

Los contenidos de esta guía han sido desarrollados en el marco del Proyecto N°: IS-023/2006 "Desarrollo de herramientas de formación/información de la prevención de riesgos laborales en las obras de construcción y promoción del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales", con la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales. (Convocatoria de asignación de recursos del ejercicio 2006).

## **Fundación Laboral de la Construcción**

### **Dirección y coordinación del proyecto**

Luis Rosel Ajamil, Balbino Cortés Jiménez, Alfredo Martín Moreno, Antonio Santander Iñigo, Óscar Vargas Llave

### **Administración**

Yolanda Gómez López

## **Instituto de Biomecánica de Valencia**

### **Equipo de investigación**

Alicia Piedrabuena Cuesta  
Carlos García Molina  
Alfonso Oltra Pastor

Depósito Legal: BI-166-08



La Fundación Laboral de la Construcción es una entidad sin ánimo de lucro constituida por las entidades más representativas del sector –Confederación Nacional de la Construcción (CNC), Federación Estatal de Construcción Madera y Afines de Comisiones Obreras (FECOMA-CC.OO.) y Metal, Construcción y Afines de la Unión General de Trabajadores (MCA-UGT)-. Su finalidad primordial es crear un marco de relaciones laborales estables y justas y prestar servicios a las empresas y los trabajadores.

Tal y como constan en sus Estatutos, sus principales objetivos son el fomento de la formación profesional, la investigación, el desarrollo y la promoción de actuaciones tendentes a la mejora de la salud laboral y la seguridad en el trabajo, así como la promoción de actuaciones dirigidas a la mejora del empleo.

La necesidad de seguir incrementando la formación e información en materia de prevención de riesgos laborales en el sector de la construcción, impulsa a la Fundación Laboral de la Construcción a crear nuevas herramientas que faciliten, al conjunto de empresas y trabajadores, mejorar la puesta en práctica de aquellos métodos y sistemas que permitan optimizar las condiciones de trabajo en las obras de construcción.

Hasta ahora, la mayor parte de los esfuerzos dedicados a la prevención de los accidentes de trabajo y de las enfermedades profesionales han estado dirigidos hacia las disciplinas de seguridad en el trabajo e higiene industrial. La Ergonomía aplicada a la mejora de las citadas condiciones de trabajo ha de ser también una ciencia que debe tenerse muy en cuenta dentro de las acciones encaminadas a llevar a efecto una adecuada gestión preventiva.

Convencidos de su importancia, desde la Fundación Laboral de la Construcción se ha considerado idóneo contribuir a la implantación de esta ciencia en el sector. Por ello se planteó a la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales la necesidad de desarrollar una serie de proyectos enmarcados en el ámbito de la ergonomía, y así contribuir a satisfacer las necesidades en este campo a empresarios, técnicos y trabajadores.

El texto que aquí se presenta -"Guía para la verificación ergonómica de máquinas-herramientas empleadas en el sector de la construcción (obra civil)" - se ha elaborado conjuntamente con el Instituto de Biomecánica de Valencia.





## ÍNDICE

|   |     |
|---|-----|
| INTRODUCCIÓN  | 3   |
| 1.- RIESGOS ERGONÓMICOS EN OBRA CIVIL   | 7   |
| 1.1. ¿QUÉ ES LA ERGONOMÍA?  | 9   |
| 1.2. SINIESTRALIDAD EN OBRA CIVIL   | 10  |
| 1.3. IMPORTANCIA DE LOS RIESGOS ERGONÓMICOS EN OBRA CIVIL                       | 13  |
| 2. PRESENTACIÓN DE LA GUÍA  | 23  |
| 2.1. IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS MÁQUINAS OBJETO DE ESTUDIO               | 26  |
| 2.2. REVISIÓN DOCUMENTAL  | 28  |
| 2.3. ELABORACIÓN DE LAS LISTAS DE VERIFICACIÓN ERGONÓMICA Y CRITERIOS DE DISEÑO | 28  |
| 2.4. ESTUDIO DE MÁQUINAS DEL SECTOR   | 28  |
| 2.5. ELABORACIÓN DE FICHAS RESUMEN DE LOS EJEMPLOS DE APLICACIÓN                | 29  |
| 3. LISTAS DE VERIFICACIÓN ERGONÓMICA Y FICHAS TEMÁTICAS                         | 31  |
| 3.1. LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA PARA VEHÍCULOS                            | 37  |
| 3.2. LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA PARA MÁQUINAS ELÉCTRICAS                  | 53  |
| 3.3. FICHAS TEMÁTICAS   | 71  |
| 4. EJEMPLOS DE APLICACIÓN   | 103 |
| 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS   | 219 |
| AGRADECIMIENTOS   | 247 |



## 1. RIESGOS ERGONÓMICOS EN OBRA CIVIL

### 1.1 ¿QUÉ ES LA ERGONOMÍA?

La Ergonomía es un campo de conocimientos que trata de adaptar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a la capacidad y a las necesidades de las personas, con el objetivo de mejorar la eficiencia, la seguridad y el bienestar de los usuarios y trabajadores de dichos productos y entornos de trabajo.

Un aspecto muy importante de la Ergonomía es que está **centrada en las personas**. Esto quiere decir que las personas son más importantes que los objetos o que los procesos productivos y que en aquellos casos en los que se plantee cualquier tipo de conflicto de intereses, deben prevalecer siempre los de las personas. Por ello, la Ergonomía estudia las reacciones, capacidades y habilidades de los trabajadores, de manera que se pueda diseñar su entorno y elementos de trabajo ajustados a estas capacidades y se consigan unas condiciones óptimas de confort y de eficacia productiva.

El estudio ergonómico de los puestos de trabajo permite detectar problemas relacionados con diferentes aspectos:

La carga física de la actividad realizada: posturas forzadas, movimientos repetitivos, manejo manual de cargas, fuerzas, etc.

El diseño del puesto de trabajo: alturas de trabajo, espacio disponible, herramientas utilizadas, etc.

El diseño de los elementos utilizados para realizar la tarea: herramientas, vehículos, máquinas, etc.

Las condiciones ambientales del puesto de trabajo: ruido, vibraciones, iluminación, temperatura, humedad, etc.

Los aspectos mentales o psicosociales del trabajo: descanso, presión de tiempos, participación en las decisiones, relaciones entre compañeros y con los jefes, etc.

Si se detectan problemas en alguno de estos aspectos, la Ergonomía puede proponer diferentes soluciones para reducir o eliminar sus efectos sobre el trabajador. Muchas de estas soluciones son sencillas y de fácil aplicación (por ejemplo, cambiar la ubicación de materiales, usar herramientas más adecuadas o realizar pausas periódicas); otras pueden ser más complejas (por ejemplo, diseñar una nueva máquina o cambiar la organización del trabajo). Por ello resulta particularmente importante considerar los criterios ergonómicos desde las etapas iniciales de diseño de máquinas, herramientas y entornos de trabajo.



Figura 1: Ejemplo de diseño ergonómico para mejorar la postura del operador

## 1.2 SINIESTRALIDAD EN OBRA CIVIL

El sector de la construcción, presenta unos elevados índices de siniestralidad. En el año 2005, se produjeron más de 249.210 accidentes laborales con baja (según datos extraídos del Informe Anual sobre accidentabilidad laboral en el Sector de la Construcción 2005, elaborado por la Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional, SEOPAN).

La distribución de accidentes en función de la gravedad de los mismos se recoge en la siguiente tabla:

|                    | Leves   | Graves | Mortales | Totales |
|--------------------|---------|--------|----------|---------|
| En jornada laboral | 234.101 | 2.966  | 307      | 237.374 |
| In itinere         | 11.362  | 381    | 93       | 11.836  |
| Totales            | 245.463 | 3.347  | 400      | 249.210 |

Tabla 1: Distribución de accidentes según gravedad en el sector de la construcción

Del total de accidentes que se produjeron en el sector, el 95,3% corresponden a accidentes producidos en jornada laboral y un 4,7% a accidentes in itinere. Estas cifras muestran un ligero aumento en el número de accidentes totales si se comparan con los datos de años anteriores.

Dado que en el sector de la construcción participan multitud de empresas (contratistas, subcontratistas, proveedores, etc.) que pueden desarrollar su actividad en distintos lugares (en las obras o fuera de ellas), es necesario señalar que del total de accidentes en jornada laboral que se producen en el sector, el 76,5% se producen en las obras (181.583 accidentes) y un 23,5% en otros lugares como zonas industriales, lugares públicos, etc.

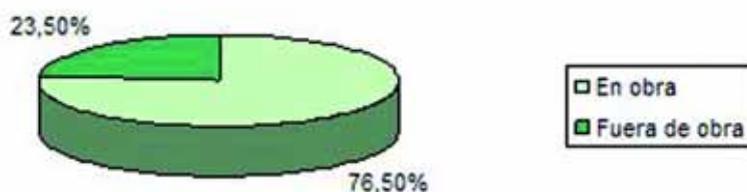


Figura 2: Accidentes en el sector de la construcción en jornada laboral 2005

Las dos tipologías de obras más comunes en el sector de la Construcción son: edificación y obra civil. Del 76,5% de accidentes laborales que se tuvieron lugar en el interior de las obras, se estima que el 19,1% corresponden al subsector de la obra civil (34667 accidentes), y el resto, un 80,9% al subsector edificación. En la siguiente tabla, se muestra la distribución de accidentes por subsectores de importancia:

| Tipo de obra | Leves   | Graves | Mortales | Totales |
|--------------|---------|--------|----------|---------|
| Obra Civil   | 34.214  | 422    | 31       | 34.667  |
| Edificación  | 144.921 | 1.817  | 178      | 146.916 |
| Totales      | 179.135 | 2.239  | 209      | 181.583 |

Tabla 2: Accidentes por tipología de obra en el sector de la construcción 2005

A continuación, se establece un esquema que resume la siniestralidad en el sector de la construcción.

