



Revolución en la fabricación de automóviles: el sistema de producción de BMW i. Índice.

1. El método de producción de BMW i: módulos Life y Drive.	2
2. El inicio de una nueva era: fabricación de automóviles con PRFC.	3
Fabricación de fibras de carbono en Moses Lake (EE.UU.), recurriendo a la energía de plantas electrohidráulicas.	3
Procesamiento en Wackersdorf (Alemania), para la obtención de láminas de fibras.	4
Procesamiento ulterior en las plantas alemanas de Landshut y Leipzig, para la obtención de componentes de PRFC.	4
Nuevos procedimientos de alta precisión en la fabricación de carrocerías de PRFC.	5
3. Ligereza y robustez: chapas exteriores de materiales sintéticos termoplásticos.	7
4. El módulo Drive: soporte de la estructura; acumulador de alto voltaje y motor eléctrico fabricados en Baviera.	9
Acumulador de alto voltaje.	9
Motor eléctrico.	10
5. El puesto de mando.	11
6. Procesos paralelos: el montaje.	12
Montaje del coche completo.	12
7. Producción sostenible en la planta de Leipzig.	14

1. El método de producción de BMW i: módulos Life y Drive.



BMW Group lanza al mercado el BMW i3, un coche eléctrico fabricado en serie, que representa una nueva y sostenible forma de la movilidad urbana. El BMW i3 es el primer coche eléctrico de carácter selecto que se enfrenta a los retos sociales, ecológicos y económicos de nuestros tiempos. Este concepto automovilístico, dotado de una estructura que aún no tiene parangón en el sector, no solamente exige el uso de materiales ligeros modernos, sino también implica la aplicación de procesos de fabricación innovadores. Para BMW Group, el criterio de la sostenibilidad también es prioritario durante la fase de producción. El BMW i3 es el primer proyecto automovilístico en el que las metas de sostenibilidad tuvieron la misma importancia que las metas relacionadas con los costes, el peso y la calidad. En ese sentido, uno de los objetivos consiste en mantener en niveles mínimos la contaminación ocasionada durante los procesos de producción. Consecuentemente, se presta especial atención a aspectos como el abastecimiento de energía, el consumo del agua, las emisiones causadas por disolventes y el tratamiento de desechos. Estos criterios se aplican en todas las plantas que forman la red de producción de BMW i. Por lo tanto, también en la planta estadounidense de Moses Lake, en el estado de Washington, en la que se produce la fibra de carbono, así como en la de Wackersdorf, en Alemania, en la que se fabrica el polímero reforzado con fibra de carbono. Las dos plantas están dirigidas por SGL Automotive Carbon Fibers (ACF), un joint venture de BMW Group y SGL Group. A estas dos plantas se suman las fábricas de BMW Group en Dingolfing, Landshut y Leipzig.

La innovadora arquitectura del BMW i3 está formada por dos elementos: el módulo Drive de aluminio, es decir, la parte activa necesaria para la conducción, que incluye el motor, el chasis, el acumulador, así como los componentes estructurales y de protección contra impactos; y el módulo Life de polímero reforzado con fibra de carbono, que forma el habitáculo. Gracias al sistema LifeDrive y al uso de PRFC, el tiempo necesario para la producción se reduce a la mitad en comparación con la fabricación de los sistemas automovilísticos convencionales. El método requiere de menos inversiones, ya que se prescinde de los elevados costes que generan las prensas convencionales y las secciones de pintura normales. Además, la producción de los módulos Life y Drive puede realizarse paralelamente. La cantidad de polímero reforzado con fibra de carbono (PRFC) utilizado en BMW i es única en el mundo en todo el sector automovilístico. BMW Group asume un papel de liderazgo en esta especialidad.

2. El inicio de una nueva era: fabricación de automóviles con PRFC.



El uso consecuente de materiales ligeros es de especial importancia en el caso de los coches eléctricos, porque la autonomía también depende del peso del coche, además de la capacidad de la batería. Cuanto menos pesa un coche, mayor es su autonomía. Con el fin de compensar el peso mayor de los componentes eléctricos, BMW i apuesta de manera consecuente por el uso de materiales ligeros e innovadores. El módulo Life del BMW i3 está compuesto principalmente por polímeros reforzados con fibra de carbono (PRFC). La fabricación de este innovador material está a cargo del joint venture SGL Automotive Carbon Fibers (SGL ACF).

