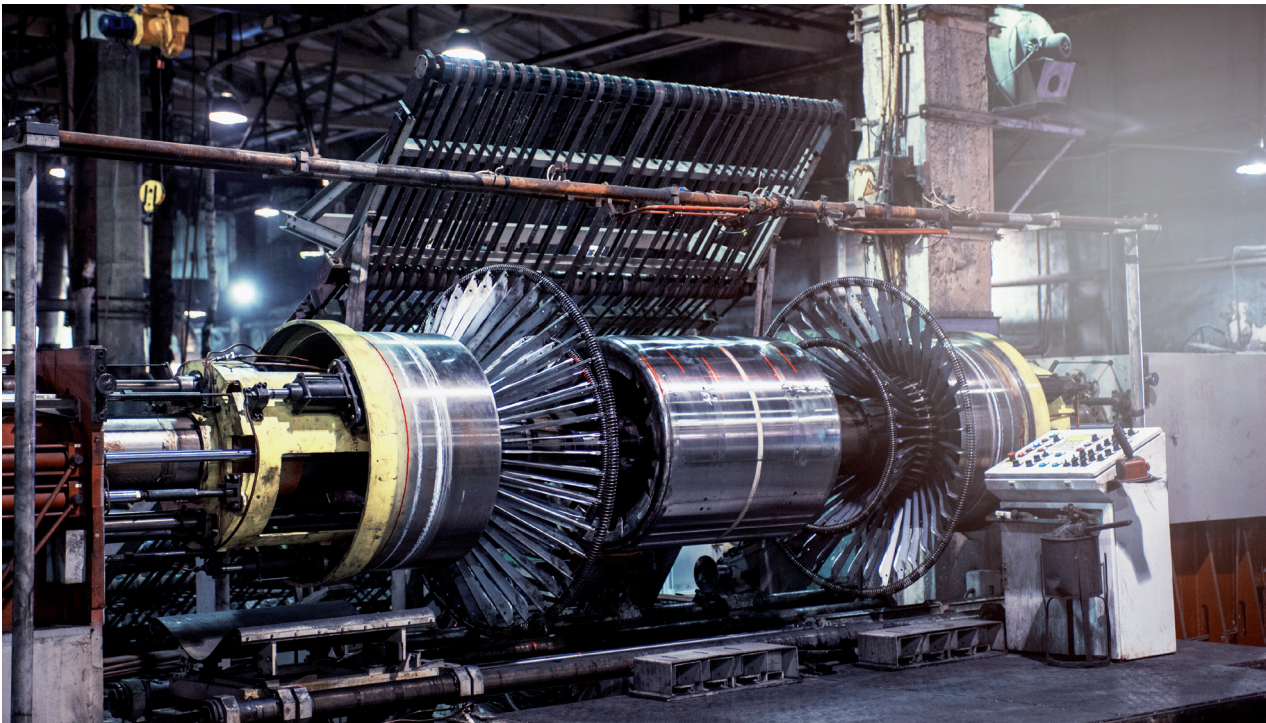


Industria del Caucho

Historia, innovaciones, tendencias y avances en la producción y reciclaje del caucho

Industria Química



La fabricación del caucho ha experimentado un notable desarrollo en los últimos años, adaptándose a los cambios tecnológicos. No obstante, este sector se sigue enfrentando a grandes desafíos, como minimizar el impacto ambiental. El uso de nuevas técnicas y materiales alternativos permite adaptarse a las exigencias y normativas actuales y, por ello, la industria del caucho sigue creciendo a buen ritmo. En este reportaje conoceremos un poco más a fondo la historia del caucho, así como las tendencias e innovaciones realizadas en la producción y reciclaje de un material que busca cómo mejorar la sostenibilidad para reducir los residuos contaminantes en la industria.

INTRODUCCIÓN

El caucho es una sustancia que, como cualquier otra, tiene una serie de características propias. A un nivel químico, el caucho se trata casi del único polímero formado por un hidrocarburo encontrado de manera natural.

