

# **“EXOESQUELETOS: PROTECTORES DE TU GENTE, GUARDIANES DE TU NEGOCIO”**

## **Parte 3**

# **Exoesqueletos como agentes del cambio**

### **AUTORES**

**Juan Arroyo**  
Director General  
Arroyo Ibarra & Asociados

Desde la gestión de almacenes hasta la distribución de productos, la cadena de suministro desempeña un papel crucial en la entrega oportuna y al costo adecuado de bienes a los clientes. Nuevas tecnologías para el manejo de materiales, la automatización, integración de robots, inteligencia artificial, machine learning, big data, han surgido como soluciones para agilizar y acelerar los procesos. Sin embargo, el factor humano ha quedado rezagado. Y recientemente las empresas han caído en la cuenta de la importancia de mantener una fuerza laboral saludable, productiva y constante.

Desafíos como la fatiga y el cansancio de los trabajadores, la pérdida de atención y efectividad, las lesiones musculoesqueléticas, el riesgo laboral, los costos en las primas del seguro, la necesidad de mantener una reputación empresarial sólida, que atraiga y retenga a la gente, son centrales en operaciones en cadena de suministro.

Afortunadamente, en estos últimos años, ha surgido una innovación tecnológica que permite abordar con certeza estos problemas: los exoesqueletos llegaron para quedarse.

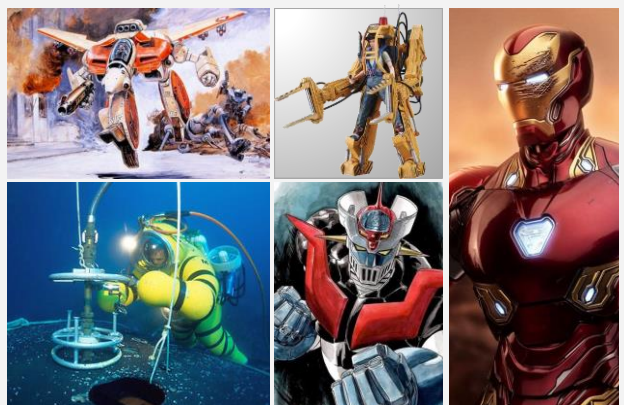
En este tercer y último artículo de nuestra serie sobre los exoesqueletos en la cadena de suministro, abordaremos algunas preguntas clave que ayudarán a directores de cadena de suministro, gerentes de centros de distribución y transporte, a entender como los exoesqueletos pueden ser una solución eficaz.

Exploraremos el impacto de los exoesqueletos en la productividad, la seguridad laboral y la reputación de tu negocio. También analizaremos cómo enfrentar los desafíos específicos en entorno es de la industria logística y cómo las diferentes categorías de exoesqueletos pueden ser un apoyo concreto.

## Un poco de historia

Hace 55 años, el ingeniero de General Electric y pionero en robótica Ralph Mosher, presentó un documento técnico en el Congreso de Ingeniería Automotriz de 1967 en Detroit, EE. UU, en el que describía su visión del uso y desarrollo de exoesqueletos.

A su vez, en el imaginario de la ciencia ficción, manga y los video juegos, aparecieron armaduras de combate (Ultra-man, Robotech, Evangelion) e incluso equipos industriales para mover cargas (Aliens).



La teoría, alimenta la fantasía y finalmente ésta a la realidad. Desde aquellos primeros avances, ha ocurrido una explosión de innovación en las áreas de biomecánica, que se han capitalizado en el desarrollo de prótesis, sistemas de control, órtesis, pistones hidráulicos, textiles, densificación de las fuentes de energía y demás componentes hoy integrados en los exoesqueletos, haciéndolos cada vez más livianos, accesibles, funcionales y adecuados para diversas tareas.

