

25. Herramienta

Ergo/IBV Exoesqueletos

- Introducción
- Datos
- Informe
- Soluciones de mercado

INTRODUCCIÓN

Ámbito de aplicación. La herramienta Ergo/IBV Exoesqueletos permite a las empresas analizar la viabilidad de incorporar exoesqueletos en sus puestos y facilita la selección, compra e implantación de exoesqueletos de manera interactiva, ágil y protocolizada.

Además, la herramienta, guía a las empresas en la adquisición del exoesqueleto más adecuado, considerando las demandas físicas de los puestos de trabajo objeto de estudio y las características de los exoesqueletos incluidos en su base de datos; y permite realizar un seguimiento del mismo durante su implantación.

Contenido.

La herramienta cuenta con dos apartados:

- **Guía de implantación.** Consta de:
 - Una introducción con información básica sobre exoesqueletos (definiciones, usos, beneficios y riesgos potenciales de los exoesqueletos, etc.) que es de interés conocer previo al uso de la herramienta.
 - Herramienta interactiva para la ayuda en el proceso de selección, compra, implantación y seguimiento de exoesqueletos en un puesto.
- **Soluciones de mercado:** base de datos de exoesqueletos comerciales que permite la selección del exoesqueleto más adecuado en función de las demandas del puesto o tarea/s.

Origen. La herramienta está basada en la experiencia del personal investigador del área de ergonomía y salud laboral del IBV y en el trabajo de investigación realizado durante el desarrollo del proyecto INNOWORK financiado por IVACE (IMDEEA/2022/34 e IMDEEA/2023/67).

DATOS

Resumen del procedimiento

El procedimiento permite analizar la posibilidad de incorporar un exoesqueleto como medio de apoyo para realizar una tarea que requiere esfuerzo físico por parte de la persona trabajadora, valorando si esta incorporación es la mejor opción.

La herramienta guía a las empresas en el proceso de implantación mediante una “Guía interactiva” que ha sido organizada en fases para facilitar su aplicación:

- Pasos previos al procedimiento.
- Análisis de la tarea que se pretende mejorar.
- Selección del exoesqueleto más adecuado para dicha tarea.
- Valoración del exoesqueleto seleccionado.
- Implantación del exoesqueleto.
- Seguimiento y control periódico.

Una vez completado el procedimiento en la herramienta interactiva, se obtiene un informe con resultados derivados de la aplicación de la misma. Es posible obtener un informe en cada una de las fases del proceso, por lo que no es necesario, aunque sí recomendable, completar todas las fases de la Guía.

Debe tenerse en cuenta que la herramienta no guarda los datos de análisis anteriores, por lo que cada vez que se complete el procedimiento, la información que se haya generado previamente se sobrescribirá. Si desea guardar la información de un análisis previo debe descargar el informe y guardarlo para no perder los datos.

Manejo de la herramienta

Acceso. Puede accederse a la herramienta desde la ventana principal de Ergo/IBV, usando el comando “Exoesqueletos” del menú Utilidades o bien pulsando el botón “Abrir Exoesqueletos” en la barra de herramientas.

En ese momento, se abrirá en el navegador, la ventana principal de la herramienta (Figura 1). Para acceder a la misma, es necesario haberse

identificado previamente.



The screenshot shows the main interface of the Ergo/IBV Exoesqueletos software. At the top, there's a logo with a stylized person icon and the text 'Ergo/IBV Exoesqueletos'. To the right, it says 'Herramienta Ergo/IBV Exoesqueletos'. Below the header, there's a large title 'Ergo/IBV Exoesqueletos'. Underneath the title, there's a brief description of what the tool does. To the right of the text, there's a blue stick-figure icon representing a person with various points of interest (joints) marked with circles. Below the main title, there are two main sections: 'Guía de implantación' (with a brief description and a small icon) and 'Soluciones de mercado' (with a brief description and a small icon). The overall layout is clean and professional, designed for ease of use.

Figura 1. Ergo/IBV Exoesqueletos – Ventana principal

Léeme. Desplegable que presenta información de interés sobre la herramienta.