Sin embargo, son sus aplicaciones las que le dan mayor o menor importancia en relación a un determinado periodo histórico.

Hay dos tipos básicos de caucho utilizados en la industria del caucho [1]: natural y sintético. Se utilizan varios polímeros de caucho sintético diferen-

tes para fabricar una amplia variedad de productos de caucho.

El caucho natural se produce, principalmente, en el sudeste asiático, mientras que el caucho sintético se produce, principalmente, en los países industrializados: Estados Unidos, Japón, Europa occidental y Europa

oriental. Brasil es el único país en desarrollo con una importante industria del caucho sintético.

Los neumáticos y los productos de neumáticos representan, aproximadamente, el 60 % del uso de caucho sintético y el 75 % del consumo de caucho natural (Greek, 1991), empleando alrededor de medio millón de trabajadores en todo el mundo. Los usos importantes del caucho que no son para neumáticos incluyen cinturones y mangueras para automóviles, guantes, condones y calzado de caucho.

En los últimos años, ha habido una globalización de la industria del caucho. Esta industria intensiva en mano de obra ha crecido en los países en desarrollo.

CONTEXTO HISTÓRICO: ORÍGENES DEL CAUCHO SINTÉTICO Y SU INNOVACIÓN INDUSTRIAL

Actualmente, el caucho es utilizado para fabricar miles de productos, tales como empaquetaduras, llantas, artículos impermeables, aisladores, entre otros. El uso de este tipo de material es de gran importancia por las excelentes propiedades que posee, como la elasticidad, durabilidad y resistencia ante ácidos y sustancias alcalinas.

El caucho ha pasado por un largo proceso de investigación que muchas personas desconocen. Es por ello que, es necesario saber cuál es su historia y quiénes permitieron su existencia para que, hoy en día, sea uno de los productos principales para diferentes industrias.

DEL S.XV HASTA FINALES DEL XIX

Todo comenzó después del descubrimiento de América, cuando ciertos indígenas usaban el caucho para crear pelotas de juego. Ellos lo obtenían al hacer un corte al tronco de un árbol llamado "Hevea" que expulsaba un líquido elástico denominado látex, lo recogían, para luego exprimirlo y darle forma de pelota.

Los conquistadores españoles no solo se quedaron asombrados al ver que las pelotas daban grandes saltos

FOTO 1. El caucho se somete a varios procesos químicos para adaptarlo a diferentes tipos de mangueras que se usan en la extracción y transporte de crudo o combustibles ya refinados



durante el juego, también usaban este material para crear zapatos de goma o ropa que les permitían protegerse de la lluvia y, además, creaban tiras para sostener los instrumentos que ellos poseían.

En 1736, Carlos María de La Condamine, un geógrafo matemático francés, tuvo varias muestras de látex que llevó a Francia junto con una descripción de los productos que fabricaban los indígenas, despertando así un gran interés general y científico en la sustancia que empezaron a estudiar sus propiedades.

En 1770, el caucho pasa al campo industrial gracias al químico británico Joseph Priestley, quien descubrió que se podía usar la goma de caucho para borrar marcas del lápiz sobre papeles, dando origen al nombre "goma de borrar" o "borrador".

En 1839, se descubrió el proceso de la vulcanización gracias a Charles Goodyear, quien mejoró la durabilidad y utilidad del caucho al mezclarlo con azufre. Desde ahí empieza el proceso de la vulcanización al que llamaron así en honor al dios Vulcano.

