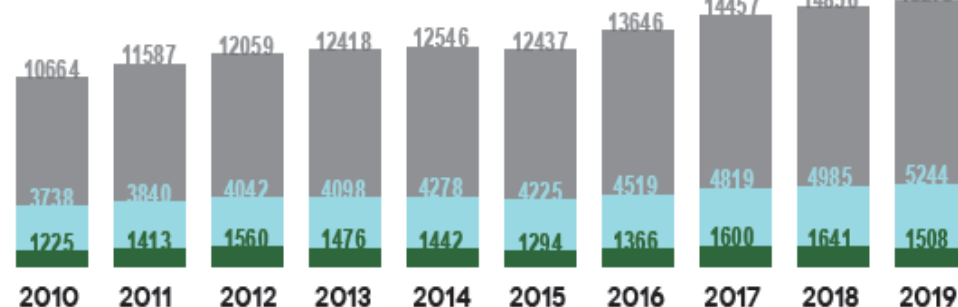
EVOLUTION IN M€

■ TOTAL AGREGATE TURNOVER
■ EXPORTS
■ TURNOVER GENERATED IN THE BASQUE COUNTRY
■ RTD INVESTMENT



EVOLUTION: PEOPLE

■ TOTAL EMPLOYMENT
■ EMPLOYMENT in the BASQUE COUNTRY
■ PERSONNEL WITH R&D ACTIVITIES



(*) Información proporcionada por HEGAN

7.2 Aula de Aeronáutica de la EIB

- El Comité de Tecnología de HEGAN analizó la conveniencia de constituir una **Escuela de Ingenieros Aeronáuticos en Bilbao**, siendo el resultado que las necesidades previstas de la industria aeronáutica de Euskadi no justificaba la creación de esta Escuela.
- Se identificó que sería de gran ayuda para la industria la creación del **Aula de Aeronáutica en la EIB**, se elaboró el plan de estudios de este curso de especialización, y con las ayudas de la Diputación Foral de Bizkaia y Gobierno Vasco se puso en marcha esta iniciativa en septiembre de 2001.
- Desde entonces el **Aula Aeronáutica** ha venido proporcionando una formación aeronáutica complementaria a los ingenieros formados en la EIB, que ha sido de gran valor para la industria aeronáutica de este país.

7.3 CTA, CFAA

CTA (Centro de Tecnologías Aeronáuticas)

Especializado en desarrollo y ensayos de componentes y productos aeronáuticos.



- Centro de CTA en P. T. de Miñano: áreas de ensayos y certificaciones de aeroestructuras.
- Centro de CTA en P. T. de Zamudio: investigaciones fluidodinámicas.

CFAA (Centro de Fabricación Avanzada Aeronáutica)



CFAA investigación cercana al mercado, promovido y financiado por el G.V. y la D. F. de Bizkaia, del que forma parte la UPV/EHU y una Agrupación Empresarial.

Su objetivo es la generación de nuevo conocimiento en tecnologías avanzadas de fabricación aeronáutica.

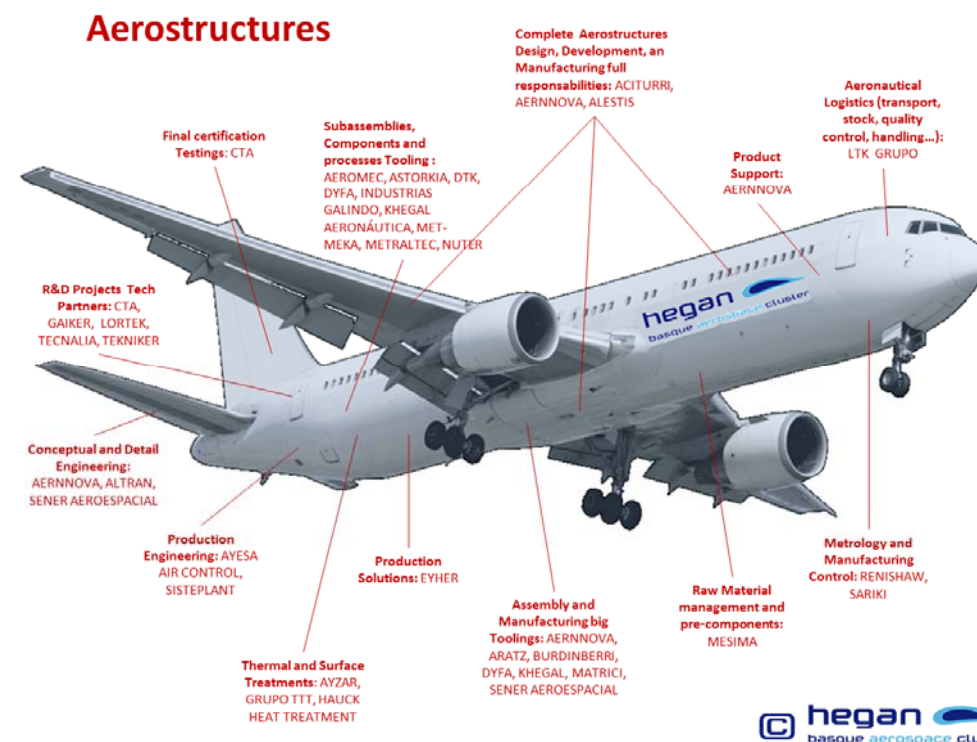
7.4 La importante contribución de la PYME's

Desde los inicios de las actividades aeronáuticas de SENER en los años 80, la participación de las PYME's en la fabricación fue muy relevante.

