

Boletín de Noticias

PARA LOS SECTORES EMPRESARIALES DEL MINDUS



DISAIC
CASA CONSULTORA

UICI

Unidad de Inteligencia
de Competitividad
Industrial

Contenido

El grafito y sus aplicaciones industriales	3
Se investiga cómo recuperar aleaciones ligeras de las estructuras soldadas de aeronaves	5
Cómo sacar la sal del agua	7
Así es la refinería española que convierte el CO2 en biocombustible	9
Tendencias tecnológicas transformando el packaging	11
Materiales a base de fibra	11
Robótica	12
Embalaje inteligente	12
Impresión 3D	13
Primeros inquilinos de una casa impresa en 3D de hormigón	14
Aprendizaje automático en agricultura: aplicaciones y técnicas	16
Gestión de especies	16
Gestión de las condiciones de campo	17
Gestión del suelo	17
Gestión ganadera	18

El grafito y sus aplicaciones industriales

Vamos a conocer más a profundidad al grafito, mineral que está de moda por sus diversas aplicaciones en el presente y en el futuro.

¿Qué es el grafito? Es un material de carbono casi puro, de brillo metálico color negro. Procede de las rocas carbonosas y se extrae de las minas, especialmente del continente asiático.



Tiene como propiedades que es un mineral suave, estable, inodoro y no tóxico. Como peculiaridad hay que destacar que no se funde en condiciones normales, sublimando a temperaturas del orden de $3.725\text{ }^{\circ}\text{C}$, siendo extremadamente refractario. En cuanto a sus propiedades eléctricas varían de manera considerable, siendo un magnífico conductor eléctrico en la dirección paralela a los planos y un aislante en la perpendicular.

Estamos ante uno de los materiales más inertes, que es resistente a la mayor parte de los ácidos, bases y agentes corrosivos. La principal excepción a su buena resistencia química son los elementos del grupo 16 del sistema periódico

(teluro, selenio, oxígeno y azufre) con los que llega a reaccionar a temperaturas superiores a los 400 grados.

Entre sus aplicaciones en el plano industrial el grafito dentro de las más comunes tenemos la fabricación de mina para lápices, pero hay muchas más, caso de la industria del automóvil, metalurgia, química, lubricantes o energía móvil.

En áreas como la automoción, podemos ver como se usa en materiales de fricción, escobillas y juntas. En el caso de las pastillas de freno y tambores, proporciona el coeficiente de fricción necesario a varias condiciones de operación, contribuyendo a mantener los niveles de temperatura, vibración y ruido, consiguiendo además que la velocidad de desgaste y el precio del producto estén dentro de unos límites aceptables.





El grafito es el componente principal de gran parte de las escobillas de carbono que se usan en los motores eléctricos, permitiendo sus propiedades ajustar la lubricidad, densidad, dureza, desgaste y conductividad eléctrica de las escobillas. El grafito natural de alto nivel de pureza da unos óptimos resultados.

En las juntas se utilizan láminas de grafito natural expandido por su flexibilidad y estabilidad a nivel térmico.

En el apartado de la industria lubricante, es posible usarlo como polvo sólido. Esto da garantía de que se lubrican de forma correcta las zapatas de freno de las ruedas de los trenes. La lubricidad también se explota en las suspensiones de aceite o grasa.

Si hablamos de la industria metalúrgica, la de refractarios es la más consumidora. Se añade grafito a muchos productos refractarios pues aumentan de forma significativa la resistencia frente al choque térmico y la corrosión. Su aplicación más extendida es en la industria del hierro y del acero, donde los protagonistas son los ladrillos cerámicos de magnesio/carbono, por su gran capacidad para resistir la corrosión que producen los depósitos de impurezas inorgánicas generadas en el metal fundido.

Podemos también verlo en la industria química, empleándose en la fabricación de caucho, explosivos y pulimentos, además de a la hora de elaborar fibras y municiones, siendo un componente para elaborar pinturas y pigmentos.

Como puedes ver, queda claro que el grafito es un material de lo más importante y que adquiere gran importancia en sus múltiples aplicaciones, donde destaca de manera especial por ser un gran material en cuanto a su innovadora aplicación en la industria.



El futuro del grafito es magnífico y tanto él como sus derivados van a ser protagonistas en los próximos años más aún de lo que ya lo son en la actualidad. Ahora que ya sabes algo más de él, seguro que valoras las grandes propiedades que tienen y su excepcional utilidad.



Se investiga cómo recuperar aleaciones ligeras de las estructuras soldadas de aeronaves

La recuperación de metales una vez finalizada la vida útil de las aeronaves es una estrategia clave para mejorar la eficiencia de recursos y la sostenibilidad económica y medioambiental del sector aeronáutico. Con el fin de avanzar en este camino, el proyecto europeo ReINTEGRA, financiado en el marco del programa de iniciativa público-privada Clean Sky 2, centra sus esfuerzos en el desarrollo de procesos de

desmantelado y reciclaje de paneles de aeronaves soldados mediante las técnicas LBW Laser Beam Welding (soldadura por láser) y FSW Friction Stir Welding (soldadura por fricción).

