

The Atlas Copco logo, consisting of the company name in a white serif font, is centered within a blue rectangular box. The box is positioned in the upper right corner of the page. The background of the entire page is a 3D-rendered industrial scene with glowing orange lines and dark blue structures, suggesting a smart factory or industrial automation environment.

Atlas Copco

A semi-transparent blue triangular overlay in the bottom left corner contains a technical drawing of a circular component. The drawing includes various lines, circles, and text labels such as '12.193.00391', '13.193.00391', '14.193.00391', '15.193.00391', '16.193.00391', '17.193.00391', '18.193.00391', '19.193.00391', '20.193.00391', '21.193.00391', '22.193.00391', '23.193.00391', '24.193.00391', '25.193.00391', '26.193.00391', '27.193.00391', '28.193.00391', '29.193.00391', '30.193.00391', '31.193.00391', '32.193.00391', '33.193.00391', '34.193.00391', '35.193.00391', '36.193.00391', '37.193.00391', '38.193.00391', '39.193.00391', '40.193.00391', '41.193.00391', '42.193.00391', '43.193.00391', '44.193.00391', '45.193.00391', '46.193.00391', '47.193.00391', '48.193.00391', '49.193.00391', '50.193.00391', '51.193.00391', '52.193.00391', '53.193.00391', '54.193.00391', '55.193.00391', '56.193.00391', '57.193.00391', '58.193.00391', '59.193.00391', '60.193.00391', '61.193.00391', '62.193.00391', '63.193.00391', '64.193.00391', '65.193.00391', '66.193.00391', '67.193.00391', '68.193.00391', '69.193.00391', '70.193.00391', '71.193.00391', '72.193.00391', '73.193.00391', '74.193.00391', '75.193.00391', '76.193.00391', '77.193.00391', '78.193.00391', '79.193.00391', '80.193.00391', '81.193.00391', '82.193.00391', '83.193.00391', '84.193.00391', '85.193.00391', '86.193.00391', '87.193.00391', '88.193.00391', '89.193.00391', '90.193.00391', '91.193.00391', '92.193.00391', '93.193.00391', '94.193.00391', '95.193.00391', '96.193.00391', '97.193.00391', '98.193.00391', '99.193.00391', '100.193.00391'.

Smart Integrated Assembly – Fabricación Industrial en la era de la Industria 4.0 y más allá

Para las personas y el planeta. Desafíos y tendencias que impulsan la fabricación hacia la Industria 5.0.

Contenido

1. Introducción

1.1	La Cuarta Revolución Industrial en camino hacia la Quinta	3
1.2	Objetivos y Metas	4
1.3	Público Objetivo	4

2. La digitalización de la Industria 4.0 en la Fabricación Industrial

2.1	Digitalización, Conectividad y Automatización	5
-----	---	---

3. El cambio de paradigma de la Industria 5.0

3.1	Industria 4.0 con consciencia	6
3.2	Humano, Resiliente and Sostenible	7
3.2.1	Centrado en las personas	7
3.2.2	Resiliente	7
3.2.3	Sostenible	8

4. Haciendo realidad la Industria 4.0 y más allá

4.1	En la mente de los fabricantes industriales de hoy	9
4.1.1	Agilidad	9
4.1.2	Automatización	9
4.1.3	Ciberseguridad	9
4.1.4	Digital Twins	10
4.1.5	Electrificación	10
4.1.6	Nuevos Socios	10
4.1.7	Complejidad de las adquisiciones	10
4.1.8	Cadena de suministro	11
4.1.9	Sostenibilidad	12

5. Fabricación Industrial 2030

5.1	Una mirada a la bola de cristal	13
-----	---------------------------------------	----

6. La ruta de Atlas Copco hacia el futuro

6.1	Más de un siglo de compromiso con la innovación y el desarrollo	14
6.2	Smart Integrated Assembly de Atlas Copco	14
6.3	Una alianza Integrada con una visión	16

1. Introducción

1.1 La Cuarta Revolución Industrial en camino hacia la Quinta

Preparados o no, la Industria 5.0 ya está aquí. Aunque muchos fabricantes industriales todavía están desarrollando fábricas inteligentes mediante la integración e interconexión de nuevas tecnologías, en esencia, los principios de la Industria 4.0, la siguiente fase de la industrialización ya está aquí.

La primera revolución industrial, o Industria 1.0, vio la luz por primera vez en Inglaterra a finales del siglo XVIII. En un mundo dominado por la agricultura y la artesanía, se introdujeron nuevos sistemas fabriles, industrias a gran escala y fabricación mecanizada. Impulsadas por el agua y el vapor, el resultado fueron procesos de fabricación más rápidos y un aumento significativo de la productividad.

El siguiente paso en la escala evolutiva industrial, la Industria 2.0, se produjo a finales del siglo XIX y principios del XX. La era de la "Revolución Tecnológica" fue impulsada por la introducción de la electricidad en la fabricación. Dado que las máquinas eléctricas eran mucho más eficientes y fáciles de manejar utilizando menos recursos humanos, la línea de producción en masa se convirtió en algo habitual. Las fábricas podían ahora producir una cantidad masiva de bienes en un tiempo récord. Industria 2.0 también vio el comienzo de las telecomunicaciones, las operaciones automáticas y la globalización.

La Industria 3.0, también llamada "Revolución Digital", se centró a finales de los 60 y principios de los 70 en la automatización impulsada por las tecnologías de la información y los ordenadores.

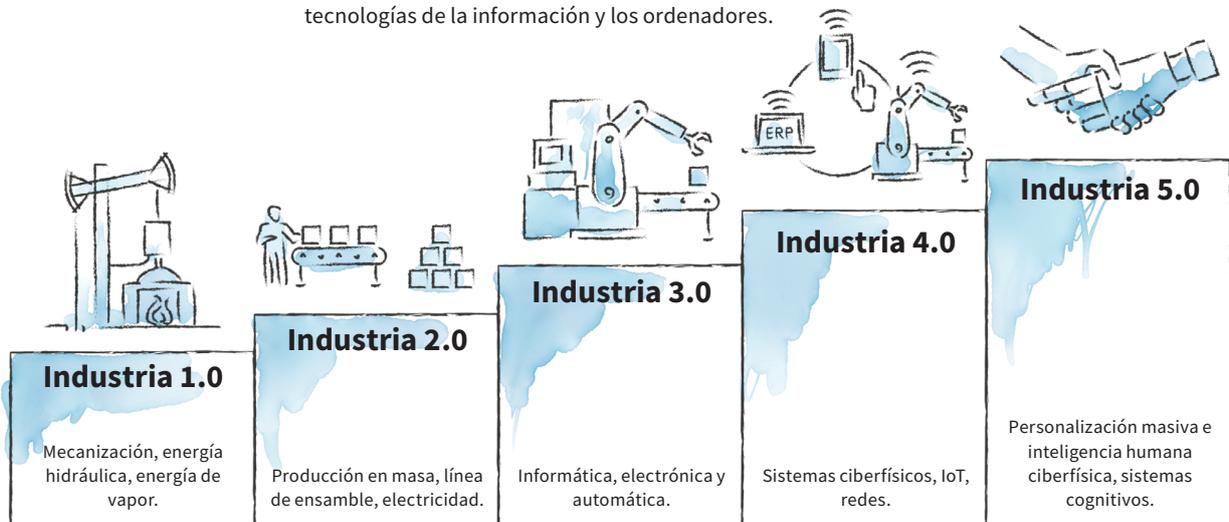
Esta era introdujo sistemas automatizados en la fabricación. Estos eran capaces de realizar tareas complicadas que antes solo hacían los humanos. Incluso al día de hoy, muchas fábricas modernas e industrias manufactureras siguen funcionando en la era de la Industria 3.0.

