

De Mlada Boleslav a Puebla, pasando por París, todo es medida, número y peso: solo es cuestión de exactitud



Cuaderno del Estudiante



Rosa M^a Ahumada Carazo

Noviembre del 2011. El invierno estaba próximo y hacía mucho frío en Mladá Boleslav, República Checa. Pero en el despacho de la dirección de la empresa FurnaCzech, S. A. (Fuch)¹ los ánimos estaban muy caldeados. El Director General de Fuch, Jozef Hlavatý, en adelante, Jozef, y sus dos Consejeros Delegados Ján Novák y Veronika Kováčová, en adelante Ján y Verónika, habían decidido hacía menos de tres meses aumentar su presencia en el mercado internacional para lo cual optaron por abrir una fábrica nueva en Puebla, México. En noviembre del 2011 el Director General Jozef debía decidir la organización de la producción a partir de la apertura de la fábrica en Puebla. Tal y como venía siendo una tradición en la empresa, en esta ocasión Jozef también iba a tener en cuenta las consideraciones y valoraciones del Ján y Verónika en la toma de la decisión. La cuestión que en ese momento debatían acaloradamente estaba relacionada con la forma en la que las diferentes actividades de la empresa se iban a organizar con la puesta en marcha de la nueva factoría.

Un acercamiento al lugar

Hasta el año 2011 la empresa Fuch centró su actividad productiva a las afueras de Mladá Boleslav. Se trataba de una población de la República Checa, con algo más de 35.000 habitantes, situada a unos 50 km de Praga. En el pasado, esa ciudad fue un gran centro judío por lo que en el siglo XIX también se la conoció como la "Jerusalén del Jizera". Fue precisamente en ese siglo cuando esa ciudad llegó a convertirse en un referente de la región Bohemia Central por las nuevas escuelas, teatros y especialmente porque la empresa originaria de la popular Skoda, la Laurin y Klement², eligió esa ciudad para fabricar y montar sus coches. Entre 1991 y el 2011, Fuch colaboró con Skoda y otras empresas como MERCEDES, bajo las premisas de servicios y productos de calidad, en un ambiente laboral positivo, con trabajadores/as motivados/as y participativos/as en la mejora y eficiencia de los procesos productivos³. Eso fue clave en el desarrollo futuro de la actividad de la empresa y su posición en el mercado.

Figura 1: Automóviles Laurin y Klement, SKODA y MERCEDES

¹ Empresas en España que se dedican a una actividad similar a la de Fuch son Bibey (http://www.bibey.es/index_archivos/Page625.htm) y Grupo de aluminios de precisión (<http://www.alu-gap.com/acabado.php>). (Fecha última consulta 25/05/2015)

² Para más información sobre la historia de esta empresa ver <http://www.autopasion18.com/HISTORIA-LAURIN-KLEMENT.htm>, <http://historia.motorgiga.com/marcas/historia-de-la-marca-laurin-klemeimt/gmx-niv22-con735.htm>, o http://es.wikipedia.org/wiki/Laurin_%26_Klement. (Fecha última consulta 25/05/2015)

³ https://www.youtube.com/watch?v=LTQ_OhPVizQ. (Fecha última consulta 25/05/2015)



Un acercamiento al sector

La actividad de Fuch se situaba en el sector de la fundición. El sector de la fundición tradicionalmente fue considerada como una de las actividades más antiguas del área industrial. Durante muchos años Europa fue el primer productor mundial de fundición⁴, por delante de otros destacados productores como Japón y Estados Unidos. En Europa el sector estaba bastante concentrado en Alemania, Francia, Italia y Reino Unido. Sin embargo, a partir de 1984 su importancia fue cada vez menor, lo cual también tuvo sus implicaciones directas en el número de personas que trabajaban en el sector.

La recesión del sector en 1993 fue importante, sin embargo al año siguiente se experimentó un crecimiento que lo situó a niveles superiores del año 1992. En esta línea se continuó en los ejercicios siguientes, registrándose, por ejemplo en el año 1995 una tasa de crecimiento del 28,3% sobre el año anterior, algo que no se constató a nivel de empleo en el sector: entre el 1990 y 1995 el empleo cayó un 23,3%. A partir de 1996 se produjo un incremento tanto en la producción como en el empleo en el sector siderúrgico, si bien el crecimiento fue muy desigual entre países. A la cabeza se situaron Alemania, Francia e Italia.