Fabricación de fibras de carbono en Moses Lake (EE.UU.), recurriendo a la energía de plantas electrohidráulicas.

SGL ACF obtiene la fibra de carbono en la planta de Moses Lake en los Estados Unidos utilizando un «precursor», una fibra textil termoplástica de poliacrilonitrilo. Todos los componentes de la fibra se disocian mediante un complejo proceso de varias fases, eliminándose los gases hasta que al final se obtiene fibra de carbono casi pura, con estable estructura de grafito. Estas fibras tienen apenas siete micrómetros (0,007 milímetros), un grosor ínfimo comparado, por ejemplo, con los aproximadamente 50 micrómetros de un cabello humano. Para el uso en el sector automovilístico, más o menos 50,000 de estos filamentos individuales se unen para obtener los «rovings» o «heavy tows» que, a continuación, se enrollan para su uso posterior.

Los sistemas de producción de fibra de carbono de la planta de Moses Lake únicamente consumen energía eléctrica obtenida localmente en plantas hidroeléctricas, por lo que se trata de fuentes energéticas completamente exentas de CO₂. Pero la planta que se encuentra en el estado de Washington de los EE.UU. también marca un listón de referencia en materia de eficiencia energética.

Las fibras ultraligeras de avanzada tecnología se producen en Moses Lake desde finales del año 2011. Las dos líneas de producción con capacidad de producir 3.000 toneladas por año, garantizan la disponibilidad necesaria. Las dos empresas que integran el joint venture, es decir BMW Group y SGL Group, han invertido hasta el presente alrededor de 72 millones de euros (unos 100 millones de dólares estadounidenses) en las instalaciones fabriles de Moses Lake, creando 80 puestos de trabajo nuevos.

Procesamiento en Wackersdorf (Alemania), para la obtención de láminas de fibras.

En el parque industrial de productos innovadores de Wackersdorf, que también pertenece al joint venture de las dos empresas, los haces fibrados producidos en Moses Lake se convierten en láminas de fibras a escala industrial. Gracias a la inversión de 20 millones de euros y a la creación de unos 150 nuevos puestos de trabajo, actualmente ya se producen en la planta de Wackersdorf varios miles de toneladas de láminas de fibra de carbono.

Las láminas con fibras orientadas en diversos sentidos se superponen para obtener los así llamados «stacks», que se cortan posteriormente. Estas láminas son el material que se utiliza para la producción de piezas de polímeros reforzados con fibra de carbono en las plantas de BMW de Landshut y Leipzig. Los cortes de las láminas apiladas se procesan en la planta de Wackersdorf y, a continuación, se utilizan -entre otros- en los modelos de BMW i. Aproximadamente el diez por ciento de las fibras de carbono utilizadas en el BMW i3 provienen actualmente de material reciclado.

Procesamiento ulterior en las plantas alemanas de Landshut y Leipzig, para la obtención de componentes de PRFC.

Los «stacks» provenientes de Wackersdorf se utilizan para fabricar piezas de carrocerías para los modelos BMW i3 y BMW i8 en los centros de innovación y producción de las plantas de BMW de Landshut y Leipzig, donde se encuentran las líneas de fabricación para componentes de carrocerías de PRFC.

En el transcurso de más de diez años, los especialistas de BMW Group lograron desarrollar y automatizar el proceso de producción de componentes de polímeros reforzados con fibra de carbono, de tal modo que hoy es posible fabricar fiablemente estos productos en grandes series de manera económicamente eficiente, obteniéndose productos de gran calidad. Durante el tiempo de desarrollo fue posible reducir los costes de fabricación de componentes de PRFC a aproximadamente la mitad.

En el primer paso, una herramienta térmica le confiere al conjunto de láminas de fibra de carbono una forma estable y tridimensional. Varias de estas piezas moldeadas pueden unirse para formar una pieza de mayor tamaño. De esta manera se obtienen, por ejemplo, piezas de carrocería de grandes superficies, de formas y características que con chapas de aluminio o de acero son más difíciles o mucho más complicadas de obtener. Después de la preparación y del primer moldeo se procede a los siguientes pasos del proceso: la aplicación de resina bajo alta presión, según el método RTM (siglas en inglés por moldeo con inyección de resina -Resin Transfer Moulding-). En este paso, se inyecta resina líquida a las piezas antes moldeadas, aplicando una gran presión. El

material obtiene su gran rigidez y, por lo tanto, sus extraordinarias cualidades, gracias al compuesto que forman las fibras y la resina, y al posterior proceso de endurecimiento.