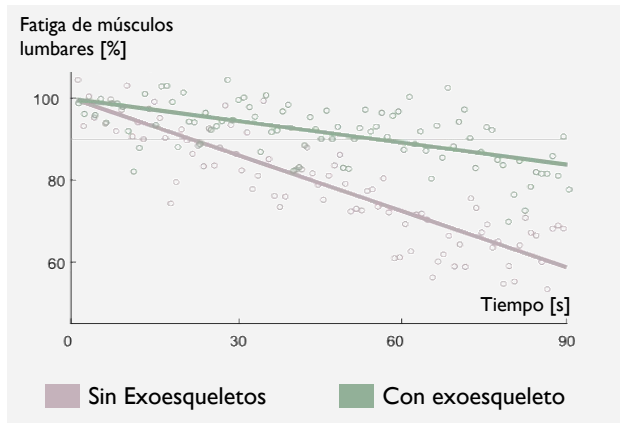
Actualmente, los exoesqueletos están siendo utilizados en la industria de los alimentos, en logística, en minería, en la construcción, y tanto en hospitales como en el ámbito de cuidado geriátrico, para proteger a las personas que manipulan a los adultos mayores en estas actividades que suponen riesgos altos de contraer Trastornos Músculo-Esqueléticos.

Empresas como Auxivo (Suiza), CyberHumanSystems (España), Innophis (Japón), Ottobock (US), y otros han incursionado en diferentes industrias con estos equipos, acercando estas tecnologías al mercado industrial para ocupar diferentes nichos y aplicaciones, con soluciones probadas y que han dejado ya desde hace años, los laboratorios y departamentos de diseño. Algunas, se destacan por su permanente dedicación a mejorar sus productos, incorporando el feedback de sus clientes en las iteraciones de diseño.

## **La prevención y protección frente a TMEs**

Los Trastornos Musculo-Esqueléticos (TMEs) derivados del Manejo Manual de Cargas son un desafío presente en muchos sectores. A diferencia de las lesiones causadas por accidentes mayores o fatales, estas lesiones se dan silenciosamente cada día y son de carácter acumulativo. Estas enfermedades se han convertido en uno de los principales riesgos ocultos, pero concretos, que existen en diversas industrias: y los procesos manuales en la Cadena de Suministro son particularmente afectados.

El director, gerente senior y líder de innovación tecnológica en Accenture, Marc Carrel-Billiard, ha publicado que: “Los exoesqueletos también se han vuelto más livianos, más eficientes y capaces de imitar más de cerca el movimiento como la marcha humana. Esto los hace más seguros y prácticos que nunca”. Carrel-Billiard ha agregado “Las lesiones de espalda son actualmente la segunda causa más común para faltar al trabajo en los EE. UU. y causan un impacto económico estimado de \$100 mil millones de dólares al año.” ¿Suena familiar o será casualidad?



Uno de los factores del rápido despliegue mundial de los exoesqueletos es la creciente importancia de la ciencia ergonómica y su relevante impacto en las empresas. Asimismo, cuando las empresas empiezan a probar los Exoesqueletos adecuados en los procesos donde son pertinentes sus beneficios, suelen tener una gran aceptación y se produce un efecto “reguero de pólvora encendida” entre sus trabajadores como una de sus soluciones ergonómicas para ayudar a las personas que realizan Manejo Manual de Cargas.

Acorde a la Organización Mundial de la Salud (OMS), en febrero de 2021, aproximadamente 1700 millones de personas en todo el mundo sufren trastornos musculoesqueléticos. Algunas de estas personas tienen trabajos de manejo manual de cargas, altamente repetitivos y desgastantes, por lo que hay un largo camino por delante para ayudarlas.

Y a diferencia de la implementación de otras tecnologías, la adopción es rápida, sin riesgos de detener las operaciones, pudiéndola escalar según necesidad y los beneficios se ven tanto en el corto, mediano y largo plazo.

La introducción reciente de los Exoesqueletos en México en este momento, coincide “curiosamente”, con un auge de la preocupación de las empresas en retener a la fuerza laboral, frente a una oferta cada vez más escasa y competida. Hay un gran interés en estas tecnologías.