Un acercamiento a la empresa y el protagonista

Fuch era una empresa del sector de la fundición creada en 1991. Desde que se fundó la empresa, venía diversificando su producción dando soluciones técnicas altamente integradas y válidas, para diversas industrias a nivel internacional, dentro del campo de la fundición de aluminio. Empezó con 12 trabajadores, con una facturación anual equivalente a 600.000 euros. Desde entonces hasta el 2011, la plantilla se incrementó un 600% y la facturación se multiplicó por 10. Fue en 1991 cuando, lo que hasta entonces venía siendo una modesta sala de

⁴ En 1994 este volumen se situó en los 18.032 millones de ecus. Para más detalles Cfr. AAVV, (1988), La fundición, Informes Sectoriales de la CAPV, Ed. Federación de Cajas de Ahorros Vasco Navarras.

http://www.fcavn.es/Castellano/Publicaciones/Informes_sectoriales_de_la_CAPV/44.asp. (Fecha última consulta 25/05/2015)

máquinas se transformó en la Sociedad Anónima gracias a la participación del Banco Comercial de Praga.

Los estatutos de la empresa recogían que la misión de Fuch era la siguiente:

“Producir fundiciones que ayuden a nuestros clientes en su camino hacia la perfección siendo proveedor de servicio total, para lo cual se encargan desde el desarrollo la pieza fundida hasta la entrega de pieza ya terminada, bien mecanizada, pintada y/o ensayada”.

De esta forma, se encargaban de la gestión del proceso entero de la fundición, esto es, desde el diseño del molde de la pieza, la fabricación de los utillajes, el proceso de fusión de la pieza, el mecanizado, el ensayo y el tratamiento superficial. Según Jozef Hlavatý, Director General de Fuch, *“Nuestro punto fuerte es la eficiencia de congeniar las necesidades de nuestros clientes con nuestra tecnología y capacidad. Todo ello se pone de manifiesto en nuestra calidad y tecnología, donde se demuestra el interés del cliente y la actitud de todo el personal del plantilla. Nos esforzamos para que las soluciones tecnológicamente y logísticamente den valor adicional a nuestros clientes el mejor precio disponible con la participación del personal. Para ello gestionamos la producción de aluminio, su moldeado con una organización, logística y calidad orientada la plena satisfacción del cliente”.*

En ese camino, establecieron la Visión de la empresa a través de estos seis ítems:

- Ser los mejores proveedores de fundición.
- Ser la opción de referencia para los clientes, empleados y proveedores.
- Ofrecer servicios integrales en los ámbitos del desarrollo y la producción.
- Apostar por la calidad y la tecnología punteras.
- El trabajo en equipo y buen ambiente de trabajo.
- Ser respetuosos y cuidadosos con el medio ambiente.

Para el desarrollo de su actividad la empresa contaba con una Dirección General formada por Jozef, Ján y Verónika. Jozef, de 55 años, era original de Praga. En su juventud pasó mucho tiempo en Alemania, donde su padre trabajaba en una fundición, aprendiendo alemán e inglés. A los 20 años regresó a Checoslovaquia para ser profesor de alemán en una escuela del gobierno⁵. A los 25 viajó de nuevo a Alemania donde entró a formar parte del Departamento Comercial en una fundición de aluminio de tamaño mediano en Stuttgart. A los 35 fue

⁵ No debemos olvidar que la República Checa era un país satélite de la URSS.

ascendido a Director del Departamento Comercial y fue trasladado a la sede de Chequia. En 2000 se estableció por su cuenta como consultor de fundición hasta el 2006, año en el que es contratado como Director General de Fuch con el objetivo de internacionalizar y diversificar la actividad de la empresa.

Por su lado, Ján, tenía 57 años. Había nacido en un pueblo cerca de Praga. Estudió ingeniería en la Universidad de Praga en la era comunista. Durante 20 años dirigió un taller de ensamblaje de vehículos del Estado. Posteriormente fue nombrado Consejero Delegado de Fuch. Desde el primer momento apostó por la diversificación y el mantenimiento de la mano de obra humana frente a la mecánica.

Finalmente, Verónika, de 38 años, nació en la actual Eslovaquia, en la ciudad fronteriza de Svidnik. Siendo una niña viajó con su madre a Inglaterra al divorciarse sus padres. Recibió una educación completa en inglés. Se licenció en empresariales en Londres y comenzó a trabajar para una filial de IBM especializada en la fabricación de componentes electrónicos para el sector aeronáutico. En el Salón Aeronáutico de Farnborough de 2009 conoció a la empresa Fuch, que la contrató por sus conocimientos empresariales dentro del sector aeronáutico cuando Fuch empezaba a analizar su posible entrada en el sector.