Gracias al descubrimiento de Goodyear, en 1887, el veterinario escocés, John Dunlop, creó un producto que hoy en día es muy importante para la industria automotriz, que es el neumático o llanta. Este producto era tan

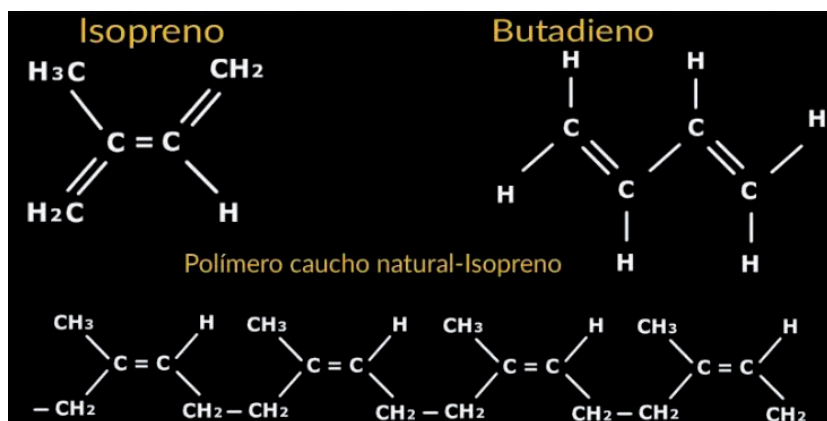
resistente y duradero que obtuvo un enorme éxito comercial. Sumado también, a la producción de automóviles hecho por Henry Ford, quien transformó el caucho en oro blanco de la selva Amazónica.

Después de estos acontecimientos, la actividad extractiva del látex en la Amazonía se tornó en una actividad muy lucrativa. El caucho natural conquistó a las principales industrias de Europa y Norteamérica, convirtiendo a la Amazonía peruana, brasilera y colombiana en el principal centro de operaciones y puerto exportador, que provocó gran prosperidad económica pero también, fue un lugar donde se cometieron muchos abusos.

Cabe recordar que, desde antes del año 1885, Iquitos se convirtió en una de las ciudades más prósperas y vivía en su mayor auge por la comercialización del "oro blanco". Los patrones derrochaban el dinero ganado en casas lujosas, vestían las mejores prendas y bebían finos licores. Después, se convirtió en un centro de abusos, trabajo forzado, tortura y prostitución infantil.

A finales del siglo XIX, los ingleses lograron llevar semillas y plantarlas con éxito en colonias asiáticas como en Malasia, y subtropicales de África como en Liberia y Congo. Como consecuencia de ello, a Liberia se le nom-

FOTO 2. Estructura química de diferentes polímeros



bró como el país de la Firestone por tener inmensas plantaciones.

AVANCES Y MEJORAS EN EL S.XX

En 1910, el científico ruso Serguéi Lédbev creó el primer polímero de caucho sintetizado a partir del butadieno, ya que, en la primera Guerra Mundial, el caucho natural estaba en escasez, por lo que se dedicaron a buscarle un sustituto. Tras la Gran Guerra, el caucho sintético fue nuevamente reemplazado por el caucho natural.

Hacia 1915, se comercializaron los primeros frutos de caucho de estas plantaciones a precios bajos que causó la ruina de los caucheros y de la región amazónica.

Cerca de 1925, el precio del caucho natural se había incrementado al punto de que, muchos químicos de varias instituciones, estuvieron explorando métodos de producir caucho sintético y así, competir con el caucho natural.

El estadounidense Wallace Carothers y el científico alemán Hermann Staudinger llevaron, en 1931, a uno de los primeros cauchos sintéticos exitosos, conocido como neopreno. Y, en 1935, químicos alemanes sintetizaron el primero de una serie de cauchos sintéticos conocidos como *Buna rubbers*.

A partir de 1945, la producción de caucho sintético supera la de caucho natural, el cual sin embargo ha permanecido en el mercado, logrando importancia en épocas de precios altos del petróleo, hasta llegar a la actualidad.

PLANTACIONES A GRAN ESCALA, EXPERIMENTOS BOTÁNICOS, PROCESOS INDUSTRIALES Y AUGE DEL CAUCHO

Los árboles han sido para la humanidad una fuente de recursos indispensable en su evolución. Una de las aplicaciones más importantes es la producción de papel.