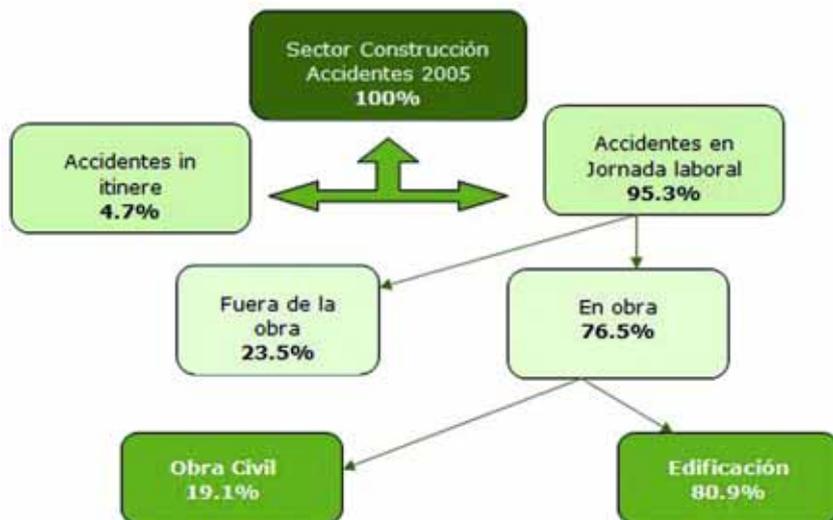


Figura 3: Esquema de siniestralidad en el sector construcción

Dentro del subsector obra civil, pueden considerarse diferentes tipologías de obras (carreteras, ferrocarriles, obras aeroportuarias, marítimas, etc.). Sin embargo los datos disponibles, no permiten el tratamiento de la información sobre accidentes por separado, siendo solo posible diferenciar 4 tipologías de obras civiles, las cuáles se recogen en la siguiente tabla:

| OBRA CIVIL |   | ACCIDENTES EN JORNADA LABORAL |        |          |         |
|------------|---|-------------------------------|--------|----------|---------|
| Código     | Tipología   | Leves                         | Graves | Mortales | Totales |
| 20         | Obras, construcción, cantera, mina, sin especificar | 33.013                        | 410    | 30       | 33.453  |
| 24         | Obras subterráneas                                  | 1.081                         | 10     | 1        | 1.092   |
| 25         | Obras en el agua                                    | 104                           | 2      | 0        | 106     |
| 26         | Obras en medio hiperbárico                          | 16                            | 0      | 0        | 16      |
| Total      |   | 34.214                        | 422    | 31       | 34.667  |

Tabla 3: Accidentes en el subsector obra civil por tipología de obras

Algunos datos a destacar con respecto a la siniestralidad en el subsector obra civil son:

Los mayores picos de accidentabilidad coinciden con las horas inmediatamente posteriores a la ingesta de alimentos. Existen estudios al respecto que explicarían la posible correlación de la accidentalidad con la toma de alimentos, apuntando a posibles somnolencias o pérdidas de concentración, que implican un aumento del riesgo de accidente laboral, así como también la posible ingesta de bebidas alcohólicas.

El número de accidentes disminuye conforme aumenta el día de la semana, casi el 25% de los accidentes se producen en lunes.

Los meses de mayor accidentabilidad son junio y julio, y puede estar relacionado con la climatología, y el aumento de horas de luz, lo que incide normalmente en un aumento de la actividad.

El riesgo de sufrir un accidente leve, es inversamente proporcional a la edad del trabajador, lo que confirma que la experiencia es un factor atenuante del riesgo, ya que según los ratios de accidentabilidad, el intervalo de edad comprendido entre 20-24 años es el que presenta mayor riesgo.

Sin embargo, esta tendencia no se cumple en el caso de accidente graves y mortales, por lo que la mayor experiencia no atenúa el riesgo de sufrir un accidente.

Las unidades de obra que presentan mayor riesgo de accidentes tanto leves como graves y mortales son las relacionadas con el movimiento de tierras (29,5% de los accidentes leves y 21,4% de los accidentes graves y mortales).

### 1.3 IMPORTANCIA DE LOS RIESGOS ERGONÓMICOS EN OBRA CIVIL

En los últimos años, los problemas asociados a unas condiciones ergonómicas inadecuadas del trabajo están adquiriendo una importancia creciente. La Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo indica en su encuesta europea de condiciones de trabajo que un 30% de trabajadores europeos tienen molestias en la espalda y un 17% en brazos y piernas. La Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (2000) estima el coste de los trastornos de tipo musculoesquelético relacionados con el trabajo entre el 0,5 y el 2% del PIB. En España, los accidentes laborales con baja codificados como sobreesfuerzos (asociados fundamentalmente a la carga física de la actividad laboral) representan el 31% del total y originan el 28% de las jornadas de trabajo perdidas, constituyendo así la causa de accidente con baja más frecuente y la causa de coste social y económico más importante.



Figura 4: Ejemplos de posturas de trabajo inadecuadas relacionadas con accesos incorrectos, superficies inestables y alturas inadecuadas

En el sector de la construcción el problema de la seguridad y salud laboral es uno de los más preocupantes, considerando que es el sector que presenta cada año las cifras más altas de siniestralidad laboral de entre todos los sectores de la economía nacional.

En relación con los riesgos laborales de tipo ergonómico dentro del subsector obra civil, su importancia es cada vez mayor. Según datos extraídos del Informe Anual sobre accidentabilidad laboral en el Sector de la *Construcción, elaborado por SEO-PAN (2005)*, si atendemos al código de desviación, los movimientos del cuerpo como consecuencia de un esfuerzo físico constituyen el 30,4% de los accidentes leves que se producen en obra civil, le siguen en importancia los resbalones y caídas (15,8%) y los accidentes producidos por movimientos no coordinados (15,8%).

Si desglosamos estos valores en sus grupos más representativos, se observa que las causas de este tipo de accidentes están en la mayoría de las ocasiones relacionadas con aspectos ergonómicos.



Figura 5: Obra civil. Desglose del código de desviación en sus principales grupos

Sin embargo, el dato más clarificador de la importancia que tienen los riesgos ergonómicos en obra civil, lo aporta el análisis estadístico de las lesiones o causas por las que se producen los accidentes. El 32,4% de los accidentes leves que se producen en obra civil se deben a sobreesfuerzos físicos, que incluso aumentan con respecto a los valores de años anteriores; le siguen en frecuencia los choques o golpes contra objetos en movimiento (20,9%), los aplastamientos (18,1%) y cortes (14,7%).

En lo que accidentes graves y mortales se refiere, los sobreesfuerzos tan solo constituyen el 2,4% del total.

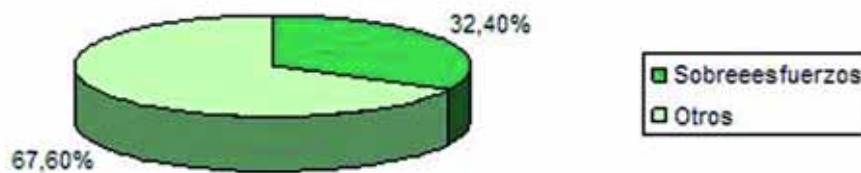


Figura 6: Accidentes codificados como sobreesfuerzos en obra civil

Otros aspectos a destacar en obra civil son:

Los profesionales que mayor número de accidentes sufren en obra civil son los peones (trabajadores con menor formación). Otro grupo representativo en las obras son los operadores (maquinistas, camioneros y montadores) que durante el 2005 sufrieron el 7,9% de estos accidentes.

Las principales partes del cuerpo afectadas son los miembros superiores (mano, muñeca y brazos), con un 22% seguido de la espalda 19,2%.

Los efectos más comunes de los accidentes leves son heridas y lesiones superficiales (40,1%) y las dislocaciones y esguinces (39,7%); en el caso de accidentes graves y mortales destacan las fracturas (42,8%).

Con respecto a la maquinaria, son los camiones de carga y transporte los que presentan mayor riesgo en obra civil (15,6% de los accidentes leves y 20% de los graves y mortales).

Los principales problemas ergonómicos en obra civil están relacionados con un inadecuado diseño de los vehículos con los que se trabaja, los cuales obligan a los operadores a la adopción de posturas de trabajo incómodas o forzadas. Además de considerar el puesto de los operadores de vehículos, es necesario tener en cuenta a los trabajadores que realizan otras tareas complementarias como es el caso de los peones y operadores auxiliares.

### Riesgos ergonómicos de los operadores de vehículos en obra civil

Un incorrecto diseño tanto de la cabina como de los procedimientos de trabajo, espacio limitado, fuerza excesiva para manejar palancas y pedales, inadecuado diseño de los asientos, etc., son algunas de las características a destacar de un inadecuado diseño de las cabinas de los vehículos utilizados en obra civil.

Si las posturas incómodas o forzadas que realizan los operadores no se controlan se produce un incremento del riesgo de fatiga, dolor o lesiones. La flexión lateral o giro de cuello y tronco que se mantiene en el manejo de ciertos vehículos (tractores trailla, compactadores, etc.), influye negativamente en el incrementos de la fatiga muscular y de la presión de los discos intervertebrales que con el tiempo puede desencadenar una lesión o trastorno musculoesquelético.



Figura 7: Posturas inadecuadas de los operadores

Muchas de las lesiones derivadas del uso de vehículos en obra civil, se producen por resbalones, tropiezos y caídas desde los vehículos, normalmente al subir y bajar. Por tanto es necesario prestar especial atención al diseño de escalones de acceso, barandillas, puerta de la cabina, así como establecer valores que sirvan a lo fabricantes de guía para la consideración de criterios ergonómicos.



Figura 8: Accesos a vehículos en obra civil

El **tamaño de la cabina** también tiene una gran influencia sobre la eficiencia en el trabajo del operador; una cabina estrecha o mal diseñada, obliga al trabajador a mantener una postura fija, la cual influye tanto en el estado de fatiga como en confort del trabajador.