Guía de implantación. Proceso guiado que ayuda en el análisis de la viabilidad de incorporar un exoesqueleto en un puesto de trabajo/tarea y facilita el proceso de selección, compra e implantación.

Soluciones de mercado. Se trata de una base de datos de exoesqueletos comerciales que permite la selección del exoesqueleto más adecuado en función de las demandas del puesto o tarea.

Guía de implantación.

Esta sección contiene la herramienta que permite de manera interactiva, ágil y protocolizada, analizar la viabilidad de incorporar un exoesqueleto en un puesto o tarea y facilita el proceso de selección, compra e implantación del mismo.

En la ventana de este apartado se encuentran los siguientes subapartados (Figura 2):

- **Introducción:** antes de comenzar a usar la Guía de implantación, es recomendable contar con unos conocimientos básicos sobre qué es un exoesqueleto, usos y los beneficios y riesgos potenciales que pueden suponer para la población trabajadora. Si no se dispone de estos conocimientos, es recomendable leer la introducción que le ayudará a obtener la información necesaria.

- **Fases del procedimiento:**

- o Fase 0: Pasos previos.
- o Fase 1: Selección y análisis de las tareas a mejorar.
- o Fase 2: Selección del exoesqueleto más adecuado.
- o Fase 3: Verificación de la adecuación del modelo seleccionado/ Implantación inicial.
- o Fase 4: Implantación del exoesqueleto.
- o Fase 5: Control y evaluación del impacto del exoesqueleto.

Introducción

Fase 0: Pasos previos

Fase 1: Selección y análisis de las tareas a mejorar

Fase 2: Selección del exoesqueleto más adecuado

Fase 3: Verificación de la adecuación del modelo seleccionado/Implantación inicial

Fase 4: Implantación del exoesqueleto

Fase 5: Control y evaluación del impacto del exoesqueleto

Figura 2. Apartados de la Guía de implantación

Cómo completar las distintas fases

A la izquierda de la pantalla, se encuentran los nombres de las diferentes fases que comprenden el procedimiento, algunas de ellas aparecen sombreadas, lo que indica que están inhabilitadas, ya que es necesario completar fases previas para que se activen.

La Introducción y la Fase 0 (pasos previos), se encuentran activadas y por tanto disponibles en todo momento.

Para poder activar y acceder a las fases sombreadas, es necesario completar la información de las fases anteriores. Es decir, para acceder a la Fase 1, es

necesario completar la Fase 0, para acceder a la Fase 2, es necesario completar la Fase 1, y así sucesivamente.

Algunas de las fases del procedimiento, requieren la cumplimentación de uno o más cuestionarios con información de interés del puesto de trabajo:

- **Fase 0: Pasos previos**

- Cuestionario 0A: deben completarse todos los apartados.
- Cuestionario 0B: deben completarse todos los apartados.

- **Fase 1: Selección y análisis de las tareas a mejorar (Figura 3)**

- Cuestionario 1A: se debe indicar, al menos una tarea.
- Cuestionario 1B: se deben identificar los factores de riesgo de todas las tareas indicadas en el cuestionario 1A. Es decir, si en el cuestionario 1A se indican dos tareas (T1 y T2), en el cuestionario 1B se deben completar las dos columnas correspondientes.

En este cuestionario deben indicarse las demandas de las tareas que pueden dar origen a un factor de riesgo ergonómico y su valor (bajo, moderado, alto o no aplicable)

A cada valor, le corresponde un código de color:

 bajo,  moderado,  alto o  indiferente/no aplicable

Para cambiar el valor de cada celda debe pulsar sobre la misma hasta que aparezca el color correspondiente al valor que desea establecer.