El mercado global de los Exoesqueletos, que en el año 2021 ascendió a 258 millones de dólares, se espera que el año 2030 alcance a unos US\$ 970 millones, creciendo a una tasa promedio anual del 18%.

### Productividad predecible y bienestar de los operarios

¿Qué pasaría si la productividad en tu centro de distribución se mantiene predecible, las lesiones laborales disminuyen significativamente y el bienestar de tus operarios aumenta? Los exoesqueletos están haciendo posible este escenario en la logística moderna.

Cada minuto cuenta. Las operaciones de carga y descarga deben ser precisas y eficientes para cumplir con los plazos de entrega. Sin embargo, estas tareas a menudo requieren que los trabajadores realicen movimientos repetitivos, levanten cargas que impactan las articulaciones de brazos, hombros, cuello, espalda. Esto conduce a una fatiga y desgaste temprano, culminando en lesiones laborales y una disminución en la moral de los empleados.

Los exoesqueletos están diseñados para abordar estos desafíos. Al proporcionar soporte físico a los trabajadores, permiten realizar tareas repetitivas reduciendo el esfuerzo y desgaste en general. Esto se traduce, como subproducto en una mejora significativa en la productividad, la atención, seguridad y la calidad del trabajo. Los trabajadores se sienten menos agotados, pueden tener más energía en sus temas personales y, en última instancia, más satisfechos con sus labores. Como resultado, la logística se vuelve más eficiente y rentable.

### **Reputación empresarial y decisiones de compra**

La reputación de una empresa es un activo valioso que puede influir en las decisiones de compra de los clientes. ¿Crees que la reputación de tu negocio en términos de responsabilidad social y cuidado de sus trabajadores puede afectar las decisiones de compra de tus clientes? Definitivamente (cada vez hay más reportes de ello) lo creas o no, la respuesta es sí. Los consumidores valoran cada vez más el compromiso de las empresas con el bienestar de sus empleados.

Ponte en el lugar de un cliente potencial que está considerando hacer negocios con tu empresa. Si descubre que tu empresa se preocupa por la seguridad y el bienestar de sus trabajadores, es más probable que elija hacer negocios contigo, en lugar de con un competidor que no demuestra el mismo compromiso.

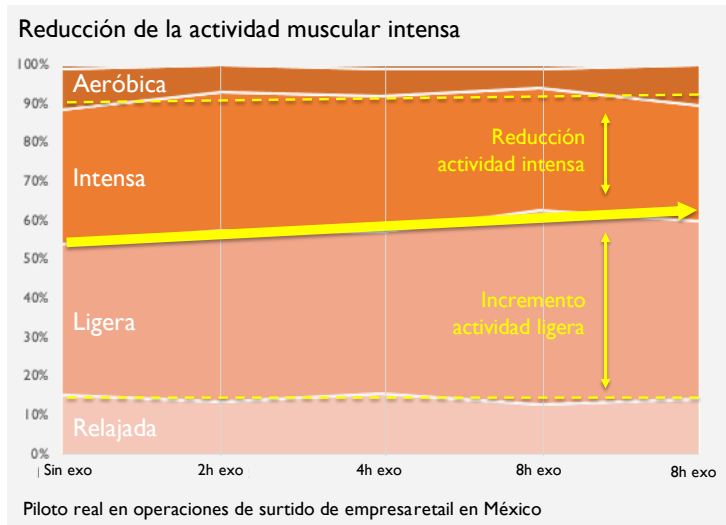
La reputación de tu empresa como un lugar donde se prioriza el bienestar y la seguridad de los empleados es un mensaje poderoso y un factor determinante en la toma de decisiones de compra. Y también un factor de peso, que los propios empleados valoran a la hora de decidir si permanecen o no en tu organización.

### **Impacto en tu negocio**

Los riesgos laborales pueden tener un impacto significativo en tu negocio. ¿Has considerado cómo las lesiones laborales, el agotamiento, la fatiga, el ausentismo y los Trastornos Músculo Esqueléticos pueden afectar el nivel de riesgo, los costos de la seguridad social (y otros de seguros adicionales), así como la productividad de tu empresa?