El proyecto Clean Sky ReINTEGRA está liderado por el **Centro de Investigación Metalúrgica Azterlan** y cuenta con la participación de la empresa belga Sonaca (Société Nationale de Construction Aérospatiale SA) y del centro tecnológico Cidetec, junto con dos asesores industriales (la empresa española AIR y la francesa Constellium).

En palabras de la investigadora de Azterlan especializada en sostenibilidad y medio ambiente Clara Delgado, “para que el fin de la vida útil de las aeronaves sea lo más económica y medioambientalmente sostenible posible, es necesario desarrollar nuevos métodos de recuperación que permitan maximizar la recuperación de aleaciones metálicas, en condiciones de calidad tales que puedan destinarse nuevamente a aplicaciones de alto valor añadido, sin perder elementos aleantes críticos y valiosos por el camino o sin acumular impurezas que obliguen a diluciones con aluminio primario”. Con este tipo de medidas, el objetivo es que en pocos años los metales recuperados constituyan la mayor ‘mina’ de la Unión Europea, lo que, a su vez permitirá que los costes de ciertos materiales y procesos sean más competitivos y energéticamente eficientes.



Con este propósito, el equipo de trabajo del proyecto ReINTEGRA, liderado por el Centro de Investigación Metalúrgica Azterlan, y la participación de la empresa belga Sonaca, junto con Cidetec centro tecnológico, y por dos asesores industriales (la empresa española AIR, en el campo del desmantelamiento de aviones, y la francesa Constellium, en el de producción de aleaciones de aluminio aeronáuticas), investigará diferentes estrategias de separación y clasificación durante el desmantelado de aeronaves con el fin de valorar el impacto en la calidad

del producto reciclado de estructuras soldadas que combinan materiales en base a la 3ª generación de aleaciones Aluminio-Litio (Al-Li), métodos de soldadura y capas protectoras innovadoras.

Como explica Ana Isabel Fernández, experta en tecnologías de transformación de aluminio y materiales ligeros, “las aleaciones Al-Li, suelen ser hasta 4 veces más caras que otras aleaciones de aluminio utilizadas por el sector aeronáutico, principalmente, por sus contenidos de Litio, Plata y otros metales valiosos. Así, si bien la capacidad de reciclaje del aluminio es prácticamente infinita, recuperar otros metales presentes en las aleaciones sigue siendo un desafío”. Por su parte, el litio puede perderse durante la refundición si este proceso no se realiza en una atmósfera protegida, en cuanto a la plata, puede llegar a convertirse en una impureza en el metal reciclado si no se valoriza correctamente.

El reto del proyecto es, por tanto, demostrar que aleaciones aeronáuticas pueden ser refundidas nuevamente en aleaciones de esa misma familia, sin grandes correcciones en el proceso de fusión, de forma que las operaciones de clasificación y separación previa de componentes puedan ser minimizadas (o incluso eliminadas) durante el fin de vida de aeronaves. En la misma línea, el equipo investigador también desarrollará diferentes procesos de decapado para eliminar capas de pintura y tratamientos superficiales aplicados sobre el fuselaje de los aviones con fines estéticos y de protección ante la corrosión. Si no se eliminan, estos recubrimientos pueden introducir impurezas en el refundido, que afecten a su reciclabilidad en aleaciones de alto valor añadido.



Los nuevos procesos de desmantelado y reciclaje serán testados tanto en cupones de soldadura, como en paneles demostradores. Las fracciones de metal separadas serán procesadas en la planta piloto de fundición de Azterlan para producir lingotes que serán sometidos a distintos ensayos de caracterización avanzada. “Con ello podremos valorar la eficacia del proceso en lo relativo a costes, impacto medioambiental y efectividad en la recuperación de metales, y seleccionar así las mejores alternativas de reciclaje para paneles soldados”.

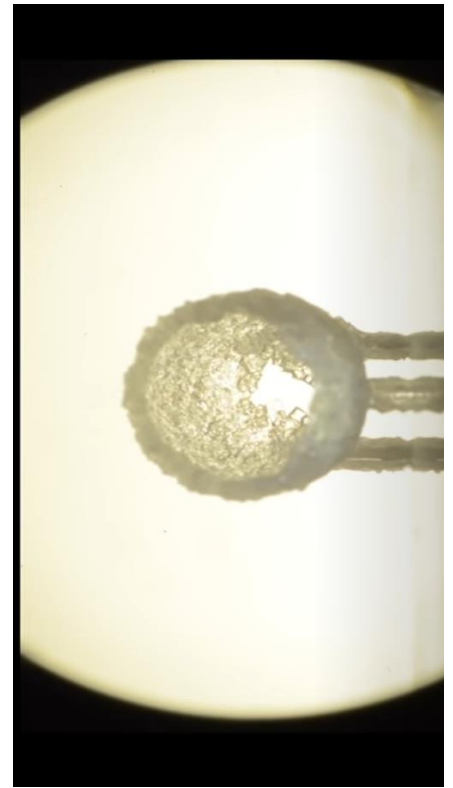
Los datos experimentales de los ensayos de reciclado y su posterior caracterización serán la base para el desarrollo de una herramienta software de modelizado que permitirá estimar la compatibilidad de reciclaje de cualquier estructura soldada por FSW y LBW que combine aleaciones Al-Li para su reutilización en aleaciones aeronáuticas. Así mismo, los flujos de energía y materiales serán inventariados durante los experimentos, para estimar los impactos ambientales de los procesos de reciclado propuestos, y pasarán a formar parte de la base de datos de Análisis de Ciclo de Vida del sector aeronáutico en construcción.