El concepto de Industria 4.0 se introdujo por primera vez en 2011 y rápidamente ganó adeptos en todo el mundo. Basado en la idea de procesos de fabricación digitalizados, basados en datos y conectados, el principal objetivo de la Industria 4.0 era aumentar la productividad mediante procesos de fabricación más eficientes y automatizados. En general, la Industria 4.0 se centra principalmente en impulsar los KPI's financieros y operativos tradicionales mediante la introducción de nuevas tecnologías.

La Industria 4.0 o "el futuro de la producción", como se le denominó en el momento de su introducción. Pero a pesar de ello, para muchos fabricantes industriales sigue siendo un reto aprovechar plenamente el potencial de sus promesas.

Mientras las ruedas de la fabricación industrial giran cada vez más rápido y el desarrollo sigue los procesos de fabricación aún más alto, solo cinco años después de la introducción de la Industria 4.0, en 2016 se publicó el primer artículo sobre la de la Industria 5.0.

La última década ha puesto en relieve la creciente complejidad de los problemas sociales,



económicos y medioambientales, lo que ha planteado la necesidad de preguntarse cómo puede vincularse más estrechamente la tecnología con la sociedad y el medio ambiente. Según la Comisión Europea, los desarrollos actuales de la Industria 4.0 se han desviado de la idea original de igualdad social y sostenibilidad y, en su lugar, se han inclinado hacia la digitalización para aumentar la eficiencia y la flexibilidad en la producción manufacturera.

El concepto de Industria 5.0 fue introducido por la Comisión Europea para hacer frente a la imperiosa necesidad de un cambio de paradigma en la fabricación industrial en comparación con la Industria 4.0. Una nueva dirección del progreso tecnológico y de la forma de medirlo. Donde la industria manufacturera mira más allá de la productividad y la eficiencia como únicos objetivos operativos, y refuerza el papel y la contribución de la industria a la sociedad y al medio ambiente.

La Industria 5.0 no sustituye a la Industria 4.0, sino que utiliza las tecnologías ya disponibles en la actualidad para impulsar una transición hacia una industria manufacturera más centrada en el ser humano, resistente y sostenible. Cambia el enfoque del valor para el accionista al valor para las partes interesadas, yendo más allá de la producción de bienes y servicios con fines lucrativos. Del valor económico al valor social. Del bienestar al bienestar. Y, al hacerlo, proporciona prosperidad más allá del empleo y el crecimiento, al tiempo que sitúa al trabajador en el centro del proceso de producción y respeta los límites de producción de nuestro planeta.

La Industria 5.0 no sustituye a la Industria 4.0, sino que utiliza las tecnologías ya disponibles en la actualidad para impulsar una transición hacia una industria manufacturera más centrada en el ser humano, resistente y sostenible. Cambia el enfoque del valor para el accionista al valor para las partes interesadas, yendo más allá de la producción de bienes y servicios con fines lucrativos. Del valor económico al valor social. Del bienestar al bienestar. Y, al hacerlo,

proporciona prosperidad más allá del empleo y el crecimiento, al tiempo que sitúa al trabajador en el centro del proceso de producción y respeta los límites de producción de nuestro planeta. Pero una adaptación que es tan importante y tan inmediata que no subirse al carro pone en peligro su supervivencia a largo plazo.

1.2 Objetivos y Metas

Este libro técnico es el último de una serie publicada por Atlas Copco sobre los retos y las tendencias en la fabricación industrial. El objetivo de este informe específico, elaborado a principios de 2023, es ofrecer una descripción general de los conceptos impulsores de la Industria 4.0 y la Industria 5.0, así como de los vínculos y diferencias entre ellos.

Destacar las tendencias actuales en la fabricación industrial que apoyan la plena implantación de la Industria 4.0, pero sobre todo las tendencias que impulsan la consecución del siguiente paso en la evolución industrial, la Industria 5.0.

El objetivo es ayudar a los fabricantes industriales a posicionar mejor sus empresas y procesos de fabricación de apoyo para satisfacer las demandas futuras de empleados, clientes, socios, autoridades gubernamentales y otras partes interesadas. El cumplimiento de estas exigencias decidirá qué empresas tendrán éxito o incluso sobrevivirán en un futuro no muy lejano.

1.3 Público Objetivo

Este informe técnico está desarrollado para las industrias de fabricación y ensamble que operan en entornos de mercado altamente competitivos. Aborda los desafíos comerciales y tecnológicos que enfrentan quienes influyen y toman decisiones sobre inversiones en equipos y procesos de fabricación y ensamble, donde los factores que impulsan las decisiones son la satisfacción de los empleados y los clientes, la productividad, la rentabilidad y la sostenibilidad. Pero también, en última instancia, la supervivencia de sus empresas.

2. La digitalización de la Industria 4.0 en la Fabricación Industrial

2.1 Digitalización, Conectividad y Automatización

La Industria 4.0, o cuarta revolución industrial, tiene las características de cambiar profundamente la forma en que las empresas fabrican, mejoran y distribuyen sus productos. Si bien términos como fábrica inteligente, fabricación inteligente e industria inteligente se utilizan globalmente y son esencialmente sinónimos, la Industria 4.0 también se conoce como Internet industrial o Internet industrial de las cosas.

Al integrar nuevas tecnologías, análisis de datos, inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático en sus instalaciones de producción, los fabricantes están creando fábricas inteligentes de la Industria 4.0. Una vez implementadas, el potencial comercial es enorme y ofrece nuevos niveles de eficiencia operativa y capacidad de respuesta a las demandas de los clientes.

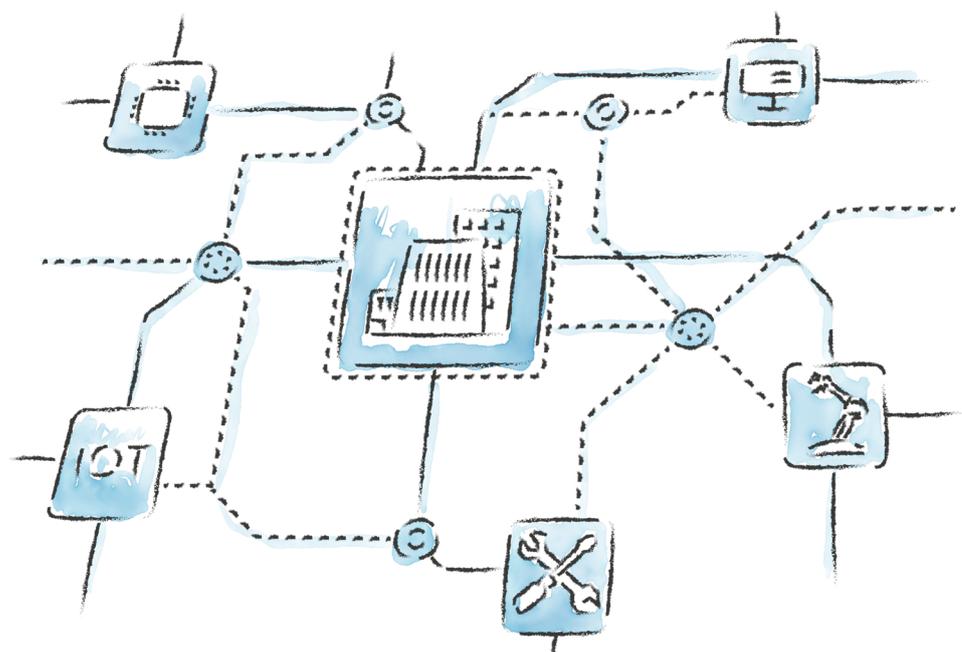
La Industria 4.0 representa la integración de la tecnología de la información y la comunicación en la producción industrial. O en otras palabras, liberar y hacer realidad la inteligencia en la fabricación industrial.