Ellos integraban el Equipo de Dirección de la Empresa. De ellos dependía la Dirección de Administración y Recursos Humanos, la Dirección de Programas y Planificación, la Dirección de Producción, la Dirección Técnica y de Ingeniería y la Dirección de Compras y Subcontratación. Adicionalmente había varias Direcciones que daban apoyo a toda la organización: Calidad, Comercial y Marketing, TIC y Financiera. Si bien todas las funciones eran importantes, la actividad de producción junto con el Control de Calidad y Recursos Humanos constituye la base de la empresa.

Un acercamiento a la producción

En sus inicios, la actividad principal fue el suministro de piezas de aleaciones de aluminio⁶ para el sector automovilístico. Su cliente principal fue Skoda para el que fabricó cajas de cambios y bastidores. En algunas ocasiones también colaboró con MERCEDES. En el caso de Skoda, participó en la fabricación del Modelo Favorit.

Figura 2: Caja de cambios del Skoda Favorit

⁶ El aluminio lo compran a proveedores especializados, por ejemplo a Arcelormittal (<http://corporate.arcelormittal.com/>) y Alcoa (<https://www.alcoa.com/global/en/home.asp>).



En cualquiera de los casos, en el sector del automóvil su objetivo era el mecanizado de piezas de distintas dimensiones en aleaciones de hierro y aluminio, diseñando los útiles así como de prototipos que fueran necesarios⁷.

La experiencia y trayectoria de Fuch en el mercado fue la base para que progresivamente fueran incorporando nuevas líneas de productos a base de aluminio y otros minerales en otros sectores. Con ello pretendían diversificar la fabricación y diversificar las líneas de negocio en un mercado cada vez más cambiante.

El primer paso en ese sentido lo dieron en el 2008 con su inmersión en el sector de la energía. A través del contrato con el conglomerado AREVA⁸ Fuch comenzó a fabricar los “termopares de cromo-aluminio”⁹ del *European Pressurized Water Reactor* o Reactor Europeo Presurizado (EPR).

EPR era un tipo de reactor nuclear que surgió a partir de décadas de programas de investigación y desarrollo de Francia y Alemania con la participación activa de las principales compañías eléctricas europeas. Se trataba de un reactor de agua presurizada de tercera

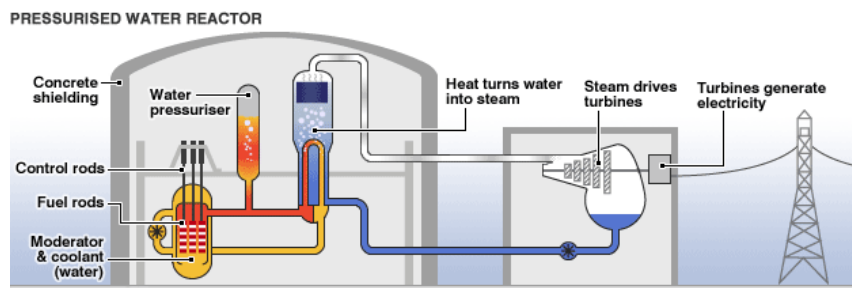
⁷ En el Anexo I se recoge la explicación del proceso. (Fecha última consulta 25/05/2015)

⁸ Es un conglomerado de origen francés y líder mundial en el sector de la energía nuclear. El nombre Areva lo eligió su fundadora, Anne Lauvergeon, el nombre se encuentra inspirado en el Real Monasterio Trapista de Santa María en Arévalo, España. <http://cz.areva.com/>. (Fecha última consulta 25/05/2015)

⁹ La función de los termopares en el EPR era medir la temperatura en el interior del núcleo, en posiciones a la salida del refrigerante, y transmitir la señal de temperatura al ordenador de la sala de control. El sistema ofrecía también la posibilidad de seleccionar manualmente desde la sala de control la indicación de cualquiera de los termopares. En el EPR se integraban 51 tubos guía. De los termopares salían de la vasija a través de 4 columnas de paso de instrumentación. Cada uno de estos tubos estaba unido a su correspondiente columna de instrumentación. Cada columna de paso llevaba cierres apropiados para evitar fugas de agua. Para mayor detalle Cfr. Jiménez Sánchez, M., (2010), Instrumentación nuclear de reactores PWR de centrales de Generación III, tipo EPR, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya. <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/9203/1/Memoria%20Mjimenez.pdf>. (Fecha última consulta 25/05/2015)

generación que fue diseñado y llevado a la práctica por la empresa Framatome, desde el 2001 integrada en conglomerado AREVA¹⁰. Éste le denominaba directamente *Evolutionary Power Reactor* si bien en el mercado americano se conocía como US-EPR. En el año 2009 AREVA decidió fabricar cuatro unidades EPR fuera de la República Checa: una en Finlandia, otra en Francia y otras dos en China si bien Fuch continuó fabricando ese componente para AREVA.