Cómo sacar la sal del agua

Se calcula que alrededor de un cuarto del producto interior bruto de los países industrializados se pierde por un único problema técnico: el ensuciamiento de las superficies de los intercambiadores de calor por sales y otros minerales disueltos. Este ensuciamiento reduce la eficiencia de múltiples procesos industriales y suele requerir costosas contramedidas, como el pretratamiento del agua. Ahora, los descubrimientos del MIT podrían conducir a una nueva forma de reducir este ensuciamiento y, potencialmente, permitir convertir este proceso nocivo en uno productivo que pueda dar lugar a productos vendibles.

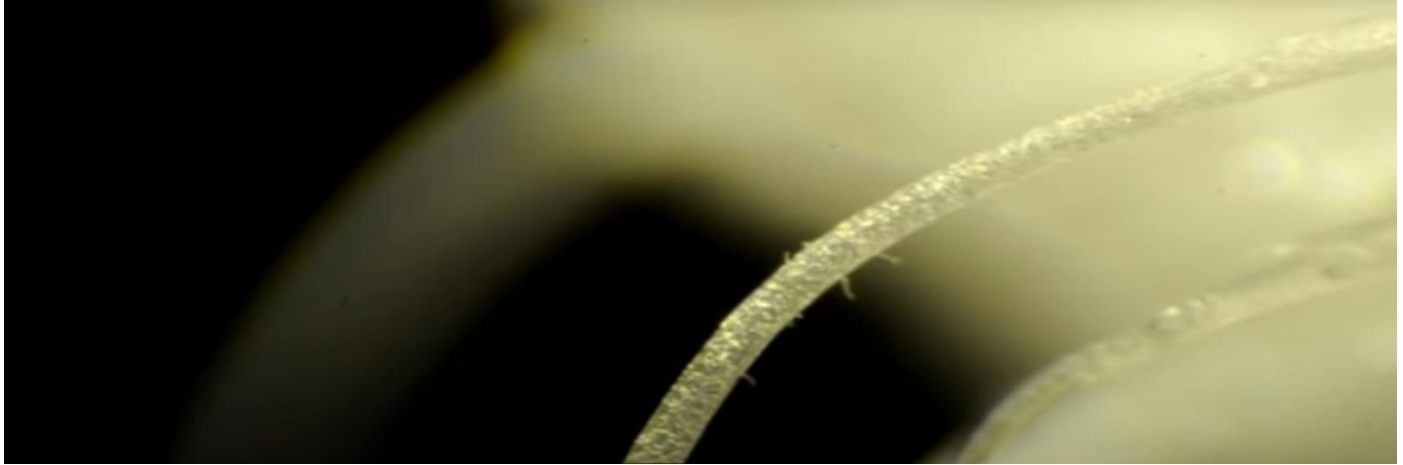
Los hallazgos son el resultado de años de trabajo de los recién graduados del MIT Samantha McBride PhD 20 y Henri-Louis Girard PhD 20 con el profesor de ingeniería mecánica Kripa Varanasi. El trabajo, que se publica hoy en la revista *Science Advances*, muestra que, debido a una combinación de superficies hidrofóbicas (que repelen el agua) y al calor, las sales disueltas pueden cristalizar de forma que sea fácil eliminarlas de la superficie, en algunos casos sólo con la gravedad.



Cuando los investigadores empezaron a estudiar el modo en que las sales cristalizan en este tipo de superficies, descubrieron que la sal precipitada formaba inicialmente una cáscara esférica parcial alrededor de una gota. Inesperadamente, esta cáscara se elevaba repentinamente sobre un conjunto de extensiones en forma de patas que crecían durante la evaporación. El proceso producía repetidamente formas multipatas, que se asemejaban a elefantes y otros animales, e incluso a droides de ciencia ficción. Los investigadores bautizaron estas formaciones como "criaturas de cristal" en el título de su artículo.

Tras muchos experimentos y análisis detallados, el equipo determinó el mecanismo que producía estas protuberancias con forma de pierna. También mostraron cómo las protuberancias variaban en función de la temperatura y la naturaleza de la superficie hidrofóbica, que se producía creando un patrón a nanoescala de crestas bajas. Descubrieron que las estrechas patas que sostienen estas formas parecidas a las de los bichos siguen creciendo hacia arriba desde el fondo, ya que el agua salada fluye hacia abajo a través de las patas en forma de paja y se precipita en el fondo, algo así como un carámbano en crecimiento, sólo que equilibrado en su punta. Al final, las patas son tan largas que no pueden soportar el peso del animal, y la masa de cristal de sal se desprende y cae o es arrastrada.