Las prensas funcionan de acuerdo con parámetros claramente definidos (tiempo, presión y temperatura). Estos parámetros fueron obtenidos por el propio trabajo de desarrollo. La presión se aplica hasta que la resina y el agente de endurecimiento se hayan unido completamente y la pieza haya adquirido su rigidez definitiva. Gracias a este proceso de fabricación automático, puede prescindirse del proceso de endurecimiento en un horno, usual en los métodos de fabricación manual de piezas de PRFC.

El método de fabricación de piezas de polímeros reforzados con fibra de carbono es muy diferente al método convencional de fabricación de piezas de chapas de acero. El método de producción automatizado para fines industriales es muy rentable y ha hecho posible la fabricación de piezas de PRFC utilizadas en la industria automovilística.

Mediante el sistema de elevado grado de automatización se obtienen módulos complejos con numerosos elementos estructurales integrados como, por ejemplo, el marco completo de una de las puertas del BMW i3 que, a su vez, es parte del módulo Life. Los siguientes pasos del proceso prevén la realización de trabajos de acabado fino, entre ellos el corte limpio de los perfiles de las piezas u operaciones de taladrado para obtener los orificios que debe llevar cada pieza. Con ese fin se utiliza una máquina especial de corte por chorro de agua. A continuación se aplica un chorro de arena en las superficies en las que se aplicará pegamento. En el caso de un marco de puerta convencional de chapa de acero tienen que unirse, paso a paso, varias piezas interiores y exteriores. Es decir, se trata de un procedimiento que se diferencia claramente de aquél aplicado en relación con las piezas de PRFC.

Nuevos procedimientos de alta precisión en la fabricación de carrocerías de PRFC.

En la nueva nave de fabricación de carrocerías de la planta de Leipzig se unen las piezas de PRFC. Allí se obtiene la estructura básica del módulo Life. Gracias a su estructura geométrica, el módulo Life del BMW i3 tiene tan sólo una tercera parte de las piezas necesarias en una carrocería de acero convencional. La estructura básica completa del módulo Life está compuesta por unas 150 piezas de PRFC.

En la sección de montaje de carrocerías de PRFC no hay ruidos molestos provocados por operaciones de atornillado o remachado, y no se ven chispas de soldadura. Únicamente se recurre a las más modernas técnicas de unión

por pegamento, y los procesos correspondientes están completamente automatizados. Aplicando un método único, desarrollado por BMW, las piezas se acercan entre sí hasta una distancia definida con gran precisión, de manera que una vez concluido el proceso de unión mediante pegamento, el conjunto adquiere una rigidez óptima. Sumando la totalidad de cordones de pegamento necesarios en un BMW i3, se obtiene una longitud de 160 metros.

BMW ha reducido drásticamente el tiempo necesario para el proceso de endurecimiento del pegamento con el fin de acelerar la fabricación en serie del BMW i3. El pegamento -mejorado considerablemente- apenas deja un margen de 90 segundos para cualquier manipulación que resulte necesaria, hasta que empiezan a adherirse las piezas. Al término de 90 minutos está completamente endurecido, alcanzando también su plena solidez. Lo dicho significa que pudo reducirse a la décima parte el tiempo que transcurre durante un proceso convencional de unión de piezas mediante pegamento. Y para reducir aún más el tiempo de endurecimiento de modo que concluya en menos de diez minutos, BMW ha desarrollado un tratamiento térmico adicional. Con ese método se calientan determinadas zonas de contacto de las piezas de polímeros reforzados por fibra de carbono, de manera que el proceso de endurecimiento demora aún menos.

3. Ligereza y robustez: chapas exteriores de materiales sintéticos termoplásticos.



El BMW i3 es el primer BMW que tiene las chapas exteriores íntegramente de material sintético. La única excepción es el techo, que es de PRFC reciclado. En comparación con piezas de acero, las piezas de material sintético pesan la mitad. Además, se trata de un material que protege contra la corrosión y que se obtiene recurriendo a procesos de producción de bajo consumo de energía. Adicionalmente, el material no sufre daños en caso de impactos pequeños. La cuarta parte de las piezas termoplásticas exteriores proviene de materiales reciclados o se fabrica utilizando recursos renovables.