Figura 3: Detalle del European Pressurized Water Reactor (EPR)



Fuente:

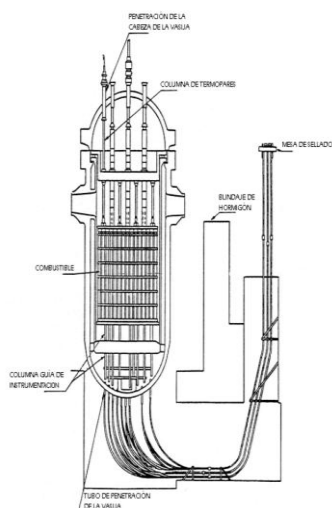
<http://news.bbc.co.uk/2/shared/spl/hi/guides/456900/456932/html/nn2page1.stm>.
última consulta 25/05/2015)

BBC.

(Fecha

Figura 4: Detalle de los “termopares de cromo-aluminio” dentro del *European Pressurized Water Reactor*

¹⁰ Se creó a partir de la fusión que se acordó el 30 de noviembre de 2000 de las empresas CEA-Industrie, Cogema, Framatome ANP y FCI.



Fuente:

<https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/9203/1/Memoria%20MJimenez.pdf> pág. 86. (Fecha última consulta 25/05/2015)

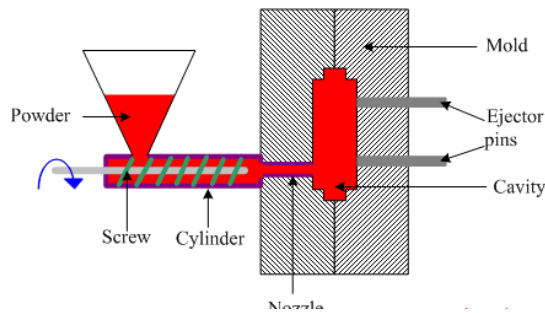
Figura 5: Termopares de cromo-aluminio



Fuente: <http://es.omega.com/prodinfo/termopares.html>. (Fecha última consulta 25/05/2015)

Para su elaboración utilizaron el sistema de moldeo de inyección, lo cual supuso una novedad sobre el proceso de función de piezas de automóviles.

Figura 6: Ilustración del sistema de moldeo de inyección.



El resto del proceso productivo seguía las pautas de fabricación del sector del automóvil, salvo en el control de calidad. En ese caso la pieza se sometía adicionalmente a un test de presión de agua a la pieza para analizar su resistencia.

Continuando con la intención de diversificar la producción, a finales de 2008 llegó a un acuerdo con SIEMENS, concretamente con la línea de negocio de la energía¹¹, para fabricar codos de subestación eléctrica. Se trataba de “codos” de aluminio por los que pasan los cables. En esa ocasión, la aleación que se empleó en estas piezas era de aluminio en bruto. Esto es, a partir de lingotes de aluminio de gran pureza. Igual que en el resto de productos, esa aleación en estado semi-líquido se introducía en un molde que ellos también elaboraban y se obtenía la pieza. El procedimiento que se seguía era idéntico al de las “termopares de cromo-aluminio”, partiendo de su propio molde.

Figura 7: Detalle de un codo en una subestación eléctrica.



Fuente: “Subestación Eléctrica. ¿Cómo se hace?. ACG Ingeniería”.
https://www.youtube.com/watch?v=M45_DkHyv3Q

¹¹ Su oferta de productos en ésta línea, entre ellas las subestaciones eléctricas, se recogen en este catálogo: <http://www.cameleco.com.co/siemens>. (Fecha última consulta 25/05/2015)

De esta forma, la actividad de la factoría de Fuch contaba con varios procesos productivos, cada uno de los cuales orientados a la elaboración del producto demandado por el cliente. Desde el 2009, el sector de la fundición estuvo inmerso en un proceso imparable de globalización, con un abaratamiento continuado de los costes de todos los procesos mediante mejoras productivas a todos los niveles. En ese ámbito el personal de la empresa participó activamente y se aplicaron nuevos métodos y nuevas tecnologías. Ello animó a la Dirección de la empresa a explorar posibles líneas de negocio, en otros sectores, adicionales a aquéllos en los que tenía ya una presencia notable y en los que contaba con gran prestigio y una dilatada experiencia.

Una visita a una feria cambió el rumbo de la empresa.

La semana del 24 al 26 de junio de 2011 se celebró el París el Salón Internacional de l'Aéronautique et de l'Espace 2011¹², la cual fue la 50ª edición. Esa feria se celebró por primera vez en el año 2007 y desde entonces fue referente obligado para todos los fabricantes de componentes o piezas de productos del sector aeronáutico. A esa feria el Director General Jozef Jozef Hlavatý acudió con la Consejera Delegada Veronika Kováčová, gran concedora de este tipo de ferias.