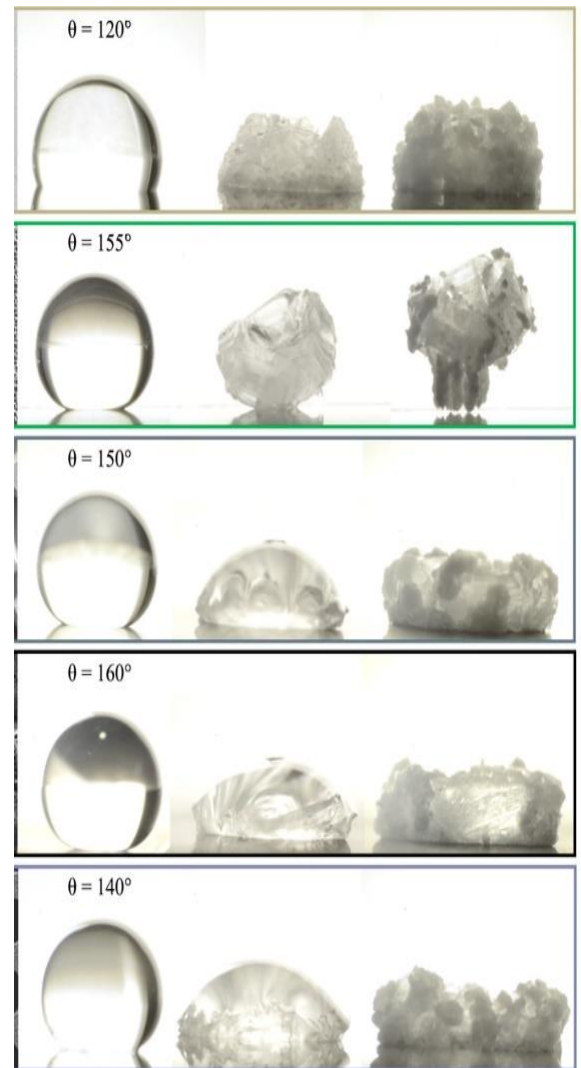
El trabajo fue motivado por el deseo de limitar o prevenir la formación de incrustaciones en las superficies, incluso en el interior de las tuberías, donde dichas incrustaciones pueden provocar obstrucciones, dice Varanasi. "El experimento de Samantha mostró este interesante efecto en el que el sarro se desprende por sí mismo", dice.



"Estas patas son tubos huecos, y el líquido se canaliza hacia abajo a través de estos tubos. Una vez que llega al fondo y se evapora, forma nuevos cristales que aumentan continuamente la longitud del tubo", dice McBride. "Al final, tienes un contacto muy, muy limitado entre el sustrato y el cristal, hasta el punto de que éstos van a rodar solos".

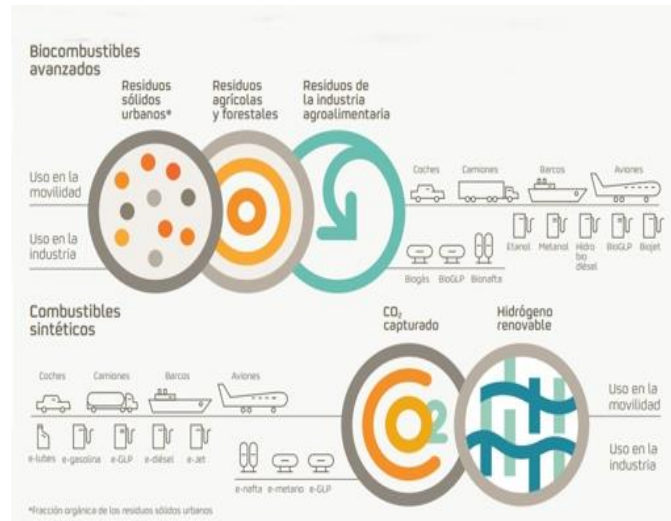
McBride recuerda que, al hacer los experimentos iniciales como parte de su trabajo de tesis doctoral, "definitivamente sospechamos que esta superficie en particular funcionaría bien para eliminar la adhesión del cloruro de sodio, pero no sabíamos que una consecuencia de impedir esa adhesión sería la expulsión de todo" de la superficie.

Una de las claves, descubrió, era la escala exacta de los patrones en la superficie. Aunque muchas escalas de longitud de los patrones pueden dar lugar a superficies hidrofóbicas, sólo los patrones a escala nanométrica consiguen este efecto de autoexpulsión. "Cuando se evapora una gota de agua salada sobre una superficie superhidrofóbica, normalmente lo que ocurre es que esos cristales empiezan a meterse dentro de la textura y simplemente forman un globo, y no acaban de despegarse", dice McBride. "Así que es algo muy específico de la textura y de la escala de longitud que estamos observando aquí lo que permite que se produzca este efecto".



Así es la refinería española que convierte el CO2 en biocombustible

Cuando parecía que habíamos llegado a un punto de no retorno respecto a la electrificación de los automóviles, los llamados «eco combustibles» se convierten en una alternativa real, en la que España tiene mucho que decir.