El **asiento** debe proporcionar un soporte adecuado para la espalda y las piernas. Una de las principales causas de los problemas en la parte baja de la espalda se debe al mantenimiento de la postura durante largos periodos de tiempo, por lo que es importante que el operador pueda variar su postura de trabajo. Los reposabrazos y los mandos deben colocarse convenientemente. El ajuste, tanto del asiento como de los reposabrazos, debe ser sencillo y simple sin necesidad de instrumentos de ajuste complejos, y accesibles desde la posición sentada del operador.



Figura 9: Asientos de vehículos de obra civil

La elección de **mandos, controles, pulsadores, palancas, etc.** así como su localización y diseño tienen una gran importancia en la precisión, velocidad de trabajo y en la "tensión" adoptada por las manos, brazos, cuello y hombro.



Figura 10: Diseño de controles y mandos de vehículos de obra civil

Las **condiciones ambientales** de la cabina, no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores. Deben evitarse la temperatura y humedad extremas, los cambios bruscos de temperatura, corrientes de aire molestas, radiación solar excesiva, etc.

La **visibilidad** inadecuada desde la cabina, aumenta el riesgo de accidentes y reduce la productividad y fuerza del operador debido a la necesidad de adoptar posturas incómodas.

El **nivel de ruido** de la mayoría de vehículos utilizados en obra civil rara vez constituye por sí solo un riesgo para la capacidad auditiva del operador, pero la existencia de otros vehículos y máquinas circundantes en el área de trabajo, así como la necesidad de trabajar con las ventanas abiertas por falta de climatización de las cabinas, incrementa considerablemente el nivel de ruido al que se encuentran sometidos los operadores.

La exposición del operador a **vibraciones** y sacudidas procedentes de los vehículos resulta incómoda e influye negativamente en la fatiga de los operadores. El nivel de vibración al que está sometido el operador depende también de las condiciones del terreno, velocidad de manejo del vehículo, estado de los neumáticos, transmisión, etc.

En cuanto a la **temperatura** a la que se encuentran sometidos los operadores, es a menudo compleja e inestable. La propia radiación solar puede ser un problema si la cabina no está diseñada adecuadamente. El diseño interior de la cabina, el nivel de aislamiento de la ropa y del asiento, el tipo de cristal de las ventanas y el aislamiento de las mismas tiene gran importancia en el sistema de control de la temperatura. Además, es muy importante tener en cuenta la opinión del operador, lo ideal sería disponer de un sistema de control de la temperatura para que las condiciones puedan acomodarse a los gustos personales de cada operador.



Figura 11: Condiciones ambientales y visibilidad

Resumiendo, los aspectos esenciales a considerar en el diseño de las cabinas se recogen en el siguiente esquema:



Figura 12: Aspectos fundamentales en el diseño de cabinas

### Riesgos ergonómicos de los peones y operadores auxiliares

Los principales problemas ergonómicos a los que se encuentran sometidos los peones y operadores auxiliares en obra civil se asocian fundamentalmente a los siguientes factores:

La realización de tareas de **manipulación manual de cargas**, asociadas fundamentalmente a levantamientos y transporte de material y elementos necesarios para la realización de la tarea.

La realización de **tareas repetitivas**.

La adopción de **posturas de trabajo forzadas**, muy frecuente en obra civil (giros, flexiones pronunciadas de tronco, etc.) están presentes en aquellas tareas donde es necesario supervisar el trabajo que está realizando una máquina a ras de suelo (extendedoras asfálticas) o bien cuando se manejan herramientas o materiales a ras de suelo (palas para el alisado del material y la retirada de restos).

## El uso inadecuado de máquinas y herramientas.

Una de las principales causas de aparición de lesiones musculoesqueléticas en obra civil está muy relacionada con el uso de herramientas manuales y herramientas de accionamiento motorizado. El desarrollo de lesiones como epicondilitis, tendinitis o el síndrome de Raynaud, están muy relacionadas con actividades en las que se utilizan máquinas o herramientas que transmiten vibraciones a los trabajadores y precisan de la aplicación de fuerza.

Los principales factores de riesgo asociados al uso de herramientas son los siguientes:

El tiempo de manejo: los esfuerzos o cargas estáticas se producen cuando los músculos se mantienen en tensión y sin movimiento durante periodos prolongados de tiempo.

Las posturas forzadas asociadas al uso de herramientas: ocasionalmente, hay muchas actividades que tienen accesos difíciles o espacios de trabajo limitados en los que es necesario adoptar posturas forzadas de brazos, cuello y/o piernas.

El peso de la herramienta: las herramientas pesadas demandan un mayor esfuerzo para realizar las tareas.

Las vibraciones: herramientas como martillos y afiladoras, así como ciertas herramientas de percusión, pueden producir niveles significativos de vibraciones.

Reacciones de impacto: por ejemplo, cuando un taladro penetra en la pieza de trabajo.

La repetitividad: si los mismos músculos se usan repetitivamente y/o durante largos periodos de tiempo, se incrementan el riesgo de dolor o de lesión.

Lesiones comunes como cortes, magulladuras, esguinces, distensiones, etc., están relacionadas con el uso prolongado de herramientas. Por lo tanto, el diseño y la correcta selección de las herramientas son aspectos clave para reducir las lesiones. Es importante considerar los siguientes factores:

Disponer de un espacio adecuado para el manejo de la herramienta, o bien elegir la herramienta que mejor se adapte al espacio disponible.

Reducir la fuerza necesaria para el manejo de la herramienta, sobre todo en tareas de apriete (uso de destornilladores, llaves, etc.).

Considerar el uso de herramientas con sistema tipo carraca, que permiten disminuir la torsión de la muñeca.

La herramienta debe adecuarse a la mano; seleccionar herramientas con las que el usuario sienta que el agarre es cómodo.

Las herramientas deben estar provistas de unos asideros cómodos; un asidero adecuado protege la mano del contacto con la superficie de la herramienta.

La herramienta no debe ser excesivamente pesada. Las herramientas que excedan de 2.5 Kg deberían suspenderse.

Las herramientas deben estar correctamente balanceadas. El ángulo entre el mango y la superficie de trabajo debe estar diseñado para evitar las posturas de flexión pronunciada de miembro superior.

Debe realizarse un mantenimiento adecuado de las herramientas; las herramientas desafiladas como sierras, tenazas, destornilladores o cualquier herramienta en un estado inadecuado puede afectar a la seguridad del trabajador e incrementar el esfuerzo necesario para su manejo.



Figura 13: Posturas de trabajo forzadas



## 2. PRESENTACIÓN DE LA GUÍA

El presente texto pretende poner a disposición de fabricantes, empresarios, técnicos y trabajadores del subsector de la obra civil una **Guía para la verificación ergonómica de maquinaria empleada en obra civil**.

La guía ha sido concebida como una herramienta de ayuda y orientación para todos los agentes implicados con la finalidad de:

- ≤ Reducir los problemas ergonómicos asociados al empleo de maquinaria en el subsector de la obra civil.
- ≤ Facilitar la asistencia técnica en el ámbito de la prevención de riesgos ergonómicos a todos los agentes implicados del sector.
- ≤ Proporcionar criterios objetivos para la selección y compra de maquinaria.
- ≤ Integración por parte de los fabricantes de maquinaria de los principios ergonómicos en los proyectos de diseño.
- ≤ Promover la cultura de prevención entre empresarios y trabajadores.

La información contenida en la guía se estructura en dos apartados principales:

- ≤ **Listas de verificación ergonómica para vehículos y máquinas.** Para cada lista de verificación se adjunta una mini-guía de criterios y recomendaciones ergonómicas que aporta información de apoyo para su correcta aplicación.
- ≤ **Ejemplos de aplicación** de dichas listas a vehículos y máquinas representativas de obra civil.

La guía es de aplicación a todos los vehículos y máquinas utilizadas en el subsector de obra civil. El estudio que ha dado lugar a la guía se ha basado en un análisis de los equipos de trabajo más representativos de dicho subsector y se estructuró en las siguientes fases:

## 2.1 IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS MÁQUINAS OBJETO DE ESTUDIO

La selección de las máquinas objeto del estudio se llevó a cabo en un **grupo de discusión** integrado por especialistas en ergonomía, técnicos de prevención de riesgos laborales, fabricantes y distribuidores de maquinaria del sector, representantes de los trabajadores, etc.

Los criterios que a priori se plantearon para realizar la selección fueron:

- ≤ Frecuencia de uso en el sector.
- ≤ Uso especialmente crítico desde el punto de vista de los riesgos ergonómicos en general y de la carga física de la actividad laboral desarrollada en particular, y que, por lo tanto, llevaban asociado un mayor riesgo de aparición de trastornos y lesiones de tipo musculoesquelético.
- ≤ Identificación de condiciones de utilización inadecuadas asociadas a un diseño ergonómico incorrecto: alturas de acceso, espacios de trabajo, demandas de fuerzas, movimientos repetitivos, posturas forzadas, etc.
- ≤ En general, aquellas en las que se registraba un mayor número de quejas por parte de los trabajadores.

Se realizó la clasificación de la maquinaria por fases comunes en toda obra civil:

- ≤ **Movimiento de tierras.**
- ≤ **Firmes.**
- ≤ **Estructuras.**
- ≤ **Máquinas auxiliares, para instalaciones y talleres**

Para cada una de las fases que constituye una obra civil, se determinaron las máquinas que comúnmente eran más utilizadas y podían presentar riesgos importantes desde el punto de vista ergonómico para los trabajadores.