Figura 8: Referencia del primer Paris Air Show y del celebrado en el 2011.



¹² Su web oficial es <http://www.siae.fr/EN>. (Fecha última consulta 25/05/2015)

En el año 2011 la feria contó con la participación de 2.100 expositores¹³. Se trató de una exhibición aérea, además de una feria internacional del negocio de la aviación. Como venía siendo una tradición esa feria, también se celebró en el aeropuerto de Le Bourget, cerca de París, como siempre, en los años impares. En la práctica era un evento puramente comercial que servía para poner en contacto, tanto a los fabricantes de aeronaves con los clientes, como a los fabricantes de los componentes de avión con las empresas aeronáuticas.

Entre las empresas aeronáuticas que participaban habitualmente en la feria estaba Embraer (Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A.). Embraer logró en esta feria del año 2011 cerrar la venta de varias aeronaves, tal y como se recogía en la siguiente noticia datada el 20 de junio del 2011:

Brasileño Embraer anuncia 39 pedidos de sus E-Jets por USD 1.700 millones

Fecha: 20/06/2011¹⁴

El brasileño Embraer, tercer fabricante aeronáutico mundial, anunció el lunes haber recibido 39 nuevos pedidos de la familia de E-jets por un precio de catálogo de 1.700 millones de dólares (unos 1.190 millones de euros) en el primer día del Salón Internacional de la Aeronáutica de Le Bourget, en las afueras de París.

Con este anuncio de compra, son ya 99 los pedidos registrados por Embraer desde principios de año, indicó el presidente de la aviación comercial del grupo, Paolo Cesar De Souza e Silva.

En total, Embraer ha recibido más de 1.000 pedidos y 750 opciones para sus E-Jets desde el inicio de la comercialización en 2004, agregó De Souza. Sesenta compañías aéreas de 40 países ya han adquirido estos aparatos.

"Es realmente impresionante ver que hemos logrado la cifra de 1.000 pedidos solo siete años después de nuestra primera entrega", se felicitó.

¹³ Video de la Feria del 2011: <https://www.youtube.com/watch?v=1JpvRatriNk>. (Fecha última consulta 25/05/2015)

¹⁴ <http://interdefensa.argentinaforo.net/t2693-salon-aeronautico-de-le-bourget-2011>. (Fecha última consulta 25/05/2015)

Los E-Jets (E170, E175, E190 y E195) son bimotores de 70 y 120 asientos.

Embraer también estimó que el crecimiento del sector aéreo mundial será del 5,2% por año entre 2011 y 2030, principalmente gracias a los países emergentes.

Este crecimiento será del 7,5% en China, 7,2% en América Latina, 6,9% en Oriente Medio, 5,9% en la Comunidad de Estados Independientes (CEI, ex Repúblicas soviéticas de Asia Central) y del 5,5% en África.

En las economías desarrolladas, el crecimiento podría alcanzar el 4,4% en Europa y 3,5% en América del Norte, según el fabricante, que prevé que la demanda mundial será en total de 7.225 aviones entre 2011 y 2030.

Las compañías que han firmado nuevos pedidos anunciados con motivo del Salón de Le Bourget son la indonesia Sriwijaya (20 E190 por 856 millones de dólares) y la compañía de Kazajistán Air Astana (2 E190 por 85,6 millones), con dos opciones que podrían llevar el total del pedido a 171 millones de dólares.

Asimismo, la compañía Air Kenya ha firmado una carta de intenciones por diez E190.

Por último, las empresas de alquiler Air Lease y GE Capital Aviation Services (GECAS) también han hecho nuevos pedidos. Air Lease ha hecho una orden de cinco nuevos aparatos, llevando a treinta el número de aviones pedidos a Embraer en un año (25 E190 y 5 E175), y GECAS dos E190. El monto de estos contratos no ha sido precisado.

El mercado aeronáutico mundial estaba presidido por muy pocas empresas, entre las que Embraer ocupaba la tercera posición en el ranking del sector. Esta empresa tenía su sede en São José dos Campos, São Paulo, junto con su planta principal, donde montan los aviones. En esa planta se encontraban también el centro de diseño e ingeniería, el cual se encarga de definir las especificaciones de todas y cada una de las piezas de sus aviones. La empresa tenía delegaciones comerciales y de mantenimiento en diferentes partes del mundo, entre ellas Estados Unidos, Francia y China. En sus orígenes, el capital de la empresa estuvo vinculado al Gobierno Brasileño si bien con la privatización de 1994 se fue dando paso al capital privado.