La Industria 4.0 se basa en la idea de una fabricación digitalizada, basada en datos y conectada con procesos. El objetivo principal es aumentar la productividad mediante procesos de fabricación

La Fábrica Inteligente

Una fábrica inteligente es una instalación de fabricación digitalizada y altamente automatizada que utiliza dispositivos, maquinaria y sistemas de producción conectados para recopilar y compartir datos continuamente. Datos que luego se utilizan para mejorar los procesos, así como para abordar de forma proactiva cualquier problema que pueda surgir a lo largo de la línea de producción.

Las fábricas inteligentes son posibles gracias a diversas tecnologías, como la inteligencia artificial (IA), el análisis de macrodatos, la computación en la nube y el Internet de las Cosas (IoT) industrial.



más eficientes, flexibles y automatizados. Esto permite recopilar datos de muchas fuentes de producción y realizar análisis de big data. Estos conocimientos mejoran aún más la eficiencia operativa en un proceso de mejora continua. En general, la Industria 4.0 está orientada a la tecnología y se centra en impulsar los KPI financieros y operativos tradicionales mediante la introducción de nuevas tecnologías.

Las fábricas inteligentes de la Industria 4.0 impulsan procesos de fabricación más ágiles y productivos, con una mayor eficiencia de los recursos, reducción de los residuos, ciclos de vida más largos de los equipos de maquinaria y mejores condiciones de trabajo para los empleados.

Por tanto, las fábricas inteligentes son también un importante facilitador de la transición a una sociedad con bajas emisiones de carbono o, en otras palabras, de la lucha contra el cambio climático.

En la era de los sistemas ciberfísicos, en la que confluyen sistemas físicos, digitales y virtuales, la Industria 4.0 no sólo consiste en conectar máquinas.

Incluye la integración de los sistemas automatizados con los sistemas empresariales, la automatización, la robotización y las tecnologías avanzadas. Estas últimas incluyen los gemelos digitales, la IA, la conectividad basada en redes inalámbricas de alta velocidad, la nube y la virtualización.

Las exigencias a los procesos de fabricación y producción para mantener una ventaja competitiva cambian y aumentan constantemente. A pesar de ver la primera luz del día hace unos diez años, la realización de las promesas que ofrece la Industria 4.0 ha resultado ser un reto para muchos fabricantes. De hecho, solo en los últimos años se ha dispuesto de la tecnología necesaria para crear realmente procesos digitalizados basados en datos y fábricas inteligentes. Pero para los que aún no están en el camino hacia la implantación de la Industria 4.0, el tiempo podría estar acabándose.

3. El cambio de paradigma de la Industria 5.0

3.1 Industria 4.0 con conciencia

La Industria 5.0 representa un cambio de paradigma empresarial estratégico en la fabricación industrial. Un cambio de un enfoque centrado en el valor económico a un enfoque centrado en el valor social. Del bienestar al bienestar. Nunca antes se había producido una reorientación tan fundamental de los objetivos centrales de la fabricación industrial.

Acuñada por la Unión Europea pero adaptada a escala mundial, la Industria 5.0 se basa en tres pilares estratégicos empresariales: HumanCentric, Resilient y Sustainable. Proporciona una visión de la industria con el objetivo de ir más allá de productividad y la eficiencia, y refuerza el papel y la contribución de la fabricación industrial a la sociedad. Un equilibrio entre el Desarrollo económico de las empresas y la aportación de una solución a importantes cuestiones sociales y ecológicas respetando las limitaciones de los recursos del planeta.

La Industria 5.0 sitúa el bienestar del trabajador en el centro de la producción y, al hacerlo, se centra en las interacciones colaborativas entre

humanos y máquinas. Para afrontar la complejidad de la fabricación del futuro en lo que se refiere a una mayor personalización, el hombre y la máquina deben estar interconectados mediante un proceso de fabricación robotizado que utilice sus respectivas ventajas y posibilidades.

¿Qué diferencias tecnológicas existen entre la Industria 5.0 y 4.0? En realidad, las similitudes superan a las diferencias. A diferencia del pasado, la transición a la Industria 5.0 no va acompañada de un cambio revolucionario ni de un salto tecnológico. Por el contrario, las tecnologías en las que se basa la Industria 5.0 ya están disponibles. Las similitudes continúan, ya que ambos conceptos industriales se centran en la sostenibilidad y en soluciones que hagan más resistentes las cadenas de suministro.

La principal diferencia es, la conexión entre industria, sociedad y ecología a través de la tecnología. Mientras que la 4.0 se centra en la tecnología, la 5.0 se centra en las personas.

Con la mayor parte de la fabricación industrial las empresas aún están en fase de ejecución para hacer realidad las ambiciones de la Industria 4.0, pero la Industria 5.0 apunta al futuro.

Aborda los actuales problemas macrosociales, de mercado y medioambientales, pero también ofrece posibles soluciones.

La Industria 5.0 no es un salto tecnológico hacia adelante, sino que proporciona un propósito y una dirección regenerativos a la transformación digital tecnológica descrita en la Industria 4.0. En este sentido, la Industria 5.0 es el objetivo a largo plazo hacia el que pueden, y sobre todo deben, orientarse los desarrollos en curso en la fabricación industrial.

3.2 Humano, Resiliente y Sostenible

3.2.1 Human-Centric

La diferencia principal entre la Industria 4.0 y la 5.0 es la relación entre humanos y máquinas en el proceso de fabricación. La Industria 5.0 añade un importante toque humano a la automatización de la Industria 4.0.

La Industria 5.0 está relacionada con el apoyo, no el reemplazo humano en la fabricación industrial y, al hacerlo, se adaptan las tecnologías que ayudan a las personas.