- ≤ **Vehículos**; en este grupo se incluyen fundamentalmente los vehículos utilizados en las diferentes fases de obra civil y que son utilizados para el movimiento de tierras, para la compactación de firmes, para el transporte de materiales, etc.
- ≤ **Máquinas eléctricas**; dentro de este grupo se incluyen las máquinas que se operan desde una posición fija, es decir, que el trabajador no debe mantener el peso de la misma.
- ≤ **Herramientas eléctricas de uso manual**; son las herramientas que el trabajador debe mantener manualmente y dirigir durante su uso.
- ≤ **Herramientas manuales**; en este grupo se incluyen todas aquellas herramientas que el trabajador debe mantener y no están alimentadas por electricidad u otra energía, si no que la fuerza de manejo es realizada por el propio trabajador.

A partir de esta clasificación, se realizó la selección de las siguientes máquinas, en las cuales se ha centrado el estudio:

| GRUPO               | Fase de la obra        | Equipos seleccionados  |
|---------------------|------------------------|--|
| Vehículos           | Movimiento de Tierras  | Tractor Trailla<br>Mixta<br>Retroexcavadora                      |
|                     | Firmes                 | Extendedora asfáltica<br>Compactadora                            |
|                     | Estructuras            | Camión autocargante (Plumin)<br>Camión hormigonera<br>Pilotadora |
|                     | Máquinas auxiliares... | Plataforma elevadora   |
| Máquinas eléctricas | Máquinas auxiliares... | Compactadora de mano   |

Tabla 4: Maquinaria seleccionada

Debido al marco temporal del proyecto donde se enmarca la presente guía, la mayoría de la maquinaria seleccionada corresponde a la categoría de vehículos, no obstante en estudios futuros no se descarta analizar otro tipo de vehículos, máquinas y herramientas que se utilizan en obra civil.

## 2.2 REVISIÓN DOCUMENTAL

Una vez seleccionadas las máquinas sobre las que centrar el estudio, se llevó a cabo una **revisión bibliográfica** de la información científico-técnica existente en relación con los riesgos ergonómicos en el subsector de la obra civil. En esta fase se realizó una exhaustiva búsqueda y revisión de aspectos relacionados con los problemas ergonómicos más frecuentes e importantes en el subsector asociados al empleo de las máquinas seleccionadas, mejoras planteadas para la solución de problemas, buenas prácticas, etc.

## 2.3 ELABORACIÓN DE LAS LISTAS DE VERIFICACIÓN ERGONÓMICA Y CRITERIOS DE DISEÑO

Con la información recopilada y la experiencia aportada por los diferentes agentes participantes en el proyecto, así como con la experiencia adquirida por parte del equipo de investigación en la elaboración de la *Guía de verificación ergonómica de máquinas-herramientas empleadas en el sector de la construcción*, perteneciente a la convocatoria de 2005, se realizó una ampliación de la **Lista de Verificación Ergonómica** para vehículos, partiendo de las listas elaboradas en el proyecto anteriormente citado.

Las listas de verificación elaboradas contienen:

- ≤ Una serie de **ítems** o puntos de comprobación ergonómica, organizados en bloques temáticos.
- ≤ Una guía con **criterios y recomendaciones** para la aplicación práctica de cada uno de los ítems que componen la lista.

## 2.4 ESTUDIO DE MÁQUINAS DEL SECTOR

Con la finalidad de conocer y evaluar el estado de las máquinas empleadas en obra civil, así como para validar las listas de verificación desarrolladas, se realizó un estudio de campo en el que expertos en ergonomía analizaron cada uno de los vehículos y máquinas seleccionadas y su adecuación a los criterios ergonómicos establecidos en las listas de verificación.

## 2.5 ELABORACIÓN DE FICHAS RESUMEN DE LOS EJEMPLOS DE APLICACIÓN

A partir de los datos obtenidos en el estudio de campo se elaboró una **ficha resumen** de cada uno de los vehículos y máquinas seleccionados.

En cada una de las fichas resumen se recoge información básica de los principales problemas ergonómicos detectados así como de las posibles propuestas de mejora.

Con estas fichas se pretende que trabajadores, técnicos, empresarios e incluso fabricantes de maquinaria, tengan una visión de los principales problemas que entraña la utilización de vehículos y máquinas que no se ajustan a los estándares de diseño ergonómico.

### IMPORTANTE

La presente guía constituye una herramienta de ayuda para todas aquellas personas relacionadas de una u otra forma con el diseño, selección y uso de los vehículos y máquinas empleadas en obra civil. En ningún caso pretende sustituir a los textos legales y a la normativa existente.

Las soluciones y recomendaciones aportadas pretenden servir de orientación al usuario de la guía. Evidentemente no son las únicas opciones posibles, pudiendo existir otras alternativas de mejora igualmente válidas.



### 3. LISTAS DE VERIFICACIÓN ERGONÓMICA Y FICHAS TEMÁTICAS

Las listas de verificación ergonómica se han planteado como una herramienta de diagnóstico para que los diferentes agentes implicados en el subsector de obra civil puedan determinar el estado en el que se encuentra la maquinaria que utilizan desde el punto de vista ergonómico. Además pretenden servir de apoyo para la mejora de las condiciones de trabajo en el sector, adecuando los vehículos y máquinas existentes a los estándares ergonómicos desde la etapa de concepción y diseño de las mismas.

Cada una de las listas está compuesta por:

**Lista de verificación o comprobación de requisitos ergonómicos.** Como se ha comentado anteriormente, las listas utilizadas son una ampliación de las que se desarrollaron en un proyecto anterior (*Guía de verificación ergonómica de máquinas-herramientas empleadas en el sector de la construcción*).

**Mini-guía de criterios y recomendaciones de diseño,** donde se recogen valores concretos, recomendaciones, etc. Pretenden ser un documento de apoyo a la evaluación. Estas mini-guías también han sido ampliadas añadiendo aspectos particulares de los vehículos utilizados en obra civil y ampliando conceptos.

Además, se han desarrollado una serie de **fichas temáticas** que ofrecen un resumen de aspectos que son fundamentales en obra civil y que por tanto deben ser tratados con mayor amplitud.

## LISTAS DE VERIFICACIÓN

Para la elaboración de las listas de verificación ergonómica se consideraron tanto requisitos ergonómicos generales adaptándolos a las características que presenta la maquinaria en obra civil, como requisitos específicos para el diseño de maquinaria procedentes de normativa, fuentes bibliográficas consultadas así como de la experiencia de los técnicos y profesionales que han participado en el proyecto.

Las listas están formadas por una serie de ítems con tres posibles respuestas:

**Sí**, supone que el vehículo, máquina o herramienta evaluada, cumple con el requisito ergonómico que se está evaluando.

**No**, supone un incumplimiento del requisito.

**NP** (no procede), el requisito no es de aplicación.

A su vez los ítems se encuentran organizados en apartados o bloques temáticos sobre aspectos importantes a comprobar:

| BLOQUES TEMÁTICOS DE LAS LISTAS DE VERIFICACIÓN |                                 |
|---|---------------------------------|
| VEHÍCULOS                                       | MÁQUINAS                        |
| Acceso a la cabina                              | Dimensiones                     |
| Dimensiones interiores de la cabina             | Postura de trabajo              |
| Dimensiones del asiento                         | Controles, indicadores y mandos |
| Controles                                       | Condiciones ambientales         |
| Condiciones ambientales                         | Otras...                        |

Tabla 5: Bloques temáticos de las Listas de Verificación

En las listas, además de comprobar el estado ergonómico, existen ítems relacionados con un aspecto fundamental, el **uso**. Este aspecto no es intrínseco a los propios vehículos y máquinas, depende de la forma de utilización por parte de los trabajadores, y en muchas ocasiones se ha comprobado que un uso inadecuado o la existencia de “vicios” o determinadas maneras de realizar una actividad, manejar un vehículo o máquina, puede dar lugar a una lesión o accidente pese a que el diseño de las mismas, desde un punto de vista ergonómico, sea adecuado. Un uso adecuado de los vehículos, máquinas y accesorios utilizados así como la formación en prácticas de trabajo, resulta de vital importancia para evitar trastornos y lesiones.

## CRITERIOS Y RECOMENDACIONES

Cada una de las listas de comprobación va acompañada de una “guía”, donde se establecen los criterios concretos para realizar la evaluación de cada uno de los ítems, aclaraciones, así como en algunos casos posibles soluciones y recomendaciones de mejora.

Su finalidad es facilitar al técnico la comprobación, en campo, de los diferentes ítems recogidos en cada una de las listas de verificación.

## FICHAS TEMÁTICAS

Dada la importancia que tienen ciertos aspectos dentro de una obra civil, y que es preciso que sean tratados con mayor profundidad, se han desarrollado una serie de **fichas temáticas** relacionadas con aspectos tan importantes en obra civil como las vibraciones, el trabajo en ambientes fríos y el trabajo en ambientes calurosos. En estas fichas se trata con más detenimiento el problema, realizando una introducción al mismo, determinando las consecuencias que pueden provocar en la salud del trabajador y estableciendo recomendaciones que pueden ponerse en práctica.

Además, estas fichas también pueden servir de base para la formación e información de los trabajadores que se puedan ver sometidos a estos factores de riesgo en su puesto de trabajo.

Dado que la Guía está dirigida a un colectivo muy heterogéneo (diseñadores, fabricantes, empresarios, técnicos, trabajadores, etc.), algunos de los ítems serán evaluados subjetivamente por parte de los técnicos, pero teniendo siempre en cuenta la opinión de los trabajadores.

La evaluación objetiva de estos ítems precisa de instrumentación más o menos compleja, que solo se planteará en el caso de una respuesta negativa. Los criterios que se dan al respecto (caso de vibraciones, ruido, fuerzas de accionamiento, etc.), están dirigidos fundamentalmente a los fabricantes de los equipos.