Su composición química permite su uso en los vehículos actuales con motores de combustión, que suponen la gran mayoría del parque automovilístico, y al mismo tiempo facilita el aprovechamiento de las infraestructuras ya existentes de repostaje y distribución. Según explica Miguel Ángel García, Gerente de Desarrollo de Procesos de Repsol Technology Lab en sectores como el transporte pesado por carretera o la aviación, que son difícilmente electrificables, estos ecombustibles

van a resultar esenciales porque son una solución real y disponible para reducir las emisiones.

La producción de este biojet se ha llevado a cabo en el complejo industrial de Repsol en Puertollano y tendrá continuidad con la fabricación de más lotes de biocombustible para aviación en otros complejos industriales del grupo en España y, posteriormente, con iniciativas en las que se utilicen biocombustibles a partir de residuos.

Este primer lote está compuesto por 7.000 toneladas de combustible para la aviación fabricado a partir de biomasa. Este lote equivale al consumo de 100 vuelos entre Madrid y Los Ángeles y dado que cuenta con un contenido bio inferior al 5% para cumplir con los requisitos de calidad su uso evitará la emisión de 440 toneladas de CO2 a la atmósfera, el equivalente a 40 vuelos entre Madrid y Barcelona.



Los biocarburantes constituyen en España la tecnología renovable más ampliamente disponible y utilizada en la actualidad en el transporte, según figura en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima. Para la aviación, el biojet, obtenido a partir de biomasa o residuos, es hoy en día la única alternativa y está incluido en la lista de combustibles sostenibles.

"Ante la importancia que juegan los biocombustibles en la reducción de emisiones, Repsol empezó a trabajar hace años en diferentes soluciones de baja huella de carbono aplicadas al transporte", reconoce la empresa.



El impulso de los biocombustibles, está en concordancia con los planes de la petrolera que el pasado diciembre anunció que reorientaba su estrategia para ser una compañía con cero emisiones netas en 2050, en línea con el Acuerdo de París. De hecho, la producción de biocombustible se suma a la generación renovable, los combustibles sintéticos, el hidrógeno verde, el autoconsumo y la economía circular que practica la empresa que capitanea Josu Jon Imaz.

En el caso de este biojet, Repsol asegura que "se han realizado pruebas para determinar la materia prima más adecuada, con el objetivo de alcanzar los exigentes requisitos del Jet A1 en cuanto a comportamiento a bajas temperaturas y controles adicionales de calidad. Asimismo, se llevaron a cabo numerosos tests para determinar la concentración más adecuada de biocombustible".



Tendencias tecnológicas transformando el packaging

Materiales a base de fibra

En medio del intenso escrutinio actual de los envases de plástico, los fabricantes están explorando alternativas como las fibras vegetales. Un ejemplo es la celulosa microfibrilada (MFC) en la que la fibra vegetal se descompone en micro niveles y se reconstituye como material de envasado.



Este proceso puede crear materiales que son más fuertes y más ligeros que los hechos de fibra de vidrio o carbono, y el MFC se puede agregar a otros materiales de embalaje para fortalecerlos. Sin embargo, los investigadores aún deben encontrar formas de producir miles de toneladas de este material de envoltura, en lugar de los pocos gramos que se han creado en el laboratorio.



Un desafío adicional para cualquier material de empaquetado basado en fibra es la capacidad de actuar como una barrera contra los elementos que degradan el contenido, como la luz, el oxígeno y la humedad. Los laminados en el empaque brindan protección.

Robótica

Los robots están transformando la industria del embalaje, especialmente en el campo del comercio electrónico. La capacidad de los brazos robóticos para clasificar los artículos pequeños en cajas para su entrega de forma rápida y precisa los ha convertido en un favorito de los fabricantes y minoristas.

Los robots ofrecen flexibilidad ya que los brazos se pueden colocar y reemplazar para diferentes trabajos, mientras que los sistemas se pueden reprogramar para cambiar sus funciones de empaque. Plataformas robóticas móviles, que pueden navegar en los almacenes, también han significado mejoras de eficiencia enormes. Estos robots móviles autónomos, o AMR, se enseñan nuevas rutas, por lo que se pueden implementar rápidamente en entornos frescos, haciéndolos más flexibles que los modelos anteriores que tenían que programarse para seguir rutas fijas.



Las cajas usadas para transportar productos, conocidas como envases secundarios, son cada vez más importantes para los minoristas, ya que las cajas a menudo se colocan directamente en los estantes de los supermercados, en lugar de desembalar cada artículo. Todo el proceso de obtener productos de fábrica a estantes está acelerando, con precisión y consistencia, junto con desarrollos en sensores y visión artificial para ayudar a monitorear el rendimiento del empaque robótico.

Embalaje inteligente

Desde que el empaquetado se convirtió en una cosa en el internet de las cosas, su rol en el camino del cliente se extendió más allá del estante. Esto ha tenido un efecto transformador de varias maneras, incluido el embalaje inteligente que ayuda a reducir el desperdicio de alimentos. La constante necesidad de controlar el estado de los productos también está alimentando la creciente popularidad de los sensores que se utilizan para rastrear la temperatura y la calidad, especialmente en las industrias de alimentos, bebidas y farmacéutica.