El papel similar al usado hoy día en libros y periódicos ha sido, históricamente, un vehículo para la cultura y para el progreso de la civilización.

En el pasado hay numerosas referencias históricas relacionadas con el aprovechamiento concreto de ciertos árboles, los cuales supusieron una ventaja comercial y estratégica.

En Europa, el interés por el caucho comenzó a surgir durante el siglo XVIII, aunque no sería comercialmente viable hasta el año 1839. Es en ese año cuando se logra estabilizar esta sustancia mediante un proceso que se bautizaría como vulcanización.

El árbol del caucho crece en regiones concretas debido a sus características propias como especie vegetal. Eso quiere decir que no se podían mantener cultivos maduros y estables en regiones de clima templado.

Existen distintas variedades del árbol del caucho. La variedad que mejor caucho producía era la *Hevea brasiliensis*. Su crecimiento natural en la selva tropical brasileña convirtió a Brasil en un lugar de alto interés comercial.

De hecho, al comienzo, Brasil era el productor mundial del 95 % de esta sustancia. No obstante, los ingleses estaban muy interesados en lograr cultivos independientes de caucho fuera de un país como Brasil, en el que no tenían influencia.

De este modo, extrajeron miles de semillas que plantaron en sus jardines botánicos e invernaderos. Desde allí, enviaron las plantas a las colonias británicas del Sudeste asiático.

A lo largo de la historia, Occidente ha tratado de lograr una independencia de los recursos que necesitaba y que se hallaban en países más alejados.

Las necesidades de esta planta en relación a la temperatura, humedad, y necesidad de lluvia, limitaban su cultivo a ciertas regiones concretas del planeta. Es lo mismo que sucede con la planta del café.

De esta manera las plantaciones de caucho proliferaron en numerosos países de África y Asia mediante un sistema de comercio colonial. Después de implantar esta estrategia, Brasil pasó a producir, tan solo, el 5 % de la producción en el globo.

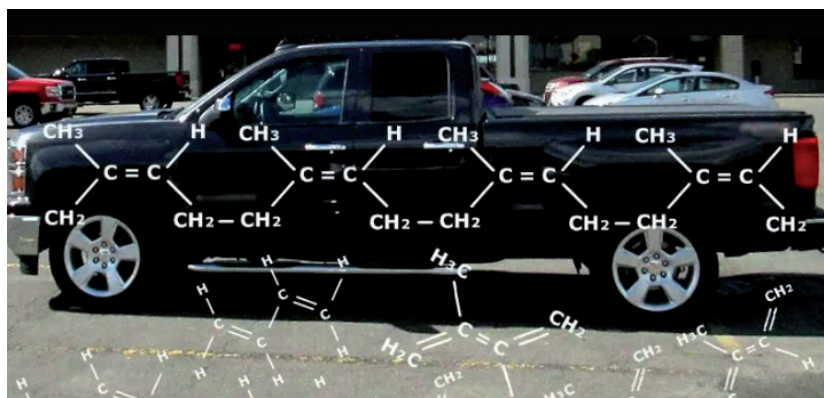
Fue el hallazgo de un novedoso proceso denominado 'vulcanización' lo que terminó por situar al caucho en la cúspide de un proceso industrial de posicionamiento global. En dicho proceso, al caucho se le añadía azufre, logrando unas características superiores en resistencia, dureza y elasticidad.

De esta manera se crearon las primeras gomas de látex que se emplearían en la producción de neumáticos y cubiertas para toda clase de rodaje.

Con el auge de la industria automovilística surge una necesidad creciente de neumáticos que se fabrican mediante este caucho. Estos neumáticos fueron desarrollados por John Boyd Dunlop en 1888.

A partir de ese momento se convertirá la industria del caucho en algo imparable. Al igual que el combustible obtenido del petróleo, el caucho era una sustancia cada vez más demandada de manera similar al asfalto para la creación de viales.