## **3.1. LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA PARA VEHÍCULOS**



| LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA PARA VEHÍCULOS                                     |  |                       |
|---|--|-----------------------|
|   | VEHÍCULO:  | [INSERTAR FOTOGRAFÍA] |
| <b>ACCESO A LA CABINA</b>   |  |                       |
| 1   | ¿El vehículo tiene escalera/peldaños de diseño adecuado para acceder a la cabina?                                    | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 2   | ¿La escalera de acceso está provista de barandilla o pasamanos de diseño adecuado?                                   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 3   | ¿La escalera tiene un diseño adecuado para evitar caídas y resbalones?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 4   | ¿La puerta de la cabina puede abrirse/cerrarse con facilidad?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 5   | ¿La puerta tiene las medidas adecuadas para acceder/salir fácilmente de la cabina?                                   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| <b>DIMENSIONES INTERIORES DE LA CABINA</b>  |  |                       |
| 6   | ¿El espacio interior de la cabina le parece lo suficientemente amplio?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| <b>DIMENSIONES DEL ASIENTO</b>  |  |                       |
| 7   | ¿El asiento es regulable en altura?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 8   | ¿La profundidad del asiento es adecuada?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 9   | ¿La anchura del asiento resulta adecuada?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 10  | ¿El asiento tiene apoyo para la espalda?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 11  | ¿Puede inclinarse el respaldo hacia atrás?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 12  | ¿El respaldo dispone de un soporte/apoyo lumbar adecuado?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 13  | ¿La anchura del respaldo resulta adecuada?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 14  | ¿La altura del respaldo resulta adecuada?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 15  | ¿El asiento dispone de reposabrazos y éstos son adecuados?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 16  | ¿El conjunto respaldo + asiento puede ajustarse en profundidad?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 17  | ¿El asiento dispone de regulación lateral y/o giro?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 18  | ¿Está el asiento firmemente anclado en el suelo de la cabina?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 19  | ¿El asiento dispone de un sistema de amortiguación adecuado para proteger de las vibraciones?                        | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 20  | ¿El asiento tiene un acolchado adecuado?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| <b>CONTROLES</b>  |  |                       |
| 21  | ¿Puede alcanzar fácilmente los controles o palancas?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 22  | ¿Puede manejar/accionar fácilmente los controles o palancas? (FUERZAS)   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 23  | ¿El movimiento de los mandos, controles o palancas es adecuado?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 24  | ¿La función de los controles y mandos está correctamente identificada?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 25  | ¿Puede alcanzar fácilmente los pedales?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 26  | ¿Puede manejar/accionar fácilmente los pedales? (FUERZAS)  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 27  | ¿La localización de los controles o palancas es ajustable?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| <b>CONDICIONES AMBIENTALES (ruido, vibraciones, temperatura, iluminación, etc.)</b> |  |                       |
| 28  | ¿Está la cabina aislada correctamente para evitar que las emisiones de ruido molesten/distraigan a los trabajadores? | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 29  | ¿El diseño evita las vibraciones molestas transmitidas a través del asiento?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 30  | ¿El diseño evita las vibraciones molestas transmitidas a través del suelo de la cabina?                              | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 31  | ¿El diseño evita las vibraciones molestas transmitidas a través de los mandos de control?                            | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 32  | ¿La temperatura de la cabina le resulta confortable?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 33  | ¿Las ventanas tienen un tratamiento/diseño adecuado para evitar los reflejos molestos?                               | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 34  | ¿El diseño de la cabina permite una visión adecuada de la zona de trabajo?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| <b>OTRAS</b>  |  |                       |
| 35  | ¿El trabajador ha sido informado de los riesgos específicos del vehículo así como de su correcto manejo?             | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |

**COMENTARIOS**

A large, empty rectangular area with a light gray gradient background, intended for entering comments or observations. It is positioned below the 'COMENTARIOS' header.

## CRITERIOS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO

## ACCESO A LA CABINA

## 1 ESCALERAS Y PELDAÑOS

Algunas recomendaciones con respecto al diseño de escaleras/peldaños de acceso a cabinas son:

- ≤ La altura del primer escalón medida desde el suelo no debe ser superior a 700 mm. Los valores recomendados se sitúan en el rango de 350-500 mm.
- ≤ La anchura de los peldaños no debe ser inferior a 160 mm. Valores recomendados 300 mm.
- ≤ La profundidad de los escalones no debe ser inferior a 50 mm. Valores recomendados 100-240 mm.
- ≤ La distancia entre escalones no debe ser inferior a 130 mm. Valores recomendados 200 mm.

Preferiblemente, los peldaños deberían tener la anchura suficiente para poder colocar cómodamente ambos pies.

Si al sobrepasar un peldaño, el pie puede entrar en contacto con una parte móvil, debe instalarse una protección entre el peldaño y la parte móvil.

**NOTA:** Las recomendaciones relativas a las escaleras de acceso a la cabina se refieren a vehículos de gran envergadura. Para el caso de vehículos más pequeños, como por ejemplo el dumper, no se aplica, aunque sí que debe considerarse si el acceso a la "cabina" resulta adecuado.

## 2 BARANDILLAS

Recomendaciones para el diseño de barandillas:

- ≤ La altura pasamanos al suelo no debe ser superior a 1600 mm. Valores recomendados 1400 mm.
- ≤ El diámetro de agarre del pasamanos no debe ser inferior a 15 mm ni superior a 35 mm.
- ≤ La longitud de la barandilla está en función de las dimensiones del vehículo.

**NOTA:** Las recomendaciones anteriores son de aplicación a **grandes** vehículos empleados en la construcción, no se considera este aspecto en vehículos pequeños.

## 3 CAÍDAS

El riesgo de caída hace referencia a la posibilidad de producirse un resbalón por falta de limpieza de los escalones, o bien por que se considere que el hueco existente entre el último escalón y la cabina sea excesivamente grande.

El diseño de los escalones o peldaños debe ser tal que minimice la acumulación de desechos y ayude a la limpieza de barro y otros residuos procedentes de las suelas de los zapatos.

En el diseño debe tenerse en cuenta que el pie se coloque de una forma natural en el peldaño o que estos sean claramente visibles al usuario; además, deben minimizar el riesgo de deslizamiento lateral del pie para que no deslice fuera del mismo.

## 4 PUERTA, FUERZAS

La fuerza necesaria para abrir la puerta de la cabina no debe ser superior a 150 Nm. Se recomiendan valores entre los 35-75 Nm. (\*)

\* Nm: Newton por metro.

## ACCESO A LA CABINA

5

### PUERTA, MEDIDAS

Recomendaciones para el diseño de puertas:

- ≤ La altura de la puerta no debe ser inferior a 1300 mm. Se recomiendan valores sobre los 1600 mm.
- ≤ La anchura de la puerta no debe ser inferior a los 450 mm. Valores recomendados: 600-700 mm.
- ≤ Normalmente la puerta suele tener una anchura menor en la parte inferior, ésta no debe estar por debajo de los 250 mm.

En el caso de vehículos grandes, como el tractor trailla, debe haber un mínimo de tres salidas de emergencia, que deberán estar situadas en diferentes lados de la cabina (parte frontal, parte trasera y techo de la cabina). Las medidas de la sección transversal de las salidas de emergencia deben ser lo suficientemente grandes para contener una elipse de 640 y 440 mm.

**NOTA:** Las recomendaciones referentes al diseño y medidas a cumplir por la puerta de la cabina son de aplicación a vehículos grandes. En el caso de vehículos más pequeños, no es de aplicación, pero debemos considerar si el hueco existente para acceder a la cabina es adecuado, incluso para los trabajadores más grandes.

## DIMENSIONES INTERIORES DE LA CABINA

### 6 CABINA, DISEÑO

Recomendaciones para el **diseño interior de la cabina**:

- ≤ La altura de la cabina (a) no debe ser menor de 1510 mm. Valores recomendados 2000 mm.
- ≤ El espacio para las piernas (b) medido desde el SRP (\*) no debe ser menor 600 mm. Valores recomendados 1150 mm.
- ≤ El espacio para las rodillas (c) medido desde el SRP no debe ser menor de 730 mm. Valores recomendados 880 mm.
- ≤ La distancia hasta la parte posterior (tomada desde la altura de la cabeza del operador) no debe ser menor de 440 mm. Valores recomendados 630 mm (d).
- ≤ La distancia hasta el cristal o parte anterior (tomada desde la altura de la cabeza del operador) no debe ser menor de 550 mm. Valores recomendados: 700 mm (e).
- ≤ La anchura de la cabina medida a la altura de los reposabrazos (f) no debe ser menor de 920 mm. Valores recomendados 1200 mm.

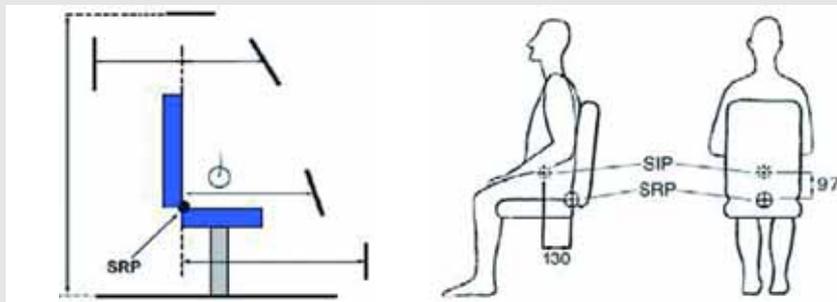


Figura 14: Dimensiones interiores de la cabina y Punto de referencia del asiento

Para determinar las medidas de los vehículos es necesario considerar un punto de referencia tal y como establece la norma UNE EN ISO 5353, donde se define el Punto de Referencia del Asiento (SIP). En la práctica, este punto es difícil de determinar, por lo que se toma como punto de referencia la Intersección entre el asiento y el respaldo (SRP).

El SIP está localizado **97 mm por encima y 130 mm hacia delante del SRP**.