La piratería de productos es un problema continuo para las marcas, no sólo por la pérdida financiera, sino también por los posibles riesgos para la salud, especialmente en medicamentos falsificados y el uso de productos químicos sin licencia. La envía señales de identificación a un dispositivo de lectura, que podría ser un teléfono inteligente regular, permitiendo la comunicación automática sin contacto con el paquete para que los minoristas puedan determinar el estado actual de sus productos en cuestión de segundos. Esto ayuda a protegerlos del robo, pero también identifica la ubicación del producto en toda la cadena de valor.

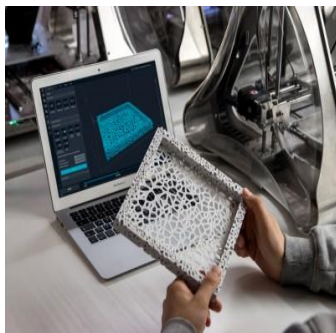
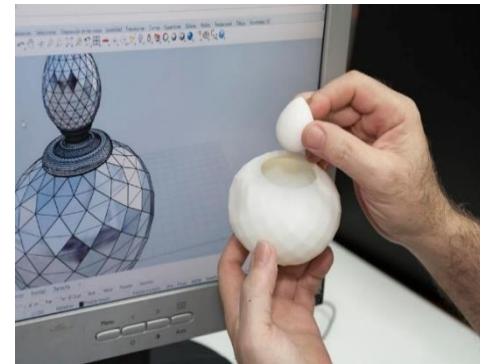
Impresión 3D

Un cambio de juego por su capacidad de proporcionar una forma rápida de probar productos y embalajes antes de que entren en producción a gran escala, la impresión 3D ha desempeñado recientemente un papel fundamental en la ampliación de los empaques a nuevos niveles de personalización y creatividad.



La impresión 3D funciona arrojando plástico fundido sobre una base y gradualmente construyendo un diseño por capas. Por esta razón, también se conoce como fabricación aditiva. La operación está dirigida por un software que controla la producción desde un diseño asistido por computadora. Una innovación reciente ha sido utilizar la impresión 3D para producir productos alimenticios que se combinan con el embalaje.

La gran ventaja de la impresión 3D es mejorar los procesos de fabricación al permitir el prototipo rápido de las piezas de la máquina.



Por ejemplo, la tecnología de aditivos se puede implementar para producir armas robóticas para su uso en el proceso de empaquetado, logrando en días y semanas lo que anteriormente podría haber llevado meses.

Sin embargo, el principal desafío para que la impresión 3D se generalice en el empaquetado sigue siendo un mayor costo en la ampliación de la producción en comparación con otros formatos estándar.

Primeros inquilinos de una casa impresa en 3D de hormigón

Los habitantes de la primera casa holandesa de hormigón impresa en 3D reciben las llaves de una casa ubicada en Eindhoven, al sur de los Países Bajos. Se trata de la primera vivienda de cinco dentro del proyecto Milestone, que cumple con todos los estrictos requisitos de construcción de la región

Los socios del proyecto han realizado una casa con un diseño completamente original gracias a una extensa I+D que amplía la libertad de forma en la impresión de hormigón. *Project Milestone* es un proyecto conjunto de construcción e innovación de la Universidad Tecnológica de Eindhoven, Van Wijnen, Saint-Gobain Weber Beamix, Vesteda, el municipio de Eindhoven y Witteveen + Bos.

La casa

La casa es una vivienda unifamiliar de una planta con 94 metros cuadrados de superficie neta, una amplia sala de estar y dos dormitorios. La casa tiene la forma de una gran roca, que encaja bien con la ubicación natural y demuestra muy bien la libertad de forma que ofrece la impresión de hormigón en 3D. Gracias a un aislamiento extra grueso y una conexión a la red de calor, la casa es muy cómoda y energéticamente eficiente, con un coeficiente de rendimiento energético de 0,25.



Theo Salet, profesor de estructuras de hormigón, Universidad Tecnológica de Eindhoven afirma: *“Con este pequeño edificio, se ha dado un primer paso importante en el desarrollo de la construcción en una industria de fabricación de alta calidad. Desde el diseño hasta la implementación, la digitalización conduce a viviendas sostenibles y asequibles adaptadas a los deseos del ocupante. Estoy orgulloso de que el conocimiento que hemos desarrollado en TU / e haya llevado a esta innovación por parte de la industria, con la ayuda del municipio, en un corto período de tiempo”.*

Libertad de forma

Los socios pusieron el listón alto deliberadamente al diseñar la casa con la forma de una roca irregular. En los últimos años, se ha realizado la I+D necesaria para hacer posible la impresión de hormigón en todo tipo de formas. Fue especialmente difícil imprimir las paredes inclinadas, pero ahora los participantes del proyecto lo han dominado. Con el conocimiento adquirido, se ha abierto la puerta a un tipo de construcción completamente diferente a las habituales casas rectangulares.