Todas las chapas exteriores del BMW i3 se fabrican en la planta que BMW tiene en Leipzig. Al igual que en el caso de los faldones delantero y posterior de los modelos convencionales de BMW, las piezas de plástico se fabrican aplicando tres métodos de fundición inyectada. Dependiendo del caso puede tratarse del método estándar, o de un método TWIN de fundición inyectada (en el que se fabrican por separado las chapas exteriores y la estructura básica para, a continuación, unir las mediante pegamento), o bien del método de «unión durante la fundición inyectada». En este último caso, las partes exteriores y la base se fabrican al mismo tiempo, y al final se unen automáticamente durante el mismo proceso de producción.

El proceso concluye con la aplicación de pintura, que le confiere a las chapas exteriores el brillo necesario y, adicionalmente, las protege, por ejemplo, contra ligeros impactos causados por piedras pequeñas o, también, contra los efectos de los rayos solares. La nueva sección de pintura de la planta de Leipzig funciona con un método de separación en seco, por lo que no se producen aguas residuales en absoluto. Además, las instalaciones apenas consumen la cuarta parte de la energía que requiere una instalación convencional. A lo dicho se suma que el consumo de agua en la sección de pintura del proceso de producción del BMW i3 es un 70 por ciento menor. A diferencia de lo que sucede con las carrocerías convencionales, en el caso de las carrocerías de los modelos de BMW i no es necesario prever varias fases para la protección contra corrosión, la aplicación de pintura y el proceso de secado. Los paragolpes, así como las piezas frontales, traseras y laterales, pueden pintarse individualmente y consumiendo mínimos recursos. Considerando que es posible prescindir de una sección de pintura de corte convencional de baño de inmersión catódico, es posible reducir adicionalmente en 10 kilogramos el

peso del coche. La fabricación de la parte exterior de material sintético del BMW i3 está a cargo de 300 operarios que trabajan en la plana de Leipzig.



4. El módulo Drive: soporte de la estructura; acumulador de alto voltaje y motor eléctrico fabricados en Baviera.

El módulo Drive estructural del BMW i3, fabricado en la planta de BMW en Dingolfing, está compuesto por soportes de aluminio recubiertos de una capa de pintura de cataforesis y de piezas de fundición de aluminio. La estructura de este módulo es ideal para acoger la batería y, además, permite distribuir de manera óptima el peso y consigue que el centro de gravedad del coche sea muy bajo, lo que es ventajoso para el comportamiento dinámico del vehículo. El aluminio es un material que tiene la ventaja de ser ligero y, a la vez, resistente a impactos, por lo que contribuye a la seguridad general de los modelos de BMW i.

El módulo Drive del BMW i3 es una estructura de aproximadamente 160 piezas individuales soldadas. La costura de soldadura de este módulo suma, en total, una longitud de más de 19 metros. Las piezas de fundición a presión de la estructura Drive del i3 provienen de la sección de fundición de metales ligeros de la planta de BMW de Landshut, y se distinguen por su alto grado de funcionalidad. Estas piezas se funden de tal manera que prácticamente están listas para su montaje en el coche. El trabajo de montaje del módulo Drive de los modelos de BMW i está a cargo de 120 operarios que trabajan en la planta de Dingolfing. Los operarios de la planta de Dingolfing han podido acumular una amplia experiencia durante los numerosos años que estuvieron a cargo de la fabricación de ejes delanteros y posteriores de aluminio. Esta experiencia en relación con el tratamiento de aluminio fue muy valiosa cuando se planificó y definió la configuración del equipo plenamente automatizado utilizado ahora.

Acumulador de alto voltaje.

La batería o, más bien, el acumulador de alto voltaje, es otro de los componentes importantes de los modelos de BMW i que proviene de la planta de Dingolfing. En la fase inicial del proceso de producción, las células de ión-litio recibidas del proveedor se someten a una prueba de rendimiento al principio de la línea de montaje. A continuación, se procede a la limpieza de las células de la batería mediante plasma. Una vez concluido ese proceso, se unen las células de manera completamente automática, aplicando presión, mediante pegamento y soldándolas. Estas funciones están a cargo de más de 20 robots.