FOTO 3. Los neumáticos de caucho son esenciales en la movilidad



El asfalto era también una sustancia obtenida como derivado del petróleo y servía como ligante de la grava empleada en la producción de pavimentos para vehículos.

En cuanto a los pozos petrolíferos, éstos estaban distribuidos prácticamente por distintos territorios y su explotación comenzó a ser vertiginosamente creciente. Esas bolsas de petró-

leo situadas bajo la tierra se extraían según la necesidad.

IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD: TÉCNICAS DE INNOVACIÓN Y AVANCES EN RECICLAJE

La industria del caucho, al igual que ocurre en muchos otros sectores, busca cómo mejorar la sostenibili-

dad para reducir los residuos contaminantes. El futuro avanza hacia el uso de materiales innovadores y el desarrollo de cauchos multifuncionales. Una cosa es evidente, y es que, la producción de este material, ya sea sintético como natural, continúa siendo fundamental en diferentes actividades manufactureras.

La concienciación sobre el cuidado del medioambiente cada vez es mayor en el entorno empresarial. Además, estas prácticas responsables no solo favorecen al planeta, sino que mejora la reputación de tu organización. Por este motivo, las nuevas técnicas de producción del caucho buscan aumentar la eficiencia y sostenibilidad.

En la actualidad, se están explorando nuevas alternativas, como el uso de plantas o biomasa, el cultivo de caucho natural certificado, el desarrollo de métodos avanzados de polimerización, así como técnicas de

Industria Química

Equipos y plantas de proceso

La publicación de la industria de procesos

www.industriaquimica.es



Infoedita
www.infoedita.es



precisión para producir caucho sintético de alta calidad.

Incluso en las plantaciones de caucho natural y en los mismos procesos industriales, se evita desperdiciar el agua. Esto es posible gracias al uso de sistemas eficientes, como el riego por goteo. Las empresas han empezado a valorar la importancia de invertir en tecnologías que reduzcan este consumo.

En las plantaciones de caucho natural, así como en los procesos industriales asociados, se han implementado diferentes estrategias para minimizar el consumo de este recurso hídrico. Esto ha sido posible mediante el uso de sistemas eficientes, como el riego por goteo. Las empresas del sector han comenzado a considerar la importancia de invertir en tecnologías, como un compromiso hacia la conservación de los recursos naturales.

La utilización de materiales provenientes de fuentes naturales y renovables tiene un importante peso en esta industria. Cada vez son más las empresas que optan por el uso del caucho natural como una opción viable, sin embargo, no es la única alternativa. A continuación, presentamos algunas de las opciones más consolidadas:

- **Caucho natural certificado:** este material se obtiene de las plantaciones de árboles de caucho, gestionados de forma sostenible, y que cumplen con los

criterios de protección del medioambiente. Esta opción más ecológica se emplea en diversos productos, como neumáticos, calzados, guantes de látex, etc.

- **Biocaucho:** este tipo de caucho proviene de fuentes renovables, en lugar de usar derivados del petróleo, como es lo normal en el caucho sintético. Su uso reduce la dependencia de otros recursos limitados y contaminantes. Dentro de las posibles opciones está el biocaucho a partir de látex de guayule.

- **Caucho reciclado:** en este caso, su obtención proviene de productos elaborados con este material, pero que ya han sido usados anteriormente. Algunos de ellos pueden ser los neumáticos viejos.

En lo que respecta al reciclaje del caucho, también existen avances importantes que mejoran la eficiencia en este proceso, facilitando la recuperación de este material procedente de diversas fuentes. Además, el desarrollo de métodos más efectivos ha abierto nuevas oportunidades en esta industria. Conozcamos algunas de las innovaciones más destacadas:

- **Devulcanización:** esta tecnología es clave para recuperar el caucho original sin afectar a las propiedades del material para su posterior reutilización.