SRP: Intersección entre el respaldo y el asiento

SIP: Punto de referencia del asiento

### DIMENSIONES DEL ASIENTO

- 1: rango regulación profundidad asiento + respaldo
- 2: profundidad del asiento
- 3: longitud del reposabrazos
- 4: Altura del reposabrazos
- 5: Anchura del asiento
- 6: Anchura del respaldo parte superior
- 7: Anchura del respaldo parte inferior
- 8: Distancia entre reposabrazos
- 9: Anchura del reposabrazos
- 10: Rango de altura

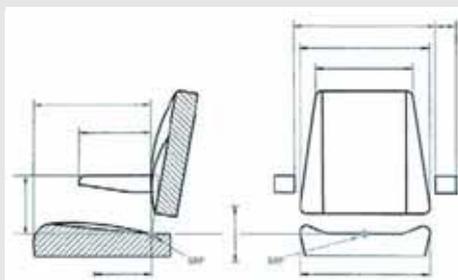


Figura 15: Dimensiones del asiento

## DIMENSIONES INTERIORES DE LA CABINA

### 7 ASIENTO, REGULACIÓN EN ALTURA

- ≤ El rango de **regulación de la altura** del asiento idealmente debe ser de 250 mm o superior (400-650 mm). Es necesario evitar aquellos asientos que no tengan regulación en altura.
- ≤ La altura inferior del asiento (regulación en la posición más baja) debe estar en torno a los 400 mm y nunca ser superior a los 550 mm.

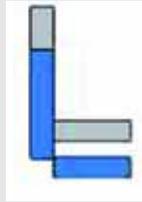


Figura 16: Regulación en altura del asiento

### 8 ASIENTO, PROFUNDIDAD

La **profundidad del asiento** no debe ser mayor de 480 mm, lo ideal es que sea ajustable entre 370-480 mm.

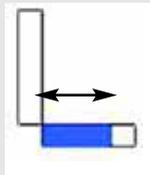


Figura 17: Regulación en profundidad del asiento

### 9 ASIENTO, ANCHURA

La **anchura del asiento** no debe ser menor de 430 mm. Valores recomendados 460-510 mm.

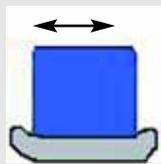


Figura 18: Anchura del asiento

### 10-11 ASIENTO, APOYO

El asiento debería estar dotado de un **apoyo para la espalda**, preferiblemente con regulación ajustable entre  $-5^{\circ}$  y  $+30^{\circ}$ .

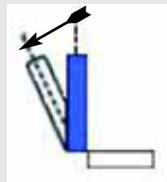


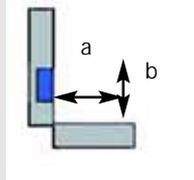
Figura 19: Apoyo para la espalda

## DIMENSIONES INTERIORES DE LA CABINA

## 12 ASIENTO, APOYO

Apoyo lumbar adecuado:

- ≤ La convexidad del soporte lumbar (a) debe estar entre 51-80 mm. Valores ideales cercanos a 80 mm.
- ≤ Rango de regulación de altura del apoyo lumbar (b) 150-230 mm (valores recomendados). También es admisible el ajuste a través de varios puntos fijos.



- a) convexidad soporte lumbar
- b) rango regulación altura apoyo lumbar

Figura 20: Apoyo lumbar

## 13 RESPALDO, ANCHURA

Se recomienda una **anchura del respaldo** entre 430-510 mm en la parte más cercana al asiento (a) y 310-360 mm en la parte alta del respaldo (b).

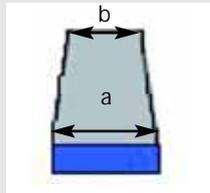


Figura 21: Anchura del respaldo

## 14 RESPALDO, ALTURA

La **altura del respaldo** no debe ser superior a 700 mm ni menor de 280 mm.

## DIMENSIONES INTERIORES DE LA CABINA

### 15 REPOSABRAZOS

Se recomienda que los asientos de los vehículos estén dotados de **reposabrazos**, dado el número de horas que puede permanecer un operador realizando tareas con los mismos.

Lo ideal es que los reposabrazos tengan una serie de regulaciones y medidas:

- ≤ La distancia entre los reposabrazos (a) no debe ser menor de 470 mm, si no es ajustable. Lo ideal es que la distancia entre los reposabrazos sea ajustable entre 420-520 mm.
- ≤ Altura de los reposabrazos (b): lo ideal es que la altura sea regulable entre 120-270 mm. Si los reposabrazos no son regulables en altura, no deben estar a más de 250 mm ni a menos de 180 mm (medido desde el SRP).
- ≤ Longitud de los reposabrazos (c): si son regulables 200-300 mm. Si no puede ajustarse la longitud no debe ser mayor de 350 mm ni menor de 200 mm.
- ≤ La anchura de los reposabrazos no debería ser menor de 100 mm. Valor recomendado: 140 mm.

Otras regulaciones menos habituales en los reposabrazos son:

- ≤ Los reposabrazos pueden aproximarse o separarse del operador, lo ideal sería 30° hacia dentro y 15° hacia fuera. (d)
- ≤ Si los reposabrazos tienen regulación en inclinación, lo ideal sería entre [-30°, 0°] (ajustable). (e)
- ≤ Si los reposabrazos tienen regulación de inclinación lateral debería estar en  $\pm 10^\circ$ . (f)

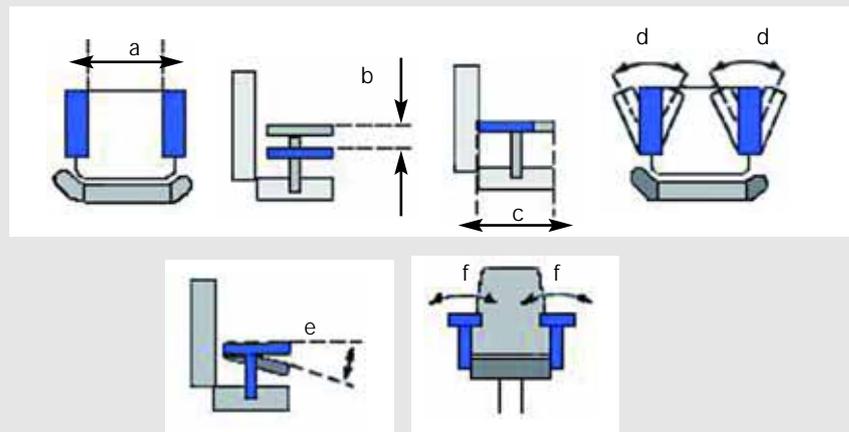


Figura 22: Reposabrazos, regulaciones

Para facilitar que el operador pueda sentarse y levantarse sin impedimentos, al menos uno de los reposabrazos debe ser abatible. El reposabrazos debe proporcionar un apoyo firme durante el funcionamiento del vehículo.

## DIMENSIONES INTERIORES DE LA CABINA

## 16 ASIENTO-RESPALDO

El rango de regulación en profundidad del conjunto (**asiento+respaldo**) no debe ser menor de 100 mm. El rango ideal de regulación es de  $\pm 240$  mm.

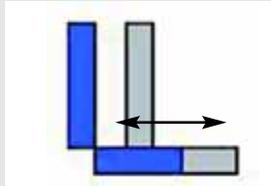


Figura 23: Regulación asiento+respaldo

## 17 ASIENTO, REGULACIÓN LATERAL Y GIRO

Si el asiento dispone de **regulación lateral** (a), debería de ser de  $\pm 10$  -15°.

Si el asiento puede girar (b), los valores recomendados son 220 -270°.

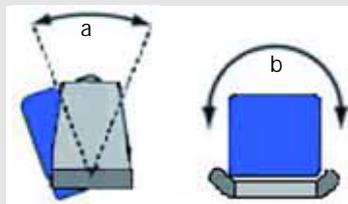


Figura 24: Regulación lateral y giro del asiento

Si el asiento pivota o se inclina para mejorar la posición de trabajo del operador, y permitirle sentarse y levantarse fácilmente, debe preverse un sistema de fijación para la posición de trabajo del asiento de tal manera que se evite cualquier variación involuntaria de dicha posición durante el funcionamiento del vehículo.

## 18 ASIENTO, ESTABILIDAD

El trabajador no debe sentir sensación de inestabilidad en el asiento.

## 19 ASIENTO, AMORTIGUACIÓN

Lo ideal es que el asiento tenga un **sistema de amortiguación** tanto vertical, como horizontal, que proteja de las vibraciones, traqueteos y sobresaltos.

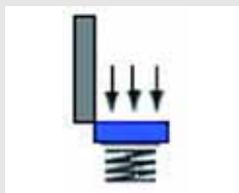


Figura 25: Sistema de amortiguación del asiento

## 20 ASIENTO, ACOLCHADO

El asiento debe tener un **acolchado** adecuado, ni excesivamente duro ni blando. El tejido debe favorecer la transpiración y evitar el deslizamiento del operador.

## CONTROLES

### 21 ALCANCES DE CONTROLES Y PALANCAS

- ≤ Los controles y palancas de uso más habitual deben situarse dentro de la zona de comodidad (establecida en la UNE -EN ISO 6682) comprendida entre los 150-550 mm (alcance frontal) y los [- 500,500] mm (alcance lateral), medidos desde el SIP.
- ≤ Los controles y palancas de uso secundario deben situarse dentro de la zona de accesibilidad (establecida en la UNE -EN ISO 6682) comprendida entre los [-400,800] mm (alcance frontal) y los [-900, 900] mm (alcance lateral), medidos desde el SIP.