Bas Huysmans, director ejecutivo de Weber Benelux: *“Con la impresión de elementos de pared autoportantes y aislados curvados en tres planos, hemos dado pasos importantes en este proyecto en el desarrollo de la impresión 3D de hormigón en la construcción. Junto con todos los socios, completamos un proceso desafiante y logramos un hogar muy especial. Creo que pronto podremos agregar con orgullo las casas Milestone a la lista de proyectos icónicos en Eindhoven”.*

Rápido y sostenible

En principio, las casas impresas se pueden construir mucho más rápido con más flexibilidad y diseños personalizados. Además, esto es más sostenible ya que se necesita menos hormigón. La ambición de los socios del Proyecto Milestone es que la impresión de hormigón en 3D se convierta eventualmente en un método de construcción sostenible que contribuya a resolver la escasez de viviendas.

Las próximas casas

Las cinco casas del Proyecto Milestone se están construyendo una tras otra para que cada nueva ronda de construcción pueda maximizar las oportunidades de aprendizaje de la anterior. Próximamente, los socios del proyecto comenzarán a trabajar en el diseño de las próximas viviendas, que tendrán varios pisos y, por lo tanto, requerirán un mayor desarrollo de la técnica.

El método de construcción

La casa consta de 24 elementos de hormigón impreso que se imprimieron capa por capa en la planta de impresión de Eindhoven. Los elementos fueron transportados en camión al sitio de construcción y colocados sobre una base. A continuación, se proporcionó a la casa un techo y marcos, y se aplicaron los toques finales.



La colaboración

Una característica del proyecto es la colaboración entre el gobierno, las instituciones del conocimiento y la industria. El municipio fue co-iniciador, impulsor de la innovación y facilitador del proyecto. TU/e realizó investigaciones y desarrolló modelos para permitir la impresión de hormigón en 3D, Saint-Gobain Weber Beamix desarrolló los tipos especiales de mortero de hormigón necesarios para la impresión en 3D y trabajaron juntos para desarrollar la tecnología de impresión. Witteveen + Bos trabajó en la ingeniería de edificios y los aspectos estructurales. La empresa constructora Van Wijnen dirigió el proyecto y construyó la casa.

Aprendizaje automático en agricultura: aplicaciones y técnicas

Recientemente se ha discutido el concepto emergente de agricultura inteligente que hace que la agricultura sea más eficiente y efectiva con la ayuda de la alta precisión de algoritmos. El mecanismo que lo impulsa es el aprendizaje automático, el campo científico que otorga a las máquinas la capacidad de aprender sin estar estrictamente programadas.

El aprendizaje automático está en todas partes durante todo el ciclo de cultivo y cosecha. Comienza con una semilla que se planta en el suelo, desde la preparación del suelo, la cría de semillas y la medición de la alimentación del agua, y termina cuando los robots recogen la cosecha y determinan la madurez con la ayuda de la visión por computadora.

Gestión de especies

Cría de especies: la selección de especies es un proceso tedioso de búsqueda de genes específicos que determinan la efectividad del uso del agua y los nutrientes, la adaptación al

cambio climático, la resistencia a las enfermedades, el contenido de nutrientes o un mejor sabor. El aprendizaje automático, en particular, los algoritmos de aprendizaje profundo, llevan décadas de datos de campo para analizar el rendimiento de los cultivos en diversos climas y las nuevas características desarrolladas en el proceso. Sobre la base de estos datos, pueden construir un modelo de probabilidad que prediga qué genes contribuirán más probablemente a un rasgo beneficioso para una planta.

Reconocimiento de especies: si bien el enfoque humano tradicional para la clasificación de plantas sería para comparar el color y la forma de las hojas, el aprendizaje automático puede proporcionar resultados más precisos y rápidos al analizar la morfología de la vena de la hoja que contiene más información sobre las propiedades de la hoja.