 **Guía de implantación**

Introducción	Fase 1: Selección y análisis de las tareas a mejorar						Obtener informe hasta Fase 1
Fase 0: Pasos previos ✓							
Fase 1: Selección y análisis de las tareas a mejorar ✓							
Fase 2: Selección del exoesqueleto más adecuado							
Fase 3: Verificación de la adecuación del modelo seleccionado/Implantación inicial							
Fase 4: Implementación del exoesqueleto							
Fase 5: Control y evaluación del impacto del exoesqueleto							

Dado que, en un puesto de trabajo, pueden realizarse diferentes tareas con demandas y características diferentes, el primer paso, será describir las principales tareas que se realizan en el puesto de trabajo (Tabla 1A):

Tarea	Descripción de la tarea					
T1	Manipulación de cajas					
T2						
T3						
T4						
T5						
T6						

Una vez descritas las principales tareas del puesto de trabajo, para cada una de ellas se realizará una identificación inicial de los factores de riesgo ergonómico. Para ello, se completará la siguiente tabla en función del siguiente código de color: ■ bajo, ■ moderado, ■ alto, ■ diferente/no aplicable.

La tabla 1B, puede completarse directamente (mediante observación, entrevistas o recogida directa de información) y/o usar la información proveniente de evaluaciones ergonómicas existentes.

Pulse sobre cada celda para cambiar su color y valor (bajo, moderado, alto, indiferente, desactivado).

1B - Demanda física de las tareas:	T1	T2	T3	T4	T5	T6
F1 - Manipulación manual de carga por debajo de la altura de la cadera.	■	<input type="checkbox"/>				
F2 - Trabajar por encima de la altura de la cabeza (extensión de cuello) de manera sostenida.	■	<input type="checkbox"/>				
F3 - Posturas mantenidas o repetitivas con la espalda inclinada hacia delante.	■	<input type="checkbox"/>				
F4 - Trabajo de manera estática con los brazos elevados.	■	<input type="checkbox"/>				
F5 - Aplicar fuerza con las manos o los dedos.	■	<input type="checkbox"/>				
F6 - Permanecer de pie sin moverse, durante períodos prolongados de tiempo.	■	<input type="checkbox"/>				
F7 - Mantener las rodillas flexionadas / estar en agachado o cuchillas durante períodos prolongados de tiempo.	■	<input type="checkbox"/>				
F8 - Sostener herramientas pesadas.	■	<input type="checkbox"/>				

Figura 3. Fase 1.- Selección y análisis de las tareas

- Fase 2: Selección del exoesqueleto más adecuado

- En la tabla 2A aparece en la parte izquierda las tareas analizadas y en la parte derecha el exoesqueleto recomendado manteniendo el código de color establecido al completar el cuestionario 1B (Figura 4)

Selección del tipo de exoesqueleto más adecuado.

Teniendo en cuenta los factores de riesgo de la tabla 1B, y su nivel de presencia (bajo, moderado, alto), los posibles tipos de exoesqueleto que serían más adecuados a priori para reducir los riesgos ergonómicos presentes en las tareas son:

2A - Selección del tipo de exoesqueleto más adecuado en función del riesgo de la tarea.	
Tareas (Tabla 1B)	Tipo de exoesqueleto recomendado
Manipulación de cajas	E1 - Exoesqueleto lumbar

Figura 4. Selección del exoesqueleto más adecuado

- Cuestionario 2B: se debe completar, al menos, el tipo de exoesqueleto.

En este punto puede seleccionar si desea que en el informe final aparezcan todos los exoesqueletos comerciales incluidos en la base de datos que se ajusten a los criterios establecidos (Figura 5).

NOTA: existe la posibilidad de que no exista en la base de datos ningún exoesqueleto que se adapta a los criterios establecidos.