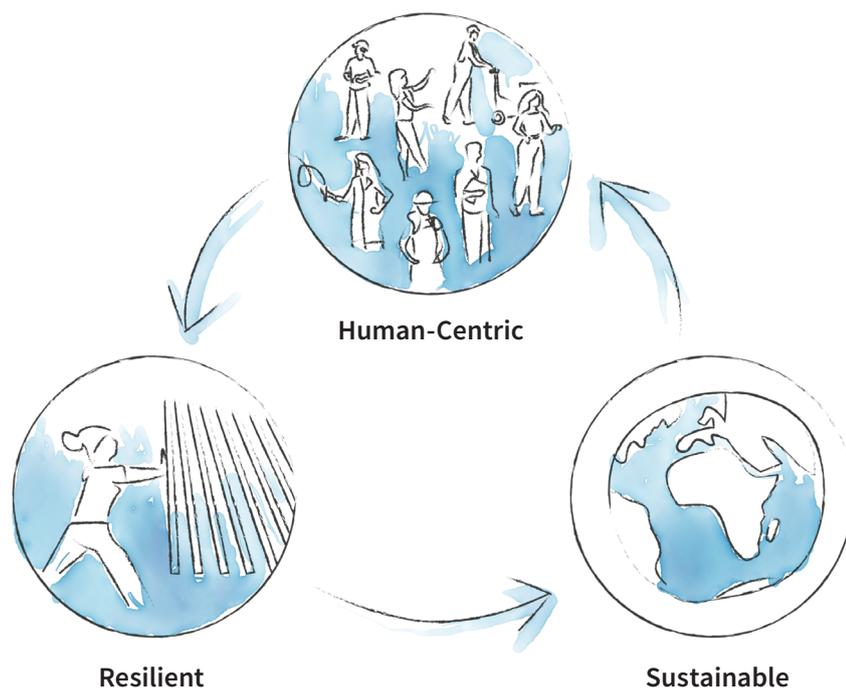
La falta de una perspectiva humana o incluso la subordinación de los trabajadores humanos a la tecnología que es evidente en la Industria 4.0, representa una gran desventaja y un desperdicio de potencial colaborativo. En cambio, al permitir que los humanos y las máquinas trabajen más alineados, se abren numerosas oportunidades.

Volver a situar al ser humano en el centro de la producción industrial, con el apoyo de robots colaborativos o "cobots", no sólo facilita una producción cualitativa y ágil, sino que proporciona a los trabajadores puestos de trabajo más significativos de lo que ha sido la realidad durante más de un siglo. Los fabricantes que comprendan y utilicen el valor de combinar la intuición humana, la adaptabilidad y la capacidad para resolver problemas y el pensamiento crítico con la coherencia y la capacidad de proporcionar una precisión operativa mejor que la que ofrecen los robots obtendrán ventajas cuantificables.

Las tecnologías que se adaptan a las personas en lugar de lo contrario no sólo capacitan a los trabajadores para ofrecer los mejores resultados a los clientes. También aumenta la capacidad operativa para reaccionar ante procesos de fabricación cada vez más complejos y comportamientos incoherentes de los clientes, y contribuye a que los entornos de fabricación sean más seguros.

3.2.2 Resiliente

Resiliencia, definida como la capacidad de resistir



perturbaciones y acontecimientos catastróficos no se ha destacado especialmente dentro del concepto de la Industria 4.0. La pandemia COVID-19, con sus cierres de fábricas y cambios en el comportamiento de los consumidores, ha puesto de relieve la necesidad de que los fabricantes se centren en la resistencia operativa. Aumentar su capacidad para mitigar las interrupciones de la cadena de suministro, pero también mejorar su capacidad operativa para resistir y recuperarse de las que aún se produzcan.

Una estrategia resiliente es "ágil y resistente con tecnologías flexibles y adaptables", según la definición de la Comisión Europea. Con los recientes acontecimientos ocurridos en todo el mundo, pocos estarían en desacuerdo con que la resiliencia es clave para mantener la competitividad y, en última instancia, la supervivencia operativa. Hoy y en el futuro.

Hoy en día, las empresas se rigen en gran medida por parámetros de productividad y rentabilidad y, aunque la agilidad y la flexibilidad llevan mucho tiempo en la agenda corporativa, no son el motor de la resiliencia.

Para que la resiliencia sea realmente una piedra angular de la estrategia corporativa, el enfoque operativo debe dejar de centrarse en el crecimiento, la rentabilidad y la eficiencia. En su lugar, hay que crear una organización robusta que sea capaz de anticiparse, reaccionar y, de forma sistemática y oportuna, aprender de cualquier crisis y garantizar así un rendimiento operativo estable y sostenible. La proactividad, la flexibilidad, la adaptación y la redundancia son factores clave para crear resistencia en las operaciones industriales.

La capacidad de recuperación implica la comprensión de la situación, la adaptación a la nueva situación y la gestión de las vulnerabilidades, y aquí la visibilidad de la información y la integración de la información en todos los procesos pueden desempeñar un papel crucial. Las nuevas tecnologías ofrecen la posibilidad de rastrear la información (trazabilidad de los procesos), lo que contribuye al objetivo de resiliencia. Estas nuevas tecnologías

están habilitadas a través de plataformas inteligentes para redes de colaboración, pero a su vez requieren una atención adicional a las amenazas a la ciberseguridad.

Una vez más, volver a situar a las personas en el centro de la fabricación vale la pena. Las personas son uno de los factores más cruciales para lograr una fabricación resistente, ya que a menudo son las primeras en detectar las anomalías, y su formación y educación, concienciación y liderazgo, así como su habilidad y talento, pueden marcar la diferencia.

3.2.3 Sostenible

Los esfuerzos de sostenibilidad corporativa de la Industria 4.0 se han centrado en gran medida en reducir o minimizar el daño medioambiental o en el greenwashing. Al avanzar hacia la Industria 5.0, adoptar plenamente la sostenibilidad en la estrategia de fabricación implica mucho más de lo que se hace actualmente. En lugar de limitarse a tratar de reducir el impacto medioambiental negativo de la empresa y sus operaciones, las empresas verdaderamente sostenibles de la Industria 5.0 se centran en aumentar su impacto positivo no contribuyendo al reto medioambiental actual.

A diferencia de las transformaciones industriales anteriores, la Industria 5.0 considera la protección del medio ambiente como una prioridad inmediata con un sentido que va más allá de la fabricación de productos para obtener beneficios. Para lograrlo, la Industria 5.0 utiliza la fabricación inteligente, la automatización y los robots para beneficiar no solo a la industria y a las métricas operativas actuales, sino también a los empleados y a la sociedad.

Con unas fuerzas impulsoras medioambientales comunes, los fabricantes pueden centrarse en soluciones respetuosas con el medio ambiente conseguidas mediante la incorporación de nuevas tecnologías y el replanteamiento de los procesos de producción con respecto a las repercusiones medioambientales. Las empresas deben orientarse cada vez más hacia la fabricación ecológica y empezar a crear entornos neutros en carbono. Ser parte de la solución, en lugar de ser parte del problema.

4. Hacer realidad la Industria 4.0 y más allá

4.1 En la mente de los fabricantes industriales de hoy

Independientemente de su nivel de madurez en la Industria 4.0, los fabricantes industriales se enfrentan continuamente a combinaciones de retos habituales, pero también a retos únicos e inesperados que deben abordar.

Cuando se superan, estas soluciones tecnológicas o adaptaciones operativas pueden representar una importante ventaja competitiva o incluso ser un paso más en el camino hacia la consecución de la Industria 5.0. De la agilidad a la sostenibilidad, estos son algunos de los retos y tendencias que más preocupan a los líderes de la fabricación industrial en 2022.