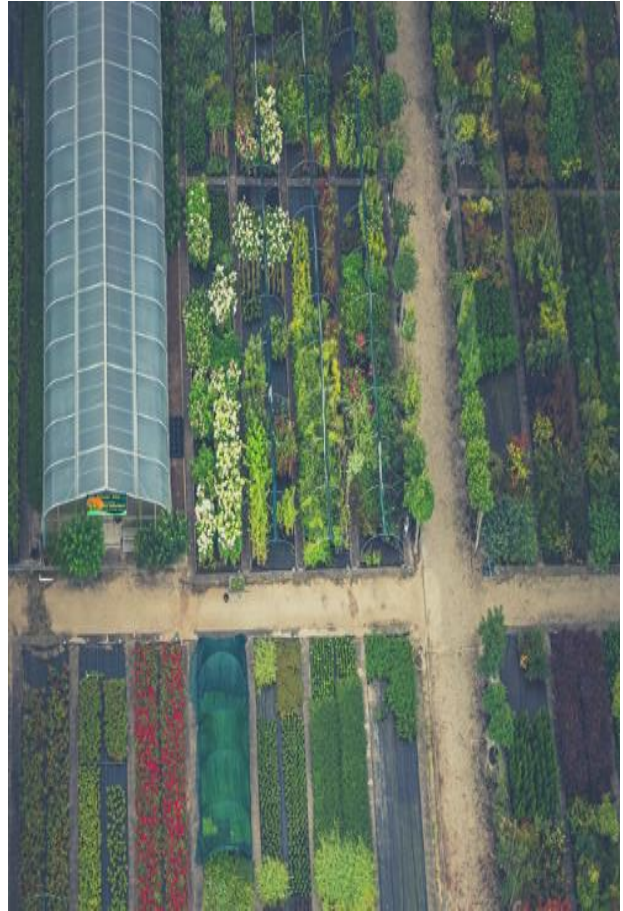
Gestión de las condiciones de campo

Gestión del suelo

Para los especialistas involucrados en la agricultura, el suelo es un recurso natural heterogéneo, con procesos complejos y mecanismos vagos. Solo su temperatura puede dar una idea de los efectos del cambio climático en el rendimiento regional. Los algoritmos de aprendizaje automático estudian los procesos de evaporación, humedad y temperatura del suelo para comprender la dinámica de los ecosistemas y el impacto en la agricultura.

Gestión del agua

La gestión del agua en la agricultura impacta el equilibrio hidrológico, climatológico y agronómico. Hasta ahora, las aplicaciones basadas en ML más desarrolladas están conectadas con la estimación de la evapotranspiración diaria, semanal o mensual, lo que permite un uso más eficaz de los sistemas de riego y la predicción de la temperatura diaria del punto de rocío, lo que ayuda a identificar los fenómenos meteorológicos esperados y a estimar la evapotranspiración y la evaporación.



Gestión de cultivos

Predicción del rendimiento: la predicción del rendimiento es uno de los temas más importantes y populares en la agricultura de precisión, ya que define el mapeo y la estimación del rendimiento, la correspondencia entre la oferta de cultivos y la demanda y la gestión de cultivos. Los enfoques de vanguardia han ido mucho más allá de la simple predicción basada en datos históricos, pero incorporan tecnologías de visión artificial para proporcionar datos sobre la marcha y un análisis multidimensional integral de cultivos, clima y condiciones económicas para aprovechar al máximo el rendimiento de agricultores y población.

Calidad del cultivo

La detección y clasificación precisas de las características de calidad del cultivo pueden aumentar el precio del producto y reducir los desechos. En comparación con los expertos humanos, las máquinas pueden utilizar datos e interconexiones aparentemente sin sentido para revelar nuevas cualidades que juegan un papel en la calidad general de los cultivos y para detectarlos.

Detección de enfermedades: tanto en condiciones al aire libre como en invernaderos, la práctica más ampliamente utilizada en el control de plagas y enfermedades es rociar uniformemente pesticidas sobre el área de cultivo. Para ser efectivo, este enfoque requiere

cantidades significativas de pesticidas, lo que resulta en un alto costo financiero e importante para el medio ambiente. ML se usa como parte de la gestión general de la agricultura de precisión, donde el aporte de agroquímicos se enfoca en términos de tiempo, lugar y plantas afectadas.

Detección de malezas: aparte de las enfermedades, las malezas son las amenazas más importantes para la producción de cultivos. El mayor problema en la lucha contra las malezas es que son difíciles de detectar y discriminar de los cultivos. La visión artificial y los algoritmos ML pueden mejorar la detección y discriminación de malezas a bajo costo y sin problemas ambientales ni efectos secundarios. En el futuro, estas tecnologías impulsarán robots que destruirán las malezas, minimizando la necesidad de herbicidas.

Gestión ganadera

Producción ganadera: de manera similar a la gestión de cultivos, el aprendizaje automático proporciona una predicción y estimación precisas de los parámetros de la agricultura para optimizar la eficiencia económica de los sistemas de producción ganadera, como la producción de ganado y huevos. Por ejemplo, los sistemas de predicción de peso pueden estimar los pesos futuros 150 días antes del día del sacrificio, lo que permite a los agricultores modificar las dietas y las condiciones respectivamente.



Bienestar animal: en el entorno actual, el ganado se trata cada vez más no solo como contenedores de alimentos, sino también como animales que pueden sentirse infelices y agotados de su vida en una granja. Los clasificadores de comportamiento de los animales pueden conectar sus señales de masticación a la necesidad de cambios en la dieta y por sus patrones de movimiento, como pararse, moverse, alimentarse y beber, pueden determinar la cantidad de estrés al que está expuesto el animal y predecir su susceptibilidad a las enfermedades, el peso ganancia y producción.

El aprendizaje de máquina agrícola, no es un truco o magia misteriosa, sino un conjunto de modelos bien definidos que recopilan datos específicos y aplican algoritmos específicos para lograr los resultados esperados.

La revisión de la literatura muestra que los modelos más populares en la agricultura son las redes neuronales artificiales y profundas (ANN y DL) y Support Vector Machines (SVM).

Aunque aún en el comienzo de su viaje, las granjas impulsadas por el ML ya están evolucionando hacia sistemas de inteligencia artificial, en la actualidad, las soluciones de aprendizaje automático abordan problemas individuales, pero con una mayor integración del registro automatizado de datos, el análisis de datos, el aprendizaje automático y la toma de decisiones en un sistema interconectado, las prácticas agrícolas cambiarían a la llamada agricultura basada en el conocimiento que poder aumentar los niveles de producción y la calidad de los productos.