Los exoesqueletos ofrecen una solución efectiva para mitigar estos riesgos. Al reducir la probabilidad de lesiones laborales y mejorar la salud general de los trabajadores, contribuyen a una fuerza laboral más segura y eficiente. Esto se traduce en menores costos relacionados con licencias médicas, primas de los seguros, reemplazos de personal, costos de entrenamiento y curvas de aprendizaje que deterioran la productividad. Además, una fuerza laboral más saludable, comprometida y permanente es fundamental para mantener una productividad constante y por consiguiente una cadena de suministro eficiente.

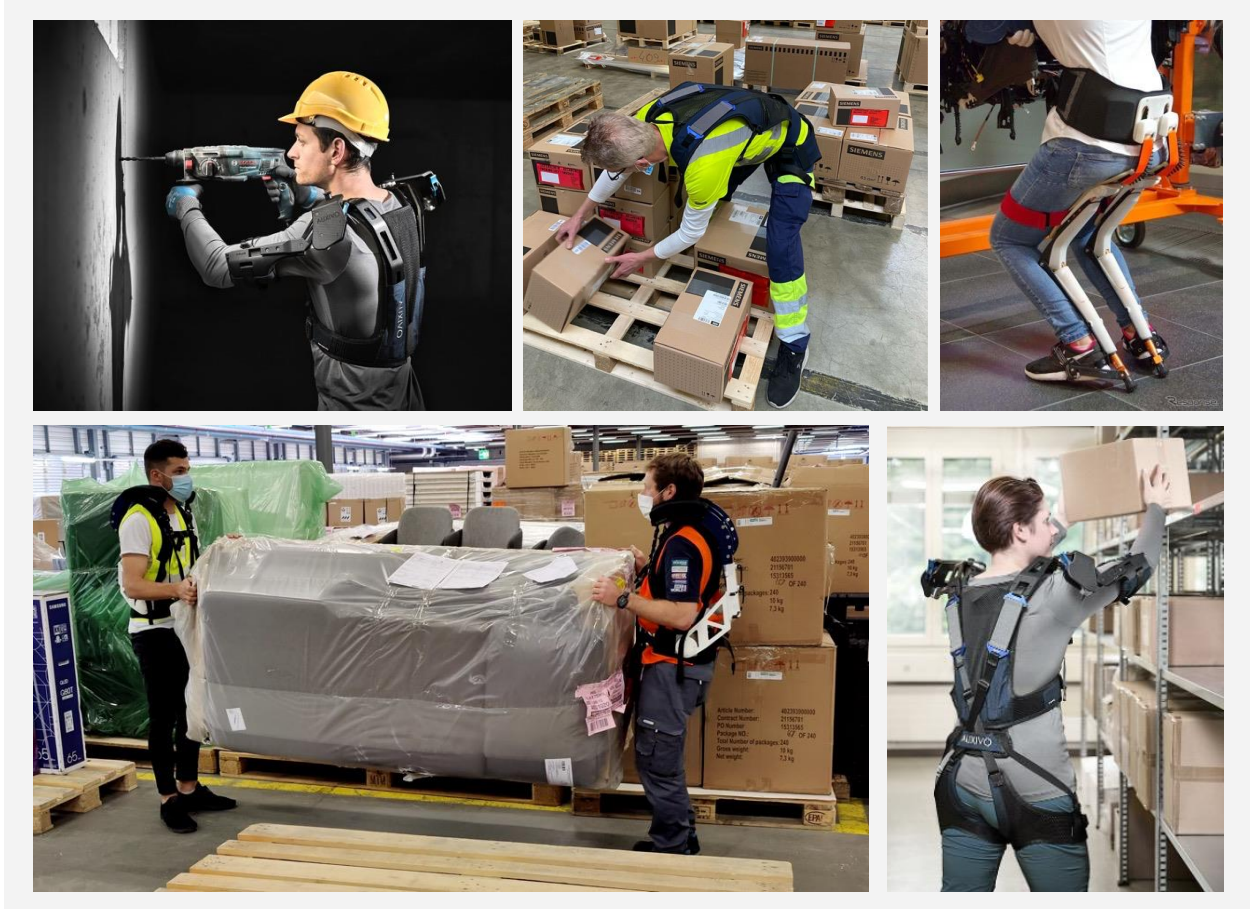
Un estudio realizado en España en 2023, por una importante consultora internacional en logística en conjunto con un 3PL, declaró que los exoesqueletos pueden llegar a incrementar la productividad hasta en un 30%. Nuestra experiencia directa en el ámbito mexicano nos muestra que sí existe un efecto medible y positivo (entre el 5% y el 8% real e independiente de otros factores), aunque los verdaderos beneficios se manifiestan en la mejora del entorno de trabajo, reducción de esfuerzo y fatiga, así como los que de ellos se derivan (trabajadores más contentos, menor riesgo laboral y primas de seguros, mejora de la reputación y retención, entre otros)