4.1.1 Agilidad

Con un ritmo de desarrollo y cambio cada vez mayor, la capacidad de abordar una producción cada vez más compleja y gestionar diferentes mezclas de productos y condiciones que cambian rápidamente es un reto importante para muchos fabricantes industriales.

La vida útil de los productos es cada vez más corta. La complejidad de la producción aumenta y las condiciones de mercado cambian.

¿Cómo satisfacer futuras demandas de clientes? ¿Qué inversiones perdurarán en el tiempo? ¿Hay que reducir o aumentar las capacidades de producción en un plazo de 12 a 18 meses?

La agilidad, la capacidad de adaptarse rápidamente, es un reto clave, pero también una oportunidad si se aprovecha en un mundo de fabricación en el que ya no existe la previsión lineal.

4.1.2 Automatización

La automatización ofrece una respuesta de futuro a los requisitos, cada vez más precisos, de las instalaciones y permite el máximo control de la cadena de ensamble.

Acorta los recorridos de producción y aumenta la eficacia de la cadena de ensamble. Ventajas que permiten procesos de fabricación más flexibles, aumentando el rendimiento y la productividad, así como generando un entorno de trabajo más ergonómico, sostenible y seguro para los operadores. Todo ello se consigue reduciendo los costos operativos y mejorando la rentabilidad de la inversión.

La automatización moderna combina lo mejor de

los dos mundos: robótico y humano.

Pero no sólo las soluciones fijas tradicionales, como los robots industriales, sino también el software pueden ayudar a automatizar la producción.

El valor básico fundamental de un robot reside en su repetibilidad y fiabilidad, mientras que el valor de un operario humano reside en la capacidad de adaptarse a requisitos y condiciones cambiantes.

Llevando la interacción entre humanos y robots un paso más allá, los robots colaborativos, o cobots, se desarrollan para trabajar junto a los humanos en entornos de producción, automatizando así la producción al tiempo que capacitan al operador.

La automatización puede aplicarse a todos los niveles del proceso de fabricación. Desde herramientas individuales, pasando por puestos de operador, hasta líneas de ensamble completas.

Dado que la mayoría de los procesos de fabricación comienzan y terminan con multitud de operaciones de apriete, el proceso de apriete es, en particular, un área en la que la automatización resulta rentable. Dentro del apriete, pero también en general, la industria del automóvil lidera en muchos sentidos los esfuerzos de automatización en la fabricación industrial. Soluciones que sin duda son relevantes para otras industrias manufactureras.

4.1.3 Ciberseguridad

A medida que las iniciativas de fábricas inteligentes siguen ganando terreno entre los fabricantes, también lo hacen los riesgos de ciberseguridad que se derivan de ellas. Una vez que los sistemas de automatización y control están totalmente conectados, la organización se abre a una multitud de riesgos de seguridad que afectan a las personas, la tecnología, los procesos y la propiedad intelectual.

Muchas empresas de fabricación son objeto de ataques de ciberdelincuencia. Estos pueden incluir espionaje industrial, extorsión mediante ransomware, denegación de servicio y robo de datos financieros y operativos. Muchos de estos incidentes están en parte asociados a los sistemas de control utilizados para gestionar las operaciones industriales. Estos sistemas de control constituyen las tecnologías operativas (OT) que permiten el funcionamiento de las instalaciones

industriales.

Por tanto, los fabricantes deben ser cada vez más conscientes de la ciberdelincuencia y de cómo prevenirla. Esto incluye formar a los empleados sobre los tipos de amenazas que pueden encontrarse y qué hacer en caso de ciberataque. Incluye planificar cómo responder a las amenazas, pero también cómo recuperarse de un ataque. Es necesario invertir en un programa de gestión cibernética integral que se extienda a toda la empresa (TI y OT) para identificar, proteger, responder y recuperarse de los ciberataques.

4.1.4 Digital Twins

Los gemelos digitales fusionan los mundos físico y digital y proporcionan a los fabricantes industriales una importante herramienta para aumentar la productividad y racionalizar las operaciones. Al crear una representación virtual del activo físico, como una herramienta, una junta, un proceso complejo o incluso toda una planta de fabricación, se pueden realizar simulaciones antes de poner los activos en producción. Las simulaciones sirven de apoyo al análisis de compensaciones o a la optimización en tiempo real. También permiten a los clientes finales visualizar la producción de, por ejemplo, el vehículo que han pedido, creando así una conexión emocional con ellos.

Un gemelo digital se basa en datos. Estos datos pueden proceder de sensores conectados en red o de una entrada manual. Cuantos más sensores y otras entradas de datos haya para alimentar un gemelo digital, mejor y más accesible será la información. Una información que representa una enorme oportunidad para los equipos de gestión, ingeniería y diseño, producción y operaciones. Los gemelos digitales ayudan a abordar los retos de cualquier proceso de fabricación específico. Mejoran la capacidad de probar escenarios, el rendimiento de los activos y la capacidad de prever proactivamente errores de producción y mantenimiento.

Los gemelos digitales forman parte integral de la creación de fábricas inteligentes, donde ofrecen perspectivas y posibilidades que conllevan importantes ventajas de fabricación:

- Reducción de residuos
- Mejorar la eficiencia operacional
- Tiempo de actividad mejorado
- Longevidad de los equipos
- Mantenimiento proactivo preventivo
- Mejora del ROI de los equipos

4.1.5 Electrificación

La electrificación, el proceso de sustitución de tecnologías alimentadas con combustibles fósiles por otras que utilizan electricidad procedente de fuentes de energía renovables, está cambiando la fabricación industrial y el mundo que nos rodea. Impulsada por empleados, clientes, socios, autoridades gubernamentales y otras partes interesadas, la sostenibilidad figura con razón en la agenda de muchos fabricantes. Además de desempeñar un papel importante en la reducción de las emisiones operativas de CO₂, la electrificación de la fabricación industrial puede reducir los costos de mantenimiento de los equipos y mejorar la eficiencia.

En ningún lugar es más evidente el paso a la electricidad que en la industria del automóvil. Una transición hacia la movilidad eléctrica impulsada por las nuevas tecnologías. Los primeros vehículos funcionaban todos con baterías y ahora el concepto de vehículo eléctrico (VE) ha cerrado el círculo.

4.1.6 Nuevos Socios

Las industrias de fabricación necesitan encontrar y desarrollar nuevas asociaciones para mantenerse en un mercado en el que cada vez es más difícil mantener por sí solas una posición de liderazgo a lo largo de todo el proceso de fabricación, desde el desarrollo hasta la implantación operativa. La innovación colaborativa, o co-creación, es una fuerza impulsora cuando los fabricantes buscan nuevas asociaciones. Para responder a la necesidad de transformación, los fabricantes industriales están contratando a empresas innovadoras en el ámbito del diseño y la sostenibilidad, en muchos casos empresas de nueva creación, que no tienen un legado específico en el sector ni limitaciones en cuanto a tecnología o mentalidad, y que ya se encuentran en la fase de arquitectura.

Cada vez se asociarán más industrias, como los fabricantes de electrónica de consumo con los de la industria automovilística. Se crearán nuevas segmentaciones del mercado en las que se borrarán las fronteras verticales. La colaboración a todos los niveles en pos de una visión mutua y un objetivo común es hoy la clave del juego.