2B – Criterios para seleccionar los modelos de exoesqueleto más adecuados		
Condiciones a considerar	Explicación	Respuestas
TIPO DE EXOESQUELETO SELECCIONADO (Tabla 2A)		<input checked="" type="checkbox"/> Lumbar <input type="checkbox"/> MMSS <input type="checkbox"/> MMII <input type="checkbox"/> Cuello <input type="checkbox"/> Manos <input type="checkbox"/> DEDOS <input type="checkbox"/> Herramientas <input type="checkbox"/> Hasta 10 kg <input checked="" type="checkbox"/> Hasta 20 kg <input type="checkbox"/> Más de 20 kg
Pesos manipulados / fuerza de asistencia requerida		<input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Muy ligero (< 2 kg) <input checked="" type="checkbox"/> Ligero (> 2 a <4 kg) <input type="checkbox"/> Normal (> 4 <10kg) <input type="checkbox"/> Pesado
Peso del exoesqueleto / Ligero		<input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Importante
Facilidad de poner / guitar		<input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Importante
Posibilidad de desplazarse o realizar otras tareas con el exoesqueleto puesto	¿Es necesario alternar el uso /no uso del exoesqueleto para realizar las tareas del puesto de trabajo?	<input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Importante
Uso por personas con diferentes dimensiones corporales	Preferencia de ajuste en caso de ser utilizado por varias personas con diferentes dimensiones corporales.	<input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> Diferentes tallas <input checked="" type="checkbox"/> Ajustable a las dimensiones individuales
Uso por hombres y mujeres	¿Las características del exoesqueleto han de estar ajustadas a la anatomía de hombres y mujeres?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No

Figura 5. Criterios para la selección del modelo de exoesqueleto

- Fase 3: Verificación de la adecuación del modelo seleccionado-Implantación inicial

En esta fase no es obligatorio completar el cuestionario 3A, pero si lo se completa, la información aparecerá reflejada en el informe final (Figura 6)

Introducción	Fase 3: Verificación de la adecuación del modelo seleccionado / Implantación inicial	Obtener informe hasta Fase 3
Fase 0: Pasos previos ✓	En esta fase se ha de revisar la adecuación del modelo o modelos seleccionados. La verificación debe de contemplar las siguientes etapas:	
Fase 1: Selección y análisis de las tareas a mejorar ✓	<ul style="list-style-type: none"> o Revisión detallada de los modelos seleccionados. o Pruebas de uso con personas trabajadoras. 	
Fase 2: Selección del exoesqueleto más adecuado ✓	Revisión detallada de los modelos seleccionados	
Fase 3: Verificación de la adecuación del modelo seleccionado /Implantación inicial	Una vez obtenidos los modelos, es necesario hacer una revisión más exhaustiva de cada uno de ellos para decidir cuál puede ser el ideal para comenzar a realizar la implantación en el puesto de trabajo de la empresa. Además de las condiciones específicas para la selección (tabla 2B), otros aspectos que han de tenerse en cuenta para refinar la búsqueda son:	
Fase 4: Implantación del exoesqueleto	3A - Condiciones adicionales a verificar	
Fase 5: Control y evaluación del impacto del exoesqueleto	Condiciones	Observaciones / recomendaciones
	¿Durante cuánto tiempo seguido se realizan las tareas sobre las que se va a usar el exoesqueleto?	
	¿Se usan EPI, ropa laboral u otros objetos personales que puedan interferir con el uso del exoesqueleto (provocar enganchones, interferir en el movimiento), etc.?	
	¿Existe riesgo de que el exoesqueleto pueda engancharse con las máquinas o equipos utilizados en el puesto de trabajo?	
	¿El exoesqueleto debe utilizarse en entornos industriales con ambientes corrosivos, ATEX, etc.?	
	¿Puede la persona trabajadora quitarse/ ponerse y ajustarse el exoesqueleto sin necesidad de ayuda?	
	¿Existen factores ambientales (temperatura, humedad, ruido, iluminación, vibraciones) que puedan interferir con el uso del exoesqueleto?	

Figura 6. Fase3.- Verificación de la adecuación del modelo seleccionado

- **Fase 4: Implantación del exoesqueleto**

Es esta fase, no es necesario completar ninguna información. Se trata de una fase informativa sobre los aspectos a tener en consideración durante el periodo de incorporación del exoesqueleto para que la implantación tenga éxito (aspectos formativos, cómo debe ser la incorporación, etc.).

- **Fase 5: Control y evaluación del impacto del exoesqueleto**

Es la última fase del proceso de implantación del exoesqueleto.

En ella se dispone de información con los aspectos a considerar y las evaluaciones periódicas que deben realizarse.

Aunque no es obligatorio, sí resulta muy recomendable hacer una evaluación de la experiencia de uso con las personas trabajadoras que han participado en el proceso de implantación. En el cuestionario 5A se proponen algunas cuestiones para la valoración de la experiencia de uso (Figura 7).