El proceso de fabricación de un avión era el resultado del montaje de multitud de piezas de todos los tamaños. Tal y como era la práctica habitual en el sector, estas piezas también se fabricaban en diferentes países, lo cual confería al proceso una dimensión global¹⁵.

El Director General de Fuch, Jozef Hlavatý y Veronika Kováčová visitaron la Feria de aeronáutica del 2011 y conocieron de primera mano los proyectos de Embraer: fabricar un nuevo avión, el EMBRAER ERJ-195. Los directivos de Fuch les presentaron la gama de productos que venían realizando hasta el momento y ofrecieron a Embraer su disposición a participar en ese proyecto. De esta forma quedaron en reunirse al cabo de dos semanas en Mladá Boleslav para conocer las instalaciones y producción de Fuch “in situ”.

Dicho y hecho. Pasadas dos semanas un comité de Embraer presidido por el Director de Proyectos, visitó la fábrica de Fuch. En la visita se centraron inicialmente en el análisis de los procesos productivos, la maquinaria y el equipo humano de la planta. Posteriormente, comprobaron que el “know How” de la empresa sería de gran valor en la calidad del EMBRAER ERJ-195. Por último, fueron clave las evidencias de la satisfacción de los clientes que tenía la fundición. A la vista de todo ello Embraer ofreció a Fuch la fabricación de la parte exterior de la salida de emergencia de un EMBRAER ERJ-195, para lo cual debían obtener las acreditaciones correspondientes¹⁶.

Figura 9 : Avión EMBRAER ERJ-195



Figura 10: parte exterior de la salida de emergencia

¹⁵ Ver <http://www.elmundo.es/mundodinero/2009/07/16/economia/1247766340.html> y <https://www.youtube.com/watch?v=IlhgOqfIIZU>. En estos links se recogía el proceso de fabricación del avión Airbus-320 y un video ilustrativo del mismo. (Fecha última consulta 25/05/2015).

¹⁶ Entre ellas las siguientes: ISO 9001: 2008, ISO/TS 16949: 2009, SN EN ISO 14001: 2004 Y BS OMSAS 18001: 2007.



Como resultado de ese nuevo contrato, la dirección de Fuch abrió un proceso de reflexión interno para decidir la forma en la iban a organizar la actividad a partir de entonces. Una de las conclusiones de ese proceso fue que la planta en Mladá Boleslav no había el espacio suficiente para albergar la fabricación integral de ese pedido. Ante ello, inicialmente se pensó en ampliar la fábrica existente. No obstante, la organización logística, es decir, cómo hacer llegar la producción a Brasil, lugar dónde se montaba el avión, constituyó la principal barrera a esa propuesta. Ello animó a la dirección de la empresa a realizar un análisis estratégico del sector del cual concluyeron que era importante tener una presencia internacional, habida cuenta de la cada vez mayor globalización de los mercados. Por otro lado, la reducida dimensión de las fundiciones tradicionales era una barrera en la consecución de la dimensión mínima suficiente para lograr economías de escala. Todo ello derivó en la decisión de apertura de una nueva planta en La Puebla, en México.

La decisión de situar la planta nueva en ese país y en esa ciudad se debió a varios factores entre los que destacaron:

- Diversificar geográficamente la producción de la empresa.
- Liberar de trabajo la planta de Mladá Boleslav.
- Liberar de espacio la planta de Mladá Boleslav.

Tras analizar diferentes opciones, se decidió adquirir una planta en México, donde durante los últimos años se estaba progresando a nivel industrial, creando parques tecnológicos, etc. En México las ciudades estaban bien comunicadas por ferrocarril, aeropuertos, lo que les permite logísticamente hacer llegar la producción más fácilmente al mercado americano. Dentro de las ciudades barajadas estaban Monterrey, que se descartó por los brotes de criminalidad de los últimos años. Queretaro también fue otra opción que se descartó por estar ya muy saturada y tener unos precios inmobiliarios muy altos. Puebla, en cambio, ofrecía todo lo positivos de Monterrey y Queretaro y estaba en plena expansión, por lo que no tenía mucha industria.

Como resultado de ello la dirección creyó que Puebla era la ciudad estratégica en ese momento¹⁷.