## Tipos de exoesqueletos y soluciones mixtas

En los procesos logísticos, no existe una “solución única” para todos los exoesqueletos (ni para todas las personas). En el primer artículo mencionamos las categorías de exoesqueletos activos y pasivos. También es posible distinguirlos por sus funciones de apoyo:

- **Apoyo lumbar:** son equipos que reducen el esfuerzo en movimientos donde se ponen en marcha los grupos musculares lumbares (espalda baja). Típicamente son equipos útiles para procesos de surtido, paletización/depaletización. En otras industrias sirven para ayudar el manejo de pacientes con poca movilidad, inspección e instalaciones en edificios.
- **Apoyo escapular u “overhead”:** son equipos que facilitan actividades donde es necesario sostener durante mucho tiempo, herramientas por encima de la cintura y los brazos hombros y columna están sometidos continuamente a tensiones. En este caso son un gran apoyo para los trabajos en líneas de montaje y construcción.
- **Apoyo sedente o “walking-chair”:** en este caso, permiten que el usuario pueda adoptar una posición sedente en cualquier sitio y en cualquier momento, sin tener que tener mobiliario en cada punto o arrastrar una silla con el todo el tiempo.
- **Apoyo mixto:** existen equipos que pueden combinar varias de las funciones anteriores con diverso grado de especialización.



Mencionamos los más relevantes para el sector de cadena de suministro. Actualmente existen otros desarrollos para usos militares (amplificación de capacidades de carga y manipulación), científicos, médicos (rehabilitación y recuperación de funciones) que están fuera del alcance de este artículo. Los exoesqueletos pasivos pueden ser una solución accesible y con un retorno de inversión muy corto.

Ojo...Los exoesqueletos no son la panacea!

Si bien los exoesqueletos ofrecen beneficios importantes, debe entenderse en cuáles entornos pueden ofrecer su máximo valor y cuándo no.

Los mexicanos, en general, tenemos compleciones muy diferentes por regiones, incluso dentro de la misma población que trabaja en un Cedis. Y, además, temperamentos, costumbres y actitudes muy variables. Debemos recordar que los exoesqueletos son “vestibles”, están en contacto directo con el cuerpo: es necesario un período de adaptación para utilizarlos a pleno, si bien breve (normalmente unas semanas). En la experiencia práctica, los mejores resultados se

alcanzan con una introducción gradual de unas pocas horas de uso al inicio, e incrementando paulatinamente el tiempo de uso hasta llegar a las 8 horas.

Por otro lado, los entornos calurosos pueden representar un desafío en las operaciones de los Cedis, pero los exoesqueletos pueden ser tu aliado incluso en estas condiciones. Para obtener buenos resultados (y no solo de los exoesqueletos) debes prestar más atención en cómo llevar el control de la temperatura ambiente a rangos tolerables. Existen múltiples soluciones de baja inversión:

- Ventiladores de alto volumen y baja velocidad,
- Circuladores de aire con rociadores o enfriadores evaporativos,
- Chalecos refrigerantes evaporativos, por cambio de fase,
- Orientación del edificio, sobre techos, ubicación de puertas y cortinas de aire

En las cámaras de refrigeración, muchos exoesqueletos pueden llevarse debajo de los abrigo y ofrecen una capa de protección adicional frente al frío.