- **Pirólisis de caucho:** a través de este proceso es posible transformar los neumáticos usados en materias primas

secundarias. La pirólisis consiste en calentar el caucho en ausencia del oxígeno con la finalidad de descomponerlo (aceite, carbón y gas) para reutilizarlo en distintas aplicaciones industriales.

- **Reciclaje mecánico y criogénico:** la innovación en este campo incluye el uso de técnicas criogénicas para congelar el caucho y fragmentarlo en partículas más finas. Estos avances han permitido reducir el consumo de energía.

- **Upcycling:** este proceso de reutilizar o transformar los productos de caucho usados en otros nuevos aporta un valor añadido. A diferencia del reciclaje convencional, se trata de conservar la mayor parte de las propiedades del material original.

CONCLUSIONES

Tal vez la mejor solución para los problemas ambientales y de salud relacionados con la fabricación de productos de caucho sería disponer de un buen control de ingeniería para producir y mezclar los productos químicos en polvo utilizados en los compuestos del caucho, así como de programas de reciclado para todos los desechos y productos de caucho vulcanizados y sin vulcanizar.

Los productos químicos en polvo recogidos mediante sistemas adecuados podrían añadirse, de nuevo, a los compuestos de caucho, con los controles de ingeniería adecuados, lo que suprimiría el vertedero de estos productos.

El control de los problemas ambientales y de salud en la industria del caucho, aunque es viable, no resulta fácil ni económico y habría que sumar su coste al de los propios productos de caucho.

Las innovaciones en la producción y reciclaje del caucho son fundamentales para el futuro de esta industria. Esta combinación es decisiva para afrontar los desafíos del siglo XXI, al mismo tiempo que minimiza el impacto ambiental. Esto implica un compromiso con prácticas responsables que beneficien a todos los actores del proceso.

Bibliografía

[1] *Encyclopaedia of Occupational Health & Safety. Chemical Industries*, 80. Industria del caucho, Louis S. Beliczky y John Fajen, 1998.

FluidMix[®]

Effective Mixing



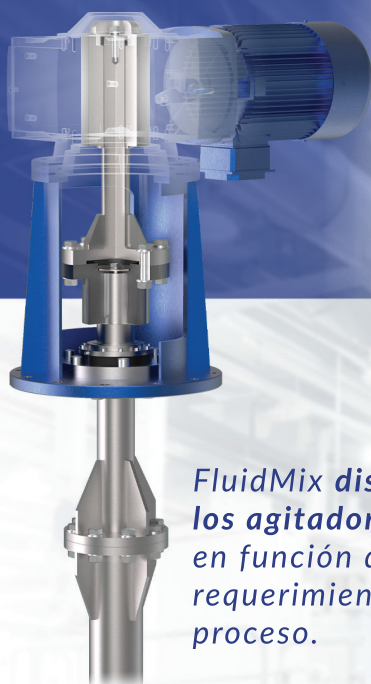
50 AÑOS

27 Salón Internacional del agua y del riesgo
27th International Water and Risk Exhibition
smagua
2025

4-6 Marzo / March
Zaragoza, Spain

Les esperamos
Pabellón 4 - Stand F14

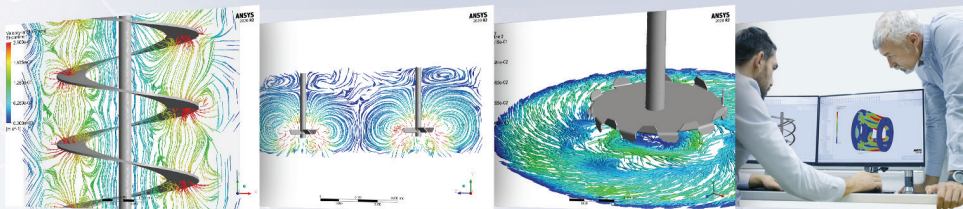
FERIA
ZARAGOZA



FluidMix diseña y fabrica los agitadores a medida en función de los requerimientos de su proceso.