4.1.7 Complejidad de las adquisiciones

Los procesos de compra de los fabricantes industriales son cada vez más complejos y cada vez intervienen más personas influyentes y

responsables de la toma de decisiones. Los grupos de compras asignados crecen en tamaño y, con un número cada vez mayor de personas implicadas, las decisiones se retrasan, las inversiones necesarias se posponen o incluso no llegan a realizarse.

Otro fenómeno es el "arrepentimiento de compra". A la hora de decidir inversiones de fabricación complejas, los compradores seleccionan las soluciones con los mínimos denominadores comunes. Esto puede llevarles a elegir, sin saberlo y sin querer, soluciones demasiado simplificadas que rápidamente pueden convertirse en un error. Esto se ve agravado por el hecho de que muchos recurren a fuentes digitales en línea descoordinadas para de información o incluso de pedidos.

Aquellos proveedores que puedan facilitar, simplificar y coordinar los procesos de compra y guiar a los grupos de compra proporcionarán una ventaja decisiva a los fabricantes industriales a la hora de tomar decisiones de inversión mejores y más rápidas. Los representantes de ventas con competencia en compras de clientes apoyados por soluciones de autoservicio o incluso procesos de compra automatizados en los que las máquinas hacen pedidos a las máquinas cuando lo necesitan. La rentabilidad comienza con procesos de compra eficaces y los fabricantes deben asociarse con proveedores que entiendan a sus clientes desde el principio.

4.1.8 Cadena de suministro

Cierres de fábricas, cambios en el comportamiento de los consumidores que dificultan la previsión de la demanda, fenómenos meteorológicos extremos. Si algo han demostrado los acontecimientos de los dos últimos años es la necesidad de que los fabricantes industriales aseguren su cadena de suministro en condiciones de mercado impredecibles e inestables. Aumentar la capacidad de mitigar las interrupciones de la cadena de suministro, pero también mejorar la capacidad operativa para resistir y recuperarse de las que aún se produzcan.

Mientras aún se recuperan del impacto de la pandemia COVID-19, las cadenas de suministro se ven ahora afectadas por el aumento de la inflación y los salarios, la escasez de materiales y mano de obra, el incremento de los costos energéticos y el aumento del proteccionismo geopolítico. Las interrupciones de la cadena de suministro dejan a las organizaciones incapaces de asegurar los materiales necesarios para la producción, prever la demanda, predecir la oferta y cumplir los

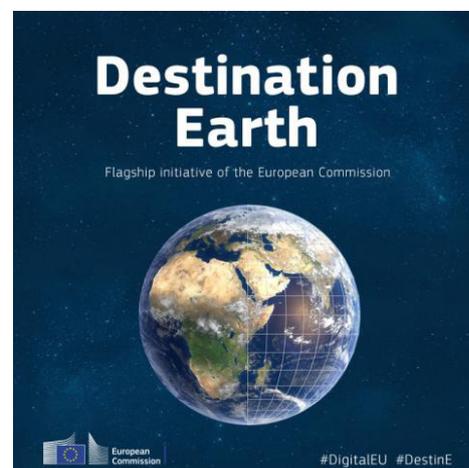
acuerdos de entrega.

En resumen, la cadena de suministro es un factor clave para el éxito competitivo.

Muchos fabricantes están recurriendo a la tecnología para resolver los retos de su cadena de suministro y, al hacerlo, están avanzando hacia cadenas de suministro totalmente digitales, inteligentes y parcialmente automatizadas. Es evidente la necesidad de acelerar la transformación digital de las cadenas de suministro mediante la integración, la automatización y ecosistemas conectados y seguros. Una digitalización que impulse la flexibilidad, la agilidad, la transparencia y la visibilidad a lo largo de toda la cadena de suministro, facilitando la gestión de los flujos de información y descubriendo los conocimientos necesarios para garantizar la continuidad de las operaciones. Incluso cuando se enfrentan a grandes interrupciones.

Una de esas tecnologías digitales a la que muchos fabricantes están recurriendo para mejorar y asegurar la resistencia de su cadena de suministro son los gemelos digitales, representaciones virtuales de herramientas físicas, procesos o incluso fábricas enteras. Los gemelos digitales pueden ayudar a identificar ineficiencias y cuellos de botella en las cadenas de suministro y ayudar a los fabricantes a tomar decisiones informadas a la hora de seleccionar los proveedores, instalaciones y capacidades de transporte adecuados. También pueden ser útiles para evaluar distintos escenarios y medir la resistencia de la cadena de suministro de la organización.

La iniciativa Destino Tierra (DestinE), lanzada por la Comisión Europea en la primavera de 2022, lleva el concepto de gemelo digital a un nivel planetario.



Se desarrollará un modelo digital de la Tierra de gran precisión que ayudará a predecir la actividad natural y humana, y a desarrollar y probar escenarios, previsiones y visualizaciones. La información de alta calidad se pondrá gradualmente a disposición del sector privado y será un valioso complemento para que los fabricantes puedan predecir fenómenos extremos que podrían tener implicaciones en su cadena de suministro.

4.1.9 Sostenibilidad

El sector industrial, que incluye la industria manufacturera, es responsable de aproximadamente una **quinta parte** de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero. Además, el sector industrial consume aproximadamente **la mitad de los recursos energéticos mundiales**. Existe, por tanto, una necesidad inmediata de que las empresas manufactureras utilicen de forma más eficiente y sostenible los limitados recursos de la Tierra, minimizando al mismo tiempo el impacto sobre el medio ambiente medido en términos de huella de carbono.



La sostenibilidad se está convirtiendo rápidamente en una cuestión de supervivencia, pero aún está en pañales en muchos aspectos a la hora de competir con los indicadores tradicionales de las empresas, como la productividad, la eficiencia y la flexibilidad. Esto está cambiando rápidamente, pero la pregunta sigue siendo: ¿cómo medir la sostenibilidad en un mundo impulsado por los indicadores clave de rendimiento relacionados con la productividad y la eficiencia?

Empleados, clientes, socios y proveedores exigen a los fabricantes industriales que trabajen de forma más sostenible, pero no existen métodos que permitan evaluarlos y medirlos en función de las métricas actuales que figuran en un balance. ¿Cómo demostrar el valor empresarial de la sostenibilidad fuera del valor de marca o limitándose a medir únicamente las métricas específicas relacionadas con la sostenibilidad y el impacto medioambiental?

En un futuro próximo, las normas financieras que permitan calcular el rendimiento de la inversión en sostenibilidad en relación con las métricas de rendimiento tradicionales ayudarán a los fabricantes industriales a medir el impacto final de la sostenibilidad en su balance. Además de poner de relieve las ventajas cuantificables que la sostenibilidad puede ofrecer a la rentabilidad de una empresa, las normas también facilitarán la búsqueda y evaluación de nuevos proveedores y socios.

Pero quizá ya exista una medida de este tipo: la tarificación del carbono. Al captar los costos externos de la emisión de carbono e imponer una tasa sobre esas emisiones, el coste se devuelve a su origen. Estos costos pueden incluir la pérdida de propiedades debido a la subida del nivel del mar, los daños a las cosechas causados por los cambios en los patrones de precipitaciones o los costos sanitarios asociados a las olas de calor y las sequías.

La señal de precios modifica los patrones de consumo e inversión, haciendo compatible el desarrollo económico con la protección del clima, trasladando de hecho la responsabilidad de pagar los daños del cambio climático del público a los productores de emisiones. Los productores tienen así la opción de reducir sus emisiones para evitar pagar un precio elevado o seguir emitiendo pero teniendo que pagar por sus emisiones.

En efecto, la tarificación del carbono constituye un potente instrumento financiero para desviar las inversiones de las tecnologías basadas en las altas emisiones de CO₂ hacia alternativas más limpias.

5. Fabricación Industrial 2030

5.1 Una mirada en la bola de cristal

El ritmo del cambio en la fabricación industrial nunca ha sido tan rápido. Debido a los avances tecnológicos y a las nuevas normativas, se prevé que en los próximos años se produzcan más cambios en los procesos de fabricación industrial que en los 50 años anteriores.

Mirando en la bola de cristal, he aquí algunos de los principales hitos que aguardan en un futuro no tan lejano.

- Las personas y los robots colaborativos ("cobots") coexistirán cada vez más en las fábricas inteligentes, donde podrán desplazarse donde sea necesario en el proceso de ensamble.
- Los operadores cualificados y experimentados seguirán siendo un recurso escaso y, con el creciente número de ellos que se jubilarán en los próximos años, ¿cómo reemplazar su nivel de especialización?
- El compromiso universal con los objetivos medioambientales basados en la ciencia requerirá asociaciones entre los proveedores de equipos y los usuarios finales. Asociaciones que ayudarán a conseguir reducciones de la huella de carbono en apoyo del objetivo de limitar el cambio climático.
- Cambiar de la clásica línea de producción a una producción en módulos.
- Enfoque integral del control de calidad, incluida la trazabilidad de los procesos de reelaboración, reparación y reserva.
- Con el aumento de las necesidades de conectividad aumentan también las necesidades de soluciones de ciberseguridad.
- Los volúmenes de producción de modelos más pequeños obligan a reutilizar las inversiones en equipos de producción. Esto también genera una complejidad adicional en la línea de producción que, combinada con el impulso de una mayor automatización, introducirá el término "automatización flexible" en los procesos de fabricación del mañana.
- Inteligencia basada en redes y preparada para el futuro. La mayor parte de la fabricación avanzada se llevará a cabo en una arquitectura de red altamente distribuida. En contraste con la filosofía jerárquica tradicional con un "cerebro maestro" que reparte órdenes a entidades de nivel inferior.
- En el futuro, el producto que se ensambla llevará la información relativa a sus necesidades, estado y capacidades. Esto comunicará automáticamente a los activos de producción circundantes qué tareas de ensamble deben realizarse, en qué orden y por qué tipo de activo. Cada uno de estos activos será un sistema ciberfísico con necesidades y capacidades en el mundo físico, así como su gemelo digital actualizado en tiempo real.



6. La ruta de Atlas Copco hacia el futuro

6.1 Más de un siglo de compromiso con la innovación y el desarrollo

Smart Connected Assembly. Smart Connected Assembly – Powered by Data. Smart Integrated Assembly. Tenemos una hoja de ruta conceptual probada para hacer realidad las promesas de la Industria 4.0 y más allá. Un ejemplo creíble de cómo durante más de un siglo hemos desempeñado un papel decisivo en la identificación de tendencias en la fabricación industrial y en el desarrollo de herramientas y soluciones que posicionan mejor a las empresas de fabricación industrial ante las necesidades futuras de sus clientes.

Desde 1873, hemos convertido los sueños de fabricación en realidad. En todo lo que hacemos, nos esforzamos por ofrecer a nuestros clientes mejores formas de ser más productivos y sostenibles, proporcionándoles así esa ventaja competitiva decisiva para satisfacer las demandas siempre cambiantes de los clientes y el mercado.

Como socio estratégico, podemos ayudarle a dar el salto a la era de la Industria 4.0 y más allá y, al hacerlo, ayudarle a cumplir con su sostenibilidad, productividad y rentabilidad.

6.2 Smart Integrated Assembly de Atlas Copco

Atlas Copco Smart Integrated Assembly es nuestro concepto para fabricantes industriales que buscan transformar e implementar fábricas inteligentes. Una completa cartera de soluciones de Industria 4.0 que incluye herramientas de ensamble conectadas inteligentes para fábricas y operaciones de campo, soluciones de línea de ensamble totalmente integradas desde el diseño hasta la producción, así como un conjunto único de servicios basados en datos.

Una ruta de transformación para hacer realidad una fábrica más inteligente en la que la conectividad de las herramientas y los procesos esté integrada en todos los dispositivos y sistemas.

- **Joint Fastened** – Un proceso de ensamble suele comenzar con un único proceso de unión en el que se fijan mecánicamente dos o más objetos y, al hacerlo, se consigue que el apriete sea exactamente el correcto.
- **Station Controlled** – Garantizar que la estación del operador está supervisada, controlada y a prueba de errores apoyando así al operador en el proceso de ensamble y fabricación.
- **Station Automated** – la automatización proporciona una respuesta con garantía de futuro a los requisitos cada vez más precisos de las plantas y la maquinaria y permite el mayor nivel de control de la estación. Permite acortar los recorridos de producción, aumentar la eficiencia, reducir los costos operativos y mejorar el retorno de la inversión.
- **Line Connected** – La conexión de todos los puestos de operador proporciona visibilidad, trazabilidad y la posibilidad de recopilar datos operativos en toda la línea de producción. El resultado es una solución para detectar los puntos débiles de la producción e impulsar la productividad.
- **Factory Integrated** – Creación de una cadena de fabricación y ensamble de extremo a extremo, totalmente integrada y transparente, a escala de fábrica. Los procesos están conectados internamente, pero también con los procesos de los clientes, lo que permite compartir información entre fábricas y gestionar rápidamente las interrupciones de la producción.

Smart Integrated Assembly engloba nuestra cartera, estructura y ecosistema de ofertas de hardware, software y servicios que proporcionan un valor inigualable en cada paso de los ciclos de fabricación de los productos de los clientes. Desde el diseño, el prototipo y la producción piloto hasta la producción en serie completa y la posventa. Ofrece a los clientes una ventaja competitiva medida en términos de procesos de fabricación más eficientes, flexibles, adaptables y seguros, tiempos de inactividad reducidos, mejor uso de los materiales y la energía con una reducción sustancial de los residuos.