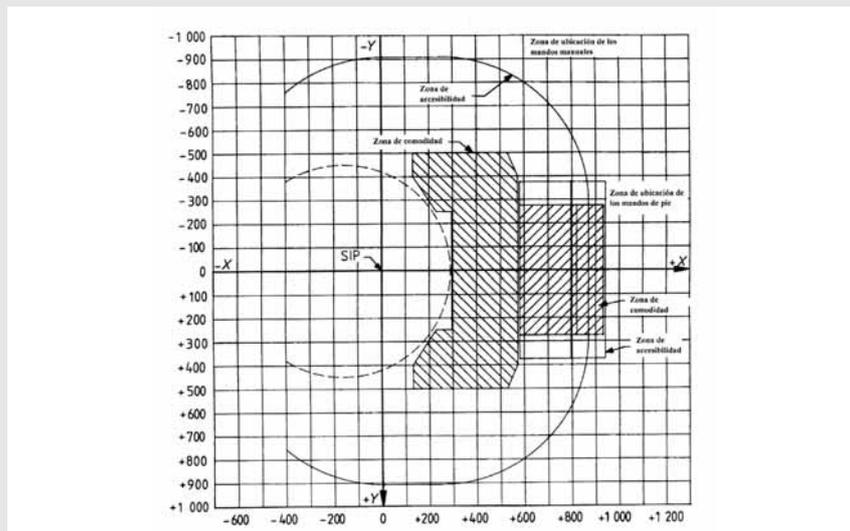


Figura 26: Esquema para la correcta ubicación de controles y palancas

La distancia entre palancas de accionamiento, empuñaduras, pulsadores, el cuerpo del operador y otras partes de la máquina debe ser suficiente para permitir el funcionamiento sin la desconexión involuntaria de los mandos adyacentes.

#### Definiciones para facilitar el análisis:

- **Mandos principales:** son los mandos empleados frecuentemente por el operador, pueden ser de la máquina (transmisión, frenos, dirección, acelerador, etc.) o de los útiles de trabajo (cuchara, hojas, etc.).
- **Mandos secundarios:** son aquellos que no se usan frecuentemente por el operador tales como luces, limpiaparabrisas, calefacción, aire acondicionado, etc.
- **Zona de comodidad:** zona de ubicación de los mandos principales, y deben ser cómodamente accesibles tanto para los operadores grandes como para los más pequeños.
- **Zona de accesibilidad:** zona de ubicación de los mandos secundarios. Los mandos situados en esta zona tienen que ser accesibles tanto a los operadores pequeños como para los grandes en posición sentada, aunque tengan que girar o inclinarse hacia delante y a los lados.

## CONTROLES

### 22 FUERZAS DE ACTUACIÓN, CONTROLES Y PALANCAS

Las **fuerzas de actuación máximas** (\*) se establecen en función del tipo de control:

- ≤ Para botoneras accionadas con la yema de los dedos, la fuerza de actuación no debe ser superior a 5N.
- ≤ Para otro tipo controles accionados con la yema de los dedos, la fuerza no debe exceder los 40N.
- ≤ Para controles operados con la mano (hacia delante-hacia atrás), la fuerza de actuación no debería exceder los 140N.
- ≤ Para controles operados con la mano (izquierda-derecha), la fuerza de actuación no debería exceder los 60N.
- ≤ Para controles tipo rueda, la fuerza de actuación no debería exceder los 230N.

**N: Newton. Unidad de Fuerza en el Sistema Internacional de Unidades.**

Los mandos deben estar dispuestos de manera que no puedan ser dañados o desplazados a una posición peligrosa por fuerzas exteriores previsibles, como puede ser la fuerza máxima del pie o de la mano o sacudidas y vibraciones del vehículo.

Los mandos manuales o de pie, o los botones cuyas fuerzas de accionamiento sean iguales o inferiores a 150N deben tener una distancia libre mínima de, al menos, 25 mm desde su posición a cualquiera de las partes adyacentes.

### 23 MOVIMIENTO DE CONTROLES, MANDOS Y PALANCAS

El movimiento de los mandos en relación al punto muerto debe hacerse en la misma dirección general que el movimiento que controlan.

Cuando el vehículo esté equipado con un puesto alternativo de conducción, con una disposición de mandos equivalentes, ambos conjuntos de operación deben manejarse de forma idéntica.

Todos los mandos deben volver al punto muerto o mantenerse en su posición cuando el operador deje de accionarlos.

Los mandos deben estar dispuestos y protegidos de tal forma que no puedan accionarse inintencionadamente, en particular, cuando el operador entre o salga del puesto de conducción.

### 24 IDENTIFICACIÓN DE CONTROLES Y MANDOS

Los símbolos de identificación deben situarse en los mandos a los que identifiquen o cerca de ellos.

Si existen limitaciones de espacio, se puede colocar un diagrama mostrando los mandos principales, siempre y cuando resulte fácilmente visible para el operador.

### 25 PEDALES, ALCANCES

- ≤ Los pedales deben situarse en la zona de comodidad para el manejo con los pies (establecida en la UNE -EN ISO 6682) comprendida entre 600-900 mm (alcance frontal) y [-250,250] (alcance lateral), medidos desde el SIP.
- ≤ Los pedales deben tener el tamaño y forma adecuada y una superficie antideslizante.
- ≤ La posición del freno y acelerador debe corresponder a la establecida en los vehículos de carretera.

## CONTROLES

### 26 FUERZAS DE ACTUACIÓN, PEDALES

Las fuerzas de actuación máximas (\*) son:

- ≤ Para el embrague, la fuerza de actuación no debe exceder los 250N.
- ≤ Para el freno, la fuerza de actuación no debe exceder los 600N.
- ≤ Para el acelerador, la fuerza de actuación no debe exceder los 60N.

### 27 REGULACIÓN, CONTROLES-PALANCAS

Se refiere a si existen mecanismos que permitan la regulación de los controles y palancas tanto en altura como en profundidad para su adaptación por parte de los trabajadores.

## CONDICIONES AMBIENTALES (ruido, vibraciones, temperatura, iluminación, etc.)

### 28 RUIDO

El Real Decreto 286/2006 sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos derivados de la exposición al ruido establece lo siguiente:

- ≤ Valor límite de exposición: LAeq,d= 87 dB (A) y Lpico= 140 dB (C).
- ≤ Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción: LAeq,d=85 dB (A) y Lpico=137dB (C).
- ≤ Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción: LAeq,d=80dB (A) y Lpico=135 dB (C).

Las alarmas no deben tener un nivel de señal por debajo de 3 dB(A) con respecto al nivel de ruido equivalente medido. Valor recomendado superior a 10 dB(A) cuando el LpAeq es menor o igual a 80 dB(A).

### 29-31 VIBRACIONES

La determinación de las vibraciones a las que se encuentra sometido el operador se miden a través de los métodos establecidos en el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las vibraciones mecánicas.

Dichos niveles son los siguientes:

- ≤ Para cuerpo entero, el valor límite de exposición diaria para un período de 8 horas se fija en  $1.15 \text{ m/s}^2$ .
- ≤ Para mano-brazo, el valor límite de exposición diaria para un período de 8 horas se fija en  $5.0 \text{ m/s}^2$ .

Dado que en la práctica es complicado medir los niveles de vibración a los que se encuentra sometido el operador, normalmente se evalúa la exposición de forma subjetiva. (\*)

Los operadores de vehículos utilizados en obra civil se encuentran frecuentemente expuestos a vibraciones, fundamentalmente de baja frecuencia causadas por el movimiento de los vehículos a través de un terreno irregular y por las tareas que lleva a cabo. El asiento constituye la última etapa de "suspensión" antes del conductor.

Para una eficiente atenuación de la vibración, la suspensión del asiento deberá elegirse de acuerdo con las características del vehículo.

**CONDICIONES AMBIENTALES (ruido, vibraciones, temperatura, iluminación, etc.)****32 TEMPERATURA**

Lo ideal es que el operador pueda adaptar la temperatura de la cabina a sus preferencias personales.

Establecer unos niveles de temperatura adecuados para todos los trabajadores es muy complicado, ya que la sensación de frío o calor está muy ligada a preferencias personales, niveles aceptables son:

- ≤ Invierno, alrededor de los 22°C.
- ≤ Verano, alrededor de los 24°C.
- ≤ En las cabinas que no estén cerradas, deberán tomarse medidas para que los operadores puedan protegerse en la medida de lo posible de las inclemencias del tiempo.

**33 REFLEJOS**

Deben evitarse los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia.

Asimismo, se evitarán los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o en sus proximidades.

**34 ILUMINACIÓN**

La iluminación de la zona de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se esté desarrollando, teniendo en cuenta:

- ≤ Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.
- ≤ Exigencias visuales de la tarea.

**OTRAS****35 FORMACIÓN E INFORMACIÓN**

Los operadores de vehículos deben ser informados de los riesgos tanto generales como específicos asociados al manejo de los mismos.

Entre otros temas, es necesario informar y formar a los operadores sobre:

- ≤ Los elementos de regulación y adaptación con los que cuenta el vehículo.
- ≤ Posturas correctas de trabajo. Si es posible se expondrán ejemplos de posturas inadecuadas y cómo pueden corregirse.