Figura 11: Mapa de México



La temperatura de aquél 8 de noviembre de 2011 no fue un obstáculo para que se paralizaran las mentes del Director General Jozef Hlavatý y sus dos Consejeros Delegados, Ján Novák y Veronika Kováčová. El aterrizaje en Puebla era ya una realidad. Pero, ¿Cómo iba a organizar Jozef Hlavatý la producción en las dos fábricas? Desde luego, en esa decisión no iba a dejar de lado las experiencias vividas en la fábrica de Mladá Boleslav, las aportaciones de los Consejeros Delegados y el siempre presente compromiso con soluciones técnicas altamente integradas y válidas, para diversas industrias a nivel internacional, dentro del campo de la fundición de aluminio.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

¹⁷ Otras ciudades posible destino fueron: La Puebla, Monterrey –parecía que era un lugar con mucha criminalidad-, Queretaro –estaba muy saturada y los precios del terreno eran ya caros- y San Luis Potosi, entre otras. Puebla ofrecía todo lo anterior pero no era tan conocida, está en expansión y no tienen mucha industria lo cual hacía que el coste de los inputs no fuera tan alto.

- AAVV, (1988), *La fundición, Informes Sectoriales de la CAPV*, Ed. Federación de Cajas de Ahorros Vasco Navarras. http://www.fcavn.es/Castellano/Publicaciones/Informes_sectoriales_de_la_CAPV/44.asp. (Fecha última consulta 25/05/2015)
- AAVV, (1990), *ASM Handbook, Properties and selection: Irons, Steels and High-performance*, ASM International Materials Park, Ohio, EEUU.
- AAVV, (1995), *Heat Treater's Guide: Standard Practices and Procedures for irons and steels*, 2ª Ed, ASM International, Material PARK, Ohio, EEUU.
- Brooks, C. R., (1995), *Principles of the heat treatments for plain carbon and low alloy steels*, ASM International, Materials Park, Ohio, EEUU.
- Davis, J. R., (1996), *Cast Irons*, ASM International, Materials Park, Ohio, EEUU.
- Dieter, G. E., (1986), *Mechanical Metallurgy*, 3ª Ed., Ed. MacGraw-Hill, Nueva York.
- Frick, J., (Editor), (2000), *Woldman's Engineering Alloys*, 9ª Ed. ASM International, Materials Park, Ohio, EEUU.
- Henkel, D. P. y Prentice, A. W., (2001), *Structures and Properties of Engineering materials*, 5ª Ed., Ed. Mac-Graw-Hill, Nueva York.
- Jiménez Sánchez, M., (2010), *Instrumentación nuclear de reactores PWR de centrales de Generación III, tipo EPR*, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya.. <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/9203/1/Memoria%20MJimenez.pdf>. (Fecha última consulta 25/05/2015)
- Kaloakjian, S. y Schmind, S. R., (2003), *Processes for Engineering materials*, 4ª Ed., Editorial Pearson Education, NEW Jersey.

Empresas vinculadas al sector siderúrgico

- Alcoa (<https://www.alcoa.com/global/en/home.asp>) (Fecha última consulta 25/05/2015)
- Arcelormittal <http://corporate.arcelormittal.com/>. (Fecha última consulta 25/05/2015)
- Areva <http://cz.areva.com/>. (Fecha última consulta 25/05/2015)
- Bibey: (http://www.bibey.es/index_archivos/Page625.htm)
- Grupo de aluminios de precisión (<http://www.alu-gap.com/acabado.php>) (Fecha última consulta 25/05/2015)
- <http://www.autopasion18.com/HISTORIA-LAURIN-KEMENT.htm> (Fecha última consulta 25/05/2015)
- <http://historia.motorgiga.com/marcas/historia-de-la-marca-laurin-klemeimt/gmx-niv22-con735.htm>. (Fecha última consulta 25/05/2015)
- http://es.wikipedia.org/wiki/Laurin_%26_Klement. (Fecha última consulta 25/05/2015)
- <http://www.auto-revista.com/es/notices/2011/02/la-planta-de-motores-de-skoda-en-mlada-boleslav-ha-producido-la-transmision-mq-200-numero-cuatro-mil-47657.php>. (Fecha última consulta 25/05/2015)
- Mecanizados Eulogio Peña: <http://www.meupe.com/> (Fecha última consulta 25/05/2015)

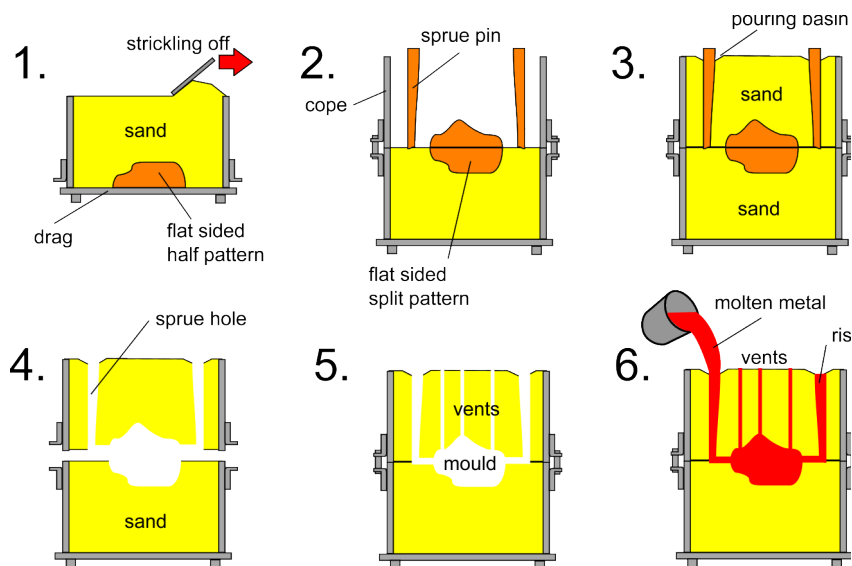
Videos relacionados (Fecha última consulta 25/05/2015)