5A – Evaluación de la experiencia de uso		
Indica si estás de acuerdo con las siguientes afirmaciones	Sí	No
El exoesqueleto es cómodo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El exoesqueleto es fácil de poner, ajustar y quitar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El exoesqueleto se ajusta bien al cuerpo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El exoesqueleto no da calor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El exoesqueleto es transpirable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El exoesqueleto es ligero	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El exoesqueleto añade poco volumen al cuerpo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El exoesqueleto es fácil de utilizar y guardar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El exoesqueleto me permite realizar todos los movimientos necesarios para llevar a cabo mis tareas (movilidad de brazos, coger/ dejar productos, agacharse, caminar, subir/ bajar escaleras...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El exoesqueleto me permite realizar mis tareas en el tiempo previsto (no se incrementa la duración del ciclo de trabajo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 7. Cuestionario 5A, valoración de la experiencia de uso
Cuando se completa una fase del proceso, aparece una marca junto al nombre de la fase (Figura 8). De esta manera, la persona que realiza el análisis puede saber en todo momento en la fase del procedimiento en la que se encuentra.

Introducción

Fase 0: Pasos previos ✓

Fase 1: Selección y análisis de las tareas a mejorar ✓

Fase 2: Selección del exoesqueleto más adecuado ✓

Fase 3: Verificación de la adecuación del modelo seleccionado/Implantación inicial

Fase 4: Implantación del exoesqueleto

Fase 5: Control y evaluación del impacto del exoesqueleto

Figura 8. Fases completadas

INFORME

Una vez completadas todas las fases, o parte de ellas, puede obtenerse el informe correspondiente pulsando en el botón "**Obtener informe hasta Fase X**", disponible en el margen superior derecho de todas las Fases de la Guía de Implantación (Figura 9).



Exoesqueletos



Fase 0: Pasos previos

Antes de considerar la adquisición de un exoesqueleto es necesario plantearse si realmente es la opción más adecuada. Para ello se han de verificar dos aspectos:

- Existen tareas susceptibles de incorporar un exoesqueleto?
- ¿Es el exoesqueleto la mejor opción, o existen alternativas?

Selección de la tarea o tareas susceptibles de incorporar un exoesqueleto.

El primer paso es seleccionar la tarea en que se considera que la incorporación de un exoesqueleto pueda ser beneficiosa. Los exoesqueletos actuales están diseñados para dar soporte a una serie de actividades. En el siguiente cuestionario se indican las principales tareas que podrían beneficiarse del uso de un exoesqueleto:

0A – Se realizan de manera frecuente en el puesto de trabajo tareas que implican:	Si	No
Manipulación manual de cargas.	✓	
Posturas forzadas de la espalda y/o el cuello.	✓	
Posturas forzadas de los brazos.	✓	
Posturas forzadas de las piernas.		✓
Aplicar fuerza con las manos o los dedos.		✓

Ha indicado que en el puesto se realizan de manera frecuente tareas que implican, al menos, uno de estos factores:

- Manipulación manual de cargas.
- Adopción de posturas forzadas de espalda y/o cuello.
- Adopción de posturas forzadas de brazos.
- Adopción de posturas forzadas de piernas.
- Aplicación de fuerzas con las manos o los dedos.

El puesto podría ser susceptible de implementar un exoesqueleto como medida para reducir la exposición de las personas trabajadoras a los riesgos ergonómicos presentes en el mismo. Le recomendamos completar el cuestionario 0B para valorar la necesidad de incorporar un exoesqueleto.

Generado el 23/02/2024



Página 1

Figura 9. Informe

Tal como se comentó anteriormente, debe recordar que la herramienta no guarda los datos de análisis anteriores, por lo que cada vez que se complete el procedimiento, la información que se haya generado previamente se sobrescribirá. Si desea guardar la información de un análisis previo debe descargar el informe y guardarlo para no perder los datos.

SOLUCIONES DE MERCADO

Esta sección permite filtrar, en función de las características deseadas, el exoesqueleto que mejor se adapte a un puesto o tarea.