Inicialmente se abordó el mecanizado de titanios y superaleaciones cromo-níquel, posteriormente se han ido incorporando otras actividades realizadas por las PYME's.

Hay 41 PYME's en HEGAN que aportan su valiosa contribución a las 5 empresas "tier 1" de HEGAN, y también algunas de ellas tienen contratos con empresas internacionales.

HEGAN ha contribuido al desarrollo y éxito de las PYME's de Euskadi en el sector aeronáutico.





A ii B

8 LA INDUSTRIA AERONÁUTICA EN LA ACTUALIDAD



- Menor impacto en la industria de defensa.
- Estimación del crecimiento de la flota de aeronaves del 2,5% frente a la previsión del 3,4%.
- Se prevé una recuperación a niveles pre COVID entre 2024 -2026.

Recomendación de FUSIONES

Para afrontar esta crisis es muy importante la realización de actividades de I+D+i.

8 LA INDUSTRIA AERONÁUTICA EN LA ACTUALIDAD

PLAN TECNOLÓGICO AERONÁUTICO (PTA)

PTA con Fondos de Recuperación de la U.E.

Presupuesto aprobado 160 M€ (2021 -2023)



Clean Sky (www.cleansky.eu). Participan 13 miembros de HEGAN, 9 de ellos como socios principales.

Investigaciones de las empresas de motores, entre ellas ITP Aero, para reducir la emisión de gases contaminantes: Utilización de hidrógeno, biocombustibles, energía eléctrica.

Ensayos de RR con 100 % de combustibles sostenibles



8 LA INDUSTRIA AERONÁUTICA EN LA ACTUALIDAD

AIRBUS ZEROe

Desarrollo de un avión comercial de emisión “0” para el año 2035, propulsado por hidrogeno.



Blended-Wing Body (BWB)



Dos motores turbofan
hibrido-hidrogeno



Dos motores turbohélice
hibridos-hidrogeno



8 LA INDUSTRIA AERONÁUTICA EN LA ACTUALIDAD

OPORTUNIDADES PARA LOS INGENIEROS EN LA INDUSTRIA AERONÁUTICA

| | INGENIERÍA | FABRICACIÓN Y ENSAMBLAJE | SOPORTE DE PRODUCTO | |
|-----------------|---|---|---|--|
| AEROESTRUCTURAS |  |  |  | <ul style="list-style-type: none">➤ Big data➤ Tecnologías 4.0➤ Machine learning➤ Inteligencia artificial➤ Tecnologías Blockchain➤ Realidad virtual➤ Ciberseguridad |
| MOTORES |  |  |  | |
| AVIÓNICA |  |  |  | |

9 CONCLUSIONES

La industria aeronáutica de Euskadi inició su actividad a principios de la década de los 80's. Gracias a la apuesta de empresas tractoras como SENER, ITP y AERNNOVA, y de la participación de las PYME's, apoyadas por el G. V. y con la contribución de un grupo destacable de ingenieros formados en la Escuela de Ingeniería de Bilbao, la industria aeronáutica de Euskadi ha alcanzado una posición destacable en el mercado internacional.

Felicitaciones y agradecimiento

Felicitamos al Colegio/Asociación de Ingenieros Industriales de Bizkaia (COIIB/AIIB), por la organización del ciclo de conferencias “HISTORIA DE LAS INFRAESTRUCTURAS Y LOS SECTORES INDUSTRIALES EN BIZKAIA” y agradecemos sinceramente la invitación para realizar esta presentación.

Pido disculpas por no haber nominado, por razones de tiempo y espacio, a otras personas que han contribuido de forma muy valiosa, con sus conocimientos, dedicación y esfuerzos al éxito de la industria aeronáutica de Euskadi.

Siento que entre las personas mencionadas solamente haya una mujer (Ana Villate), pero estoy convencido que la incorporación de la mujer a la aeronáutica va a ser cada vez más relevante.

Así mismo, queremos animar a los **jóvenes ingenieros** a que se unan al Colegio/Asociación, que sin lugar a duda va a ser de gran ayuda para su desarrollo profesional y personal, así como al progreso de la sociedad.

Eskerrik asko bertaratzeagatik

Gracias por tu asistencia

Juan Ignacio Burgaleta

jiburgaleta@gmail.com

COIIB/AOIIB, colegiado nº 2811

Socio-voluntario de ICLI



**Mazarredo Nº 69, 2ª ,
48009-Bilbao**

colegio@coiib.eus

Web: www.coiib.eus

Tel: 944232244



**Colegio Oficial de
Ingenieros Industriales
de Bizkaia**

**Bizkaiko
Industri Ingeniarien
Elkargo Ofiziala**