La unión de las células y la configuración específica del acumulador son producto de los fundados conocimientos técnicos que BMW tiene en la materia. Para obtener el acumulador son necesarios 400 pasos de montaje. La carcasa del acumulador protege las células de ión-litio y, además, contribuye a aumentar la rigidez del coche. Después de unir las células para la obtención de los módulos correspondientes, se inicia el proceso de montaje. Los módulos se elevan e introducen en una estructura de aluminio y, a continuación, se conectan en serie enchufando las conexiones incluidas en un mazo de cables. Al final se montan la base y la tapa del acumulador. El acumulador ya listo se somete a una prueba de rendimiento al final de la línea de montaje. Gracias a la configuración del acumulador, es posible sustituir cada módulo individualmente, en caso de resultar necesaria una reparación.

La planta de Dingolfing incluye una superficie de más de 2.000 m², en la que se instalaron equipos de avanzada tecnología de alto grado de automatización, utilizados para el montaje de los acumuladores de alto voltaje de los modelos de BMW i. En esta sección también se producen los acumuladores de alto voltaje para los modelos híbridos de las series 3, 5 y 7 de BMW. Los aproximadamente 100 trabajadores altamente cualificados que trabajan aquí, se encargan de alimentar las piezas, vigilar el funcionamiento de los sistemas y realizar controles de calidad. Este personal técnico ha tenido que perfeccionarse profesionalmente antes de iniciar sus labores en la sección de los acumuladores de alto voltaje.

Motor eléctrico.

El motor es un factor que siempre ha distinguido a BMW. No es casualidad que BMW signifique «fábrica bávara de motores». Consecuentemente, BMW Group optó por desarrollar internamente el motor eléctrico de 125 kW. Este motor eléctrico se fabrica en la planta de BMW de Landshut y está destinado para su utilización en el modelo BMW i3. Dentro de una carcasa en el interior del motor eléctrico se encuentran el estátor y el rotor. El estátor es el núcleo interior del motor, con un cable de cobre bobinado de aproximadamente dos kilómetros de largo. Pero el motor eléctrico del BMW i3 se distingue de otros motores eléctricos. Comparado con otros de igual potencia, es sumamente pequeño y compacto, gracias al uso de un bobinado especial de los cables de cobre. De esta manera, pesa menos y ocupa menos espacio. Antes de incluir el rotor en la carcasa, se aplica una delgada capa de resina. A continuación, se unen el estátor, el rotor y la carcasa interior previamente calentada a unos 150 °C.

5. El puesto de mando.



El tablero de instrumentos del BMW i3 también se fabrica en la planta que BMW Group tiene en la localidad de Landshut. En una primera fase se calientan las láminas para que obtengan su forma tridimensional. Durante el proceso de espumado se utiliza un recubrimiento pasajero de silicona, que se retira del tablero una vez que el material espumado adquirió su forma. El recubrimiento de silicona se sustituye entonces por un material decorativo, es decir, la superficie visible del tablero, ya sea de material sintético o de piel. La ventaja de esta solución muy económica consiste en que puede utilizarse una misma herramienta para producir diversas variantes de tableros para el mismo modelo (versiones básicas y versiones con equipos opcionales).

BMW Group cuenta con un equipo único en el mundo entero para fresar el tablero de instrumentos. La sección de desarrollo de tableros de instrumentos y equipos diversos ha registrado la patente correspondiente. El sistema de fresado sin partículas de suciedad cuenta con un equipo incorporado de aspiración inmediata de virutas y polvo. De esta manera fue posible reducir en un 98 por ciento la contaminación del aire y el ensuciamiento de las máquinas. El material excedente aspirado se dirige hacia un sistema de reciclaje, por lo que vuelve a ingresar en el ciclo de producción.

6. Procesos paralelos: el montaje.



A diferencia de los vehículos con carrocería autoportante, la arquitectura LifeDrive consiste básicamente de dos unidades funcionales independientes y separadas entre sí horizontalmente. Por esta razón es la primera vez que en una sección de montaje de una planta de BMW se cuenta con un sistema de dos líneas: una para el montaje del módulo Life, y otra para el montaje del módulo Drive. Esta división permitió encontrar soluciones ergonómicamente optimizadas para cada uno de los puestos de trabajo, permitiendo un acceso más sencillo al realizar los trabajos de montaje.