En la ventana de este apartado puede encontrar los siguientes apartados (Figura 10):

 Soluciones de mercado

A continuación, se presenta una base de datos de exoesqueletos comerciales. Seleccionando en la pestaña "Filtros", puede elegir aquellos aspectos y características que debe cumplir el exoesqueleto para su adaptación a las características de la tarea y condicionantes del puesto de trabajo.

Buscar... 

MODELO Y MARCA	TIPO DE TAREA	PARTE DEL CUERPO QUE PROTEGE	SOPORTE / NIVEL DE ASISTENCIA	PESO	FACILIDAD DE PONER Y QUITAR	REALIZAR OTRAS TAREAS	DIFERENTES TALLAS	USO POR HOMBRES Y MUJERES
 360-XFR Bielex	Posturas / movimientos con brazos elevados	Brazos, hombro	No especificado	2,5 kg	Ajustes Iniciales larga Ponerse y quitarse el...	Compatible	Ajustable a diferentes tallas y pesos	No especificado
 Airframe Levitate	Posturas / movimientos con brazos elevados	Brazos, hombro	No especificado	2,26 kg	Si / Modula	Ajuste automático de la tensión en...	Talla única, ajustable a cualquier tipo de...	Técnicamente. Probado en mujeres
 Aldak Goga / Cyber Human Systems	Manipulación manual de cargas / Posturas fo...	Espalda	Ayuda a manejar Cargas de 5 a 15 kg	3,5 kg	Fácil de poner y quitar.	Estructura rígida en la espalda y en cuello...	Se adapta a diferentes tallas.	Si
 Archelis/ArchelisX/K/ArchelisXstick Nitto	Tareas de pie estáticas	Piernas, espalda	Hasta 40 kg en la talla L y hasta 50 kg en la talla XL	Modelos de 1,0 kg, 2,1 kg y 2,7 kg	Colocación rápida sin asistencia	3 modos de funcionamiento que permiten caminar y...	Ajustable a diferentes tallas fijando los tres clavos	No especificado

Figura 10. Ventana de Soluciones de mercado

- **Filtros:** permite filtrar las características que se desea que cumpla el exoesqueleto.
- **Buscar:** permite buscar algún concepto clave entre los exoesqueletos de la base de datos.
- **Listado de exoesqueletos:** si se ha aplicado algún filtro o término de búsqueda, aparecerán aquellos exoesqueletos contenidos en la base de datos que cumplen con los filtros establecidos. Si ningún exoesqueleto cumple con estas condiciones, no aparecerá ninguno.

Si no se ha aplicado ningún filtro ni término de búsqueda, aparecerá el listado completo de exoesqueletos.

Pinchando sobre cada modelo de exoesqueleto contenido en la base de datos, puede acceder a una **ficha con más información** sobre el modelo; descripción, características técnicas y página Web (Figura 11).

Muscle Suit Every

https://healthysuits.com/producto_muscle_suit_every.html

Descripción

Exoesqueleto lumbar autónomo dirigido a evitar las lesiones en la zona lumbar que utiliza músculos artificiales que se activan mediante presión neuromática a través de aire comprimido liquidable con una bomba de aire manual sin requerir energía externa.

Especificaciones técnicas:

01. Tipología de exoesqueletos	Lumbar
02. Peso	3,0 kg
03. Soporte / nivel de asistencia	Proporciona una fuerza auxiliar hasta 25,5 kgf

Figura 11. Ficha del exoesqueleto Muscle Suit Every (ejemplo)

Es importante tener en cuenta que el catálogo de exoesqueletos de la base de datos no es exhaustivo y que, dada la rápida evolución del mercado en lo que a modelos y características de exoesqueletos se refiere, no se puede garantizar que la información de todos los modelos esté actualizada.

Antes de seleccionar un modelo, es recomendable consultar el sitio web del fabricante para confirmar las características y/o contactar con el distribuidor del mismo para revisar si hay información más actualizada antes de tomar cualquier decisión.

- **Imprimir:** una vez realizada una selección de exoesqueletos, es posible imprimir el listado haciendo clic en "**Imprimir**"