+D+i



Simulación mediante Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) para optimización de sus procesos de mezcla.

Cálculo y diseño del agitador mediante programa de cálculo propio y otros basados en el análisis de elementos finitos (FEA).

Ansys | **N** AUTODESK
NASTRAN

COSCOLLOLA ENGINEERING REFUERZA SU LIDERAZGO EN LA INGENIERÍA DE PLÁSTICOS Y CAUCHO CON PROYECTOS INNOVADORES

Coscollola Engineering, referente en la industria de los plásticos y el caucho como socio de máxima fiabilidad con su equipo altamente experimentado, sigue consolidándose como una empresa referente en la ingeniería industrial aplicada a todos los sectores del plástico y el caucho.

Su enfoque en el desarrollo de soluciones llave en mano abarca desde la gestión de sólidos (granza, polvo, escamas, etc.) hasta la automatización de plantas completas, siempre con un alto nivel de calidad y personalización para satisfacer las necesidades específicas de sus clientes.

Su enfoque en la ingeniería de almacenamiento, transporte neumático, dosificación, captación de polvo y automatización de reciclados y biopolímeros ha permitido a la empresa abordar con éxito diversas iniciativas para fabricantes líderes en el sector.

SOLUCIONES AVANZADAS EN TRANSPORTE NEUMÁTICO

Uno de los proyectos más recientes de Coscollola Engineering ha sido la implementación de una línea de almacenamiento y transporte neumático en fase densa para un destacado fabri-



cante español de materiales plásticos.

Esta solución, que incluye tres silos de 120 m³ cada uno, permite minimizar la fricción y el desgaste del material, garantizando la integridad de la granza y evitando la generación de polvo y finos. Además, proporciona una trazabilidad completa del proceso, optimizando los costos operativos del cliente.

INNOVACIÓN Y PERSONALIZACIÓN EN LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA

Otro ejemplo de su capacidad para desarrollar soluciones a medida es el reciente diseño, fabricación e implementación de un conjunto de siete silos y sistemas de transporte neumático, adaptados con precisión a las máquinas de extrusión de un cliente en la industria petroquímica.

Este proyecto ha requerido un enfoque meticuloso para cumplir con las estrictas especificaciones del cliente y garantizar la eficiencia del proceso productivo.

COMPROMISO CON LA CALIDAD, LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y LOS BENEFICIOS DEL RECICLAJE

Coscollola Engineering mantiene un firme compromiso con la mejora continua, la calidad en la ingeniería industrial y un enfoque claro en la sostenibilidad ambiental, promoviendo los beneficios del reciclaje como parte fundamental de sus soluciones.

Prueba de ello es la reciente renovación de su certificación ISO 9001:2015, otorgada por TÜV Rheinland Ibérica SA, que avala su excelencia en la gestión de calidad para el desarrollo de soluciones en el manejo de sólidos a granel. Además, la empresa apuesta por soluciones tecnológicas sostenibles que favorecen la eficiencia energética y la reducción de residuos.

SINERGÍA CON COSCOLLOLA COMERCIAL Y DISEÑO DE SOLUCIONES A MEDIDA

Coscollola Engineering diseña y fabrica soluciones industriales llave en mano adaptadas a cada cliente, incluyendo el desarrollo de plantas completas y la automatización de procesos.

Gracias a la sinergia con Coscollola Comercial, la empresa puede complementar sus proyectos con maquinaria de primeras marcas reconocidas a nivel mundial para la transformación del plástico, como KraussMaffei, Motan, Frigel, Regloplas, Nordson, Kreyenborg, entre otras.

Esto permite ofrecer un abanico integral de soluciones tecnológicas de alto rendimiento. Además, el servicio *postventa in-house* asegura un soporte técnico especializado, mantenimiento preventivo y asistencia personalizada, optimizando la eficiencia y continuidad operativa de cada solución implementada. ■