En la línea de montaje del módulo Drive en la planta de Leipzig se colocan la batería, el motor y la caja de cambios en el chasis de aluminio. Primero se realiza el montaje del acumulador de alto voltaje, que pesa 230 kilogramos, atornillándolo al módulo Drive. La inclusión del acumulador de alto voltaje en la parte inferior del chasis de aluminio redundante en una distribución óptima del peso y, por lo tanto, contribuye a la optimización del comportamiento dinámico del coche. La unidad formada por el motor y la caja de cambios, proveniente de la planta de Landshut, también se monta atornillándola al módulo Drive. Opcionalmente también puede incluirse un motor de gasolina de dos cilindros, a modo de amplificador de autonomía («range extender»). Con este propulsor, la autonomía del coche se amplía a 300 km. Después del montaje del soporte del eje delantero (el montaje previo de este soporte se realiza en la planta de Dingolfing) y de otras piezas estructurales, el módulo Drive del BMW i3 queda listo para el montaje final.

Montaje del coche completo.

La jaula del habitáculo de PRFC llega a la nave de montaje proveniente de la sección de montaje de carrocerías. Una vez colocada en la línea «Life», se agregan los componentes específicos pedidos por el cliente. A continuación se procede al «casamiento», es decir, a la unión entre el módulo Life y el módulo Drive. La jaula del habitáculo de PRFC y el chasis de aluminio se unen mediante pegamento. Adicionalmente se unen mediante cuatro pernos. De esta manera, el conjunto adquiere una rigidez y una estabilidad óptimas.

Dos robots aplican el pegamento en el módulo Drive. A continuación, este módulo avanza hacia la estación de «casamiento», donde se eleva y centra el conjunto. Un robot provisto de pinzas coloca el módulo Life sobre el módulo Drive. El proceso de unión se inicia por el propio peso del módulo superior.

Una vez concluido el proceso de unión, el BMW i3 obtiene sus chapas exteriores de materiales sintéticos. Estas chapas exteriores, ya provistas de la pintura correspondiente, son principalmente piezas de material sintético de fundición inyectada.

El paso de cada unidad a través de las secciones de fabricación de carrocerías y las secciones de montaje dura 20 horas, es decir, apenas la mitad que duraría un método de producción convencional. Este ahorro de tiempo se explica por la posibilidad de ejecutar diversos trabajos en paralelo y, además, se debe a la utilización de una menor cantidad de componentes en la estructura de PRFC.

A continuación, el BMW i3 comparte la sección de acabado con otros modelos de BMW fabricados en la planta de Leipzig. En esta sección se realizan exhaustivos controles de calidad. De esta manera se tiene la seguridad que el primer coche eléctrico de BMW Group fabricado en serie tenga el acostumbrado alto nivel de calidad de todos los productos de la empresa. Al mismo tiempo, así se aprovechan valiosos efectos de sinergia.

En la planta de Leipzig se invirtieron, en total, 400 millones de euros. En la planta se crearon 800 nuevos puestos de trabajo para la fabricación de los modelos de BMW i.

7. Producción sostenible en la planta de Leipzig.



La fabricación de los modelos de BMW i establece nuevos listones de referencia, pues comparada con los métodos de fabricación de BMW ya existentes y, de por sí, sumamente eficientes, consume más o menos la mitad de la energía y apenas un 30 por ciento de agua. La energía eléctrica adicional, necesaria en la planta de Leipzig para la fabricación de los modelos de BMW i, proviene de una planta eólica instalada en el recinto de la fábrica.

El Green Building Council estadounidense, reconocido internacionalmente, le ha otorgado el «LEED Gold Certificate» (Leadership in Energy and Environmental Design) a las nuevas edificaciones de la planta de Leipzig.

Gracias a la adopción de diversas soluciones técnicas, fue posible reducir considerablemente el consumo de energía en las naves de la planta. Mediante un sistema inteligente de ventilación, se logra renovar completamente, y varias veces al día, el aire contenido en las naves a través de las aperturas superiores y laterales de sus techos. El sistema natural de ventilación consigue reducir las molestias ocasionadas por olores y polvo en las secciones de fabricación de carrocerías y de montaje. Además, tiene el efecto de refrigeración necesario en un sector de la planta en el que la temperatura es elevada por el funcionamiento de las prensas. La totalidad del sistema de ventilación funciona sin ventiladores o sistemas de aire acondicionado adicionales. Además, las láminas de color blanco adheridas a las franjas de las ventanas del techo reflejan la luz solar, por lo que fue posible reducir las instalaciones de luz artificial. En resumen: las nuevas naves construidas en la planta de Leipzig establecen nuevos listones de referencia en términos ecológicos en el sector de la industria automovilística.