- https://www.youtube.com/watch?v=LTQ_OhPVIzQ
- Moldeado manual. <https://www.youtube.com/watch?v=gzEdJr1qDnw>.
- Moldeado en coquilla. <https://www.youtube.com/watch?v=4FLWYwframg>
- Moldeado en cáscara. <https://www.youtube.com/watch?v=jy0jSl6cZDo>.
- Moldeado de inyección. <https://www.youtube.com/watch?v=HL5VLMPPTho>
- Moldeado a la cera perdida. https://www.youtube.com/watch?v=XzebdP1Sv_4.
- https://www.youtube.com/watch?v=XzebdP1Sv_4.
- <http://www.cameleco.com.co/siemens>
- <http://www.siae.fr/EN>
- <https://www.youtube.com/watch?v=1JpvRatrjNk>
- <http://interdefensa.argentinaforo.net/t2693-salon-aeronautico-de-le-bourget-2011>
- <https://www.youtube.com/watch?v=llhgOqfIIZU>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Mlad%C3%A1_Boleslav
- http://www.idepa.es/sites/web/idepaweb/productos/publicaciones/ficha_publicacion.jsp?resource=/system/idepa/contents/publicaciones/publicacion1177328245412.html&posl1=6§ion=3&posl2=-1&csection=3.
- <http://www.ine.es>

ANEXO I

El proceso de diseñando de los útiles así como de prototipos comenzaba con el diseño del molde para lo cual utilizaban el sistema de moldeo manual a base de arena¹⁸. El resultado se denomina molde o macho y era el negativo de la pieza que se quería obtener. Tal y como se ilustra en la siguiente figura, el molde tenía varias varillas o accesos. Las varillas más gruesas servían para hacer llegar el material al molde, mientras que las más finas permitían que saliese el aire mientras se volcaban la aleación.

Figura 12.- Proceso de elaboración de los moldes



Pasado un tiempo la pieza se enfriaba o solidificaba. En ese momento se procedía a extraer la pieza del molde. Una vez obtenida la pieza esta se repasaba con una lija al efecto de quitar los sobrantes de material. Esta operación se realizaba de forma manual.

Figura 13.- Proceso de limpieza de una pieza

¹⁸ En su compromiso con el entorno, se reciclaba el 80% de la arena para realizar otros moldes.



Seguidamente la pieza era sometida a un proceso de mecanizado por el cual se le realizaban las modificaciones establecidas por el cliente. El mecanizado se realizaba a través de una máquina con un brazo robótico que tenía cargadas las instrucciones dentro del amplio abanico de posibilidades: taladrar, cortar, arrancar material del interior de un agujero, etc.

Figura 14.- Robot de mecanizado



En algunas ocasiones la operación de mecanizado podía someter a la caja de cambios a altas temperaturas lo que conllevaba la necesidad de enfriar la pieza, tal y como se ilustra en la siguiente figura.

Figura 15.- Proceso de enfriado



Realizada esa fase, la pieza pasaba al control de calidad, cuya finalidad es chequear las propiedades y las características de la pieza, para lo cual también utilizaban diferentes robots.

Figura 16.- Máquina de control de calidad



Dentro de esta máquina había diferentes brazos robotizados que analizan minuciosamente la calidad del producto, en base a unas instrucciones que habían sido cargadas previamente. En este apartado eran objeto de estudio el interior y el exterior de la caja de cambios. Para chequear que no tenía burbujas de aire, por ejemplo, en algunas ocasiones, se utilizaron también sistemas de sensores. A modo de ejemplo destacaban las siguientes:



Finalmente, la caja de cambios se sometía a la fase de granallado. Se trataba de una máquina en forma de caja en la que se suspendía de un gancho la pieza terminada. Una vez cerrada, la caja de cambios se “bombardea” con bolas de acero para quitarle todas las asperezas y dejarla limpia.