*(\*) Estos valores están dirigidos fundamentalmente a los diseñadores y fabricantes de vehículos. La determinación en campo es compleja por lo que serán evaluados subjetivamente. La evaluación objetiva de los mismos sólo se realizará en caso de duda.*



## 3.2. LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA PARA MÁQUINAS ELÉCTRICAS



| LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA PARA MÁQUINAS ELÉCTRICAS |   |                       |
|---|---|-----------------------|
|   | MÁQUINA:  | [INSERTAR FOTOGRAFÍA] |
| DIMENSIONES   |   |                       |
| 1   | ¿La altura de utilización de la máquina es adecuada al tipo de tarea?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 2   | En caso de disponer de asiento/ apoyo:<br>¿Le resulta apropiado para la tarea que debe realizar?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 3   | ¿El espacio previsto para todas las partes del cuerpo le permite realizar los movimientos necesarios y facilita los cambios de postura?                   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 4   | ¿Las aberturas tienen un espacio suficiente para facilitar el acceso o paso de las diferentes partes del cuerpo?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 5   | ¿Las empuñaduras y los pedales del equipo le resultan fácilmente accesibles y cómodos de manejar?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| POSTURA DE TRABAJO Y ESFUERZO                             |   |                       |
| 6   | ¿La máquina le permite adoptar posturas cómodas de cuello, tronco, brazos, muñecas y piernas?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 7   | ¿Los materiales manejados y procesados en la máquina tienen un peso aceptable?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 8   | ¿La fuerza a realizar (empujes/arrastres) durante el trabajo sobre la máquina es limitada/aceptable?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| INDICADORES, CONTROLES Y MANDOS                           |   |                       |
| 9   | ¿El tipo, diseño, disposición e interpretación de los indicadores y controles resulta adecuado?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 10  | ¿El tipo, diseño y disposición de los controles resulta adecuado?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 11  | ¿Puede acceder con facilidad a los controles y pedales que usa con mayor frecuencia?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 12  | ¿El accionamiento de los controles es adecuado? (FUERZAS)   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 13  | ¿Puede acceder rápida y cómodamente a la parada de emergencia de la máquina?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| CONDICIONES AMBIENTALES                                   |   |                       |
| 14  | ¿El ruido provocado por la máquina está limitado de tal forma que no dificulta o impide la comunicación y no resulta molesto al trabajador?               | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 15  | ¿El diseño de la máquina evita las vibraciones molestas durante su manejo?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 16  | ¿Resulta adecuada la iluminación en el área de trabajo de la máquina?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 17  | ¿La temperatura y humedad resultan adecuadas cuando se trabaja con la máquina?  | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |
| 18  | ¿El diseño de la máquina tiene en cuenta las emisiones (térmicas, objetos desprendidos, etc.) durante su uso, de tal forma que no molestan al trabajador? | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ]  |

| LISTA DE COMPROBACIÓN ERGONÓMICA PARA MÁQUINAS ELÉCTRICAS (cont.) |   |                      |
|---|---|----------------------|
| OTRAS   |   |                      |
| 19  | ¿La máquina permite el uso tanto por operadores diestros como zurdos?                                     | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ] |
| 20  | ¿La máquina está provista de guardas o barreras apropiadas para prevenir lesiones?                        | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ] |
| 21  | ¿Se realiza la inspección, limpieza y mantenimiento periódico de las máquinas?                            | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ] |
| 22  | En caso de uso de EPIS (*):<br>¿Le parecen cómodos?   | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ] |
| 23  | ¿El diseño de la máquina permite que el trabajador visioné correctamente todas las partes de la misma?    | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ] |
| 24  | ¿El trabajador ha sido informado de los riesgos específicos de la máquina así como de su correcto manejo? | SÍ [ ] NO [ ] NP [ ] |
| COMENTARIOS   |   |                      |
|   |   |                      |

(\*) EPIS: Equipos de Protección Individual

## CRITERIOS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO

### DIMENSIONES

#### 1 ALTURA DE TRABAJO

A la hora de definir la **altura óptima para trabajar** debe tenerse en cuenta que ésta depende del tipo de tarea que se realice. Cuanto más baja es la altura del plano de trabajo, más debe inclinarse la espalda al trabajar y la tarea resulta más penosa

### ALTURAS DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS

| Tipo de trabajo a realizar   | Altura de trabajo recomendada   |
|--|---|
| Manipulación de objetos no muy pesados, con un nivel medio de fuerza y precisión | Ligeramente por debajo de la altura de codos de pie   |
| Empujar o arrastrar  |   |
| Tareas de precisión  | Ligeramente por encima de la altura de codos.   |
| Tareas pesadas con aplicación de fuerza  | Entre la altura de los nudillos y la altura de los codos. La máxima fuerza de levantamiento se puede hacer cuando el objeto está a la altura de los nudillos. |
| Tareas de manipulación de objetos pesados  |   |
| Controles sobre paneles verticales   | Entre la altura de los codos y la de los hombros. Considerar también los requisitos visuales.   |

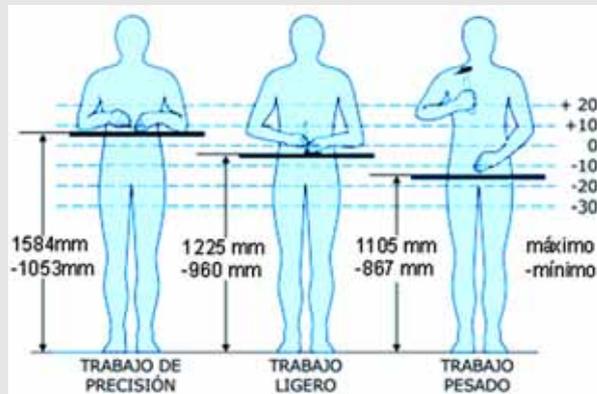


Figura 27: Altura de trabajo en función del tipo de tarea

## DIMENSIONES

### 2 ASIENTO/APOYO

En la norma UNE-EN 14738 se dan recomendaciones sobre requisitos de espacio libre para las piernas para diferentes posturas de trabajo (postura sentada, sentada en alto, de pie con apoyo, etc.). En el caso del sector de construcción, la mayoría, por no decir la totalidad de las tareas que se realizan con máquinas, se hacen en postura de pie.

En el caso de trabajo continuo con máquinas, se debería plantear la posibilidad de proporcionar a los trabajadores apoyos adecuados para liberar la tensión de las piernas provocada por la postura estática de pie durante gran parte de la jornada laboral, siempre y cuando la tarea a realizar no demande la aplicación de una fuerza excesiva por parte del trabajador.

#### Postura de pie con apoyo

Los requisitos cuando se trabaja de pie con apoyo frente a una máquina son:

- ≤ Anchura: 790 mm.
- ≤ Profundidad: 285 mm (a la altura de la rodilla) y 570 mm (a la altura de los tobillos).

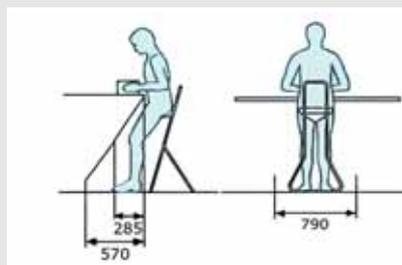


Figura 28: Espacios para trabajar de pie con apoyo

## DIMENSIONES

3

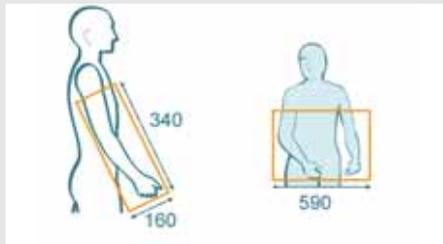
### ESPACIO DE ACCESO

#### ESPACIOS MÍNIMOS DE ACCESO PARA BRAZOS

##### Tipo de acceso

##### Dimensiones recomendadas

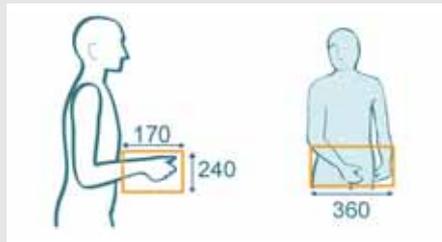
Para ambos brazos (hacia delante y hacia abajo)



**Longitud:** distancia entre codos.  
**Anchura:** diámetro del brazo.  
**Profundidad:** aproximadamente la longitud de brazos.

Figura 29: Espacio mínimo de acceso para brazos

Para ambos antebrazos (hacia delante y hacia abajo)



**Longitud:** diámetro de los dos antebrazos.  
**Anchura:** diámetro del antebrazo.  
**Profundidad:** alcance del antebrazo.

Figura 30: Espacio mínimo de acceso para antebrazos

#### ESPACIO LIBRE PARA LOS PIES

##### Postura de pie

Es recomendable favorecer el acercamiento del trabajador a la máquina garantizando un espacio o hueco para albergar los pies. Los requisitos mínimos de espacio para los pies recogidos en la norma son los siguientes:

- Profundidad de espacio para los pies: 210 mm.
- Altura del espacio para los pies: 226 mm.

Esta última dimensión deberá incrementarse, si es el caso, con la altura de reposapiés o plataformas.

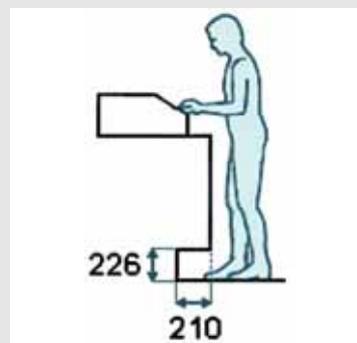


Figura 31: Espacio para los pies

## DIMENSIONES

### 4 ABERTURAS DE ACCESO

Las **aberturas de acceso** son orificios a través del cual un trabajador puede inclinarse, alcanzar algo, etc. para efectuar ciertas operaciones durante su trabajo.

Las **aberturas de paso en máquinas** permiten la entrada del cuerpo completo de una persona para efectuar determinadas operaciones. Para su determinación se ha tenido en cuenta el caso más desfavorable, que son las personas más grandes.

### ABERTURAS DE PASO

| Tipo de abertura de paso                       | Dimensión mínima (alto x ancho) |
|--|---------------------------------|
| Abertura de paso de frente en posición erguida | 1944 x 576                      |
| Abertura de paso lateral en posición erguida   | 1944 x 342                      |
| Abertura para entrada de rodillas              | 845 x 576                       |

### 5 EMPUÑADURAS Y PEDALES

Las empuñaduras y pedales de los equipos manuales deben estar diseñados para asegurar que el operador puede sostener y manejar el equipo correctamente.

#### Empuñaduras:

Una empuñadura o mango debe optimizar la transmisión de fuerzas entre la mano y la máquina o herramienta. El ancho de la mano es de aproximadamente 71 mm para una mujer de talla pequeña (percentil 5) y 97 mm para un hombre de talla grande (percentil 95), así para agarres de potencia donde los cuatro dedos están en contacto, **100 mm es una longitud mínima razonable**, pero 125 mm resulta más confortable. Si el mango