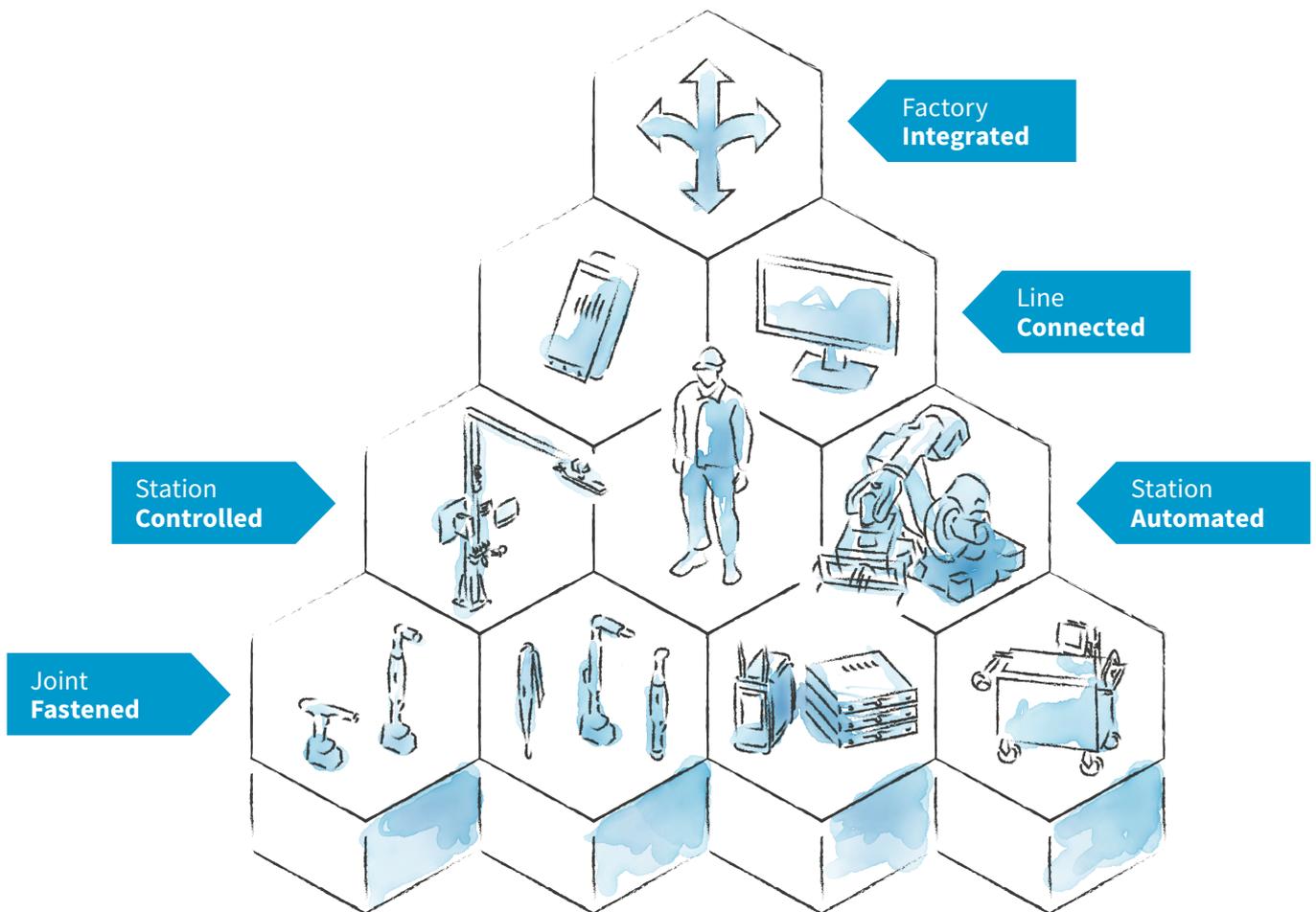
Nuestras soluciones facilitan la integración de sistemas tecnológicos automatizados. Además, muchas permiten una comprobación avanzada de errores y una valiosa recopilación de datos, junto con procesos de producción más eficientes y flexibles. Diseñadas para satisfacer las necesidades de los procesos de ensamble nuevos y existentes, nuestras ofertas de automatización proporcionan la máxima eficiencia, una amplia flexibilidad y una alta rentabilidad en todas las aplicaciones.

Pero con la automatización y digitalización de los procesos de fabricación llegan cantidades ingentes de datos. ¿Y si estos datos complejos pudieran convertirse en información procesable que apoyara una toma de decisiones más

inteligente a lo largo de todo el ciclo de vida del producto? Atlas Copco Smart Connected Ecosystem hace esto y mucho más.

Ofrece equipos de visualización, Soluciones de posicionamiento, software y accesorios a prueba de errores de principio a fin. Aprovechar los datos en un ecosistema conectado inteligente para obtener una ventaja competitiva.

Este enfoque holístico único de la fabricación industrial ayuda a las empresas a desarrollar una producción de calidad garantizada y ergonómica para el operario en fábricas inteligentes, minimizando al mismo tiempo los residuos, los materiales y el consumo de energía. Todo ello reducirá los costos y, al mismo tiempo, las emisiones causantes del cambio climático. Una ecuación mejor para sus operarios, su empresa, sus clientes y el planeta en el que todos vivimos.



6.3 Una alianza integrada con una visión

Lideramos el mercado de la fabricación industrial en el desarrollo y la adaptación de nuevas tecnologías y, como socio integrado, podemos ayudar a las empresas a transformar sus procesos de fabricación. Algo que a menudo hacemos en estrecha colaboración con terceros que operan en los primeros procesos de desarrollo y ofrecen nuevas asociaciones heredadas.

La Fundación OPC (Open Platform Communications Foundation) gestiona una organización mundial en la que usuarios, proveedores y consorcios colaboran para crear normas de transferencia de datos para la interoperabilidad multiproveedor, segura y fiable en la automatización industrial. Con más de 850 miembros, desde pequeños integradores de sistemas hasta los mayores proveedores industriales y de automatización del mundo, la Fundación OPC es responsable del desarrollo y mantenimiento del estándar OPC. Se trata del estándar más ampliamente adoptado para el intercambio de información y datos en el ámbito de la automatización industrial y en otros sectores.



Con la introducción de arquitecturas orientadas a servicios en los sistemas de fabricación surgieron nuevos retos en materia de seguridad y modelado de datos. Por ello, la Fundación OPC desarrolló el conjunto de especificaciones OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture) para dar respuesta a estas necesidades y, al mismo tiempo, proporcionar una arquitectura de plataforma abierta con una tecnología rica en

funciones, preparada para el futuro, escalable y ampliable.

- Equivalencia Funcional
- Independencia de la Plataforma
- Seguro
- Extensible
- Modelado Integral de información

Las tecnologías OPC se crearon para permitir el intercambio fácil y seguro de información entre diversas plataformas de múltiples proveedores y para permitir la integración perfecta de esas plataformas sin un desarrollo de software costoso y que lleve mucho tiempo. En la actualidad, hay más de 4.200 proveedores que han creado más de 35.000 productos OPC diferentes utilizados en más de 17 millones de aplicaciones.

Como miembro de la Fundación OPC, tenemos la oportunidad de influir en los estándares de fabricación industrial.

Somos un socio visionario que entiende realmente los procesos de fabricación y montaje y las implicaciones de las tecnologías disruptivas y las megatendencias. Un socio en el que nuestros propios equipos y procesos están integrados de forma única. Pero vamos un paso más allá. Nuestras propias soluciones están a su vez estrechamente integradas con los equipos y procesos de nuestros clientes. Trabajamos juntos para alcanzar un conjunto común de objetivos y metas empresariales.



Atlas Copco Industrial Technique
Estado de México, México.
atlas-copco.com/es-mx/itba/smart-factory