Cuando un proceso requiere que el trabajador se desempeñe en un área fija o de reducidas dimensiones, tanto el uso del calzado adecuado, como de pisos o tapetes amortiguadores resulta un excelente complemento a los exoesqueletos.

### **Mantenimiento adecuado, mayor duración y usuarios satisfechos.**

El mantenimiento adecuado de los exoesqueletos es esencial para garantizar un rendimiento óptimo y la seguridad de los trabajadores. Al ser equipos que están en contacto con el cuerpo de las personas, es importante que los materiales con los que se fabrican permitan la aireación y el secado rápido, así como su lavado. Existen equipos complementarios de bajo costo para gestionar cantidades numerosas de exoesqueletos como cámaras de ozonización que desinfectan y desodorizan los equipos, garantizando la sanitización, inocuidad y confort de los usuarios.

### **Criterios para la adopción y caso de negocio**

¿Los exoesqueletos pueden ayudar a mi gente y a mi negocio? ¿Cómo es posible decidir y justificar su adopción? ¿Qué criterios son importantes a la hora de escoger e implementar estos equipos? En el mercado existen exoesqueletos de diverso diseño, manufactura, calidad y por supuesto precio. Sin embargo, antes de correr y googlear “exoesqueletos” (seguramente ya lo han hecho), un aspecto importante es identificar cual es el problema o los problemas que crees que los exoesqueletos pueden solucionar. ¿Es medible? ¿Cómo se mide? ¿Cuál es el impacto



directo (por ejemplo incremento de la prima del seguro e inasistencias) e indirecto (reposición de la mano de obra y productividad)?

Luego, identificar el o los procesos en donde el problema tiene mayor influencia y por último, identificar cuáles son los movimientos y partes del cuerpo que sufren en estos procesos. Con estos aspectos claros, es posible enfocar la búsqueda del o los exoesqueletos que pueden ser apropiados.

La experiencia local mexicana nos muestra que los exoesqueletos, cuando son escogidos e implementados correctamente, tienen un retorno de inversión menor a un año (¡en condiciones conservadoras!). Y, en la mayoría de los casos, el capital para incorporarlos es sustancialmente menor a muchas soluciones tecnológicas, además de ser fácilmente escalables.

Otra faceta de los exoesqueletos “vestibles”, y que llevarlos puesto representan un cambio en la forma acostumbrada de realizar un proceso, es que su implementación puede utilizarse como un poderoso mensaje de la empresa hacia sus trabajadores del esfuerzo concreto que está dedicando al bienestar de su gente. En esta faceta, los líderes de equipo, los gerentes, entrenadores, las áreas de recursos humanos y seguridad e higiene pueden coordinarse para obtener el máximo provecho para todos.

## Conclusión

Los exoesqueletos en la cadena de suministro son más que una tendencia; son una revolución silenciosa con el potencial de transformar, para bien de todos los involucrados, la forma en que operan las empresas y más aún, una herramienta con beneficios sobre múltiples frentes: para la empresa, para sus usuarios, para los clientes y también, para los que toman la decisión de mejorar el entorno laboral de su gente.

Lleva tu logística al siguiente nivel. La seguridad, el bienestar y la productividad de tus trabajadores son una parte importante del éxito de tu Cadena de suministro.

Si deseas explorar cómo esta tecnología puede beneficiar a tu empresa y abordar tus desafíos específicos, compártenos tus inquietudes y podemos apoyarte a encontrar soluciones viables, con inversiones adecuadas, niveles retornos competitivos y un alto nivel de satisfacción para tu gente, tu negocio e incluso tus clientes.

Estamos a tu disposición para proporcionarte información detallada, evaluaciones personalizadas y soluciones adaptadas a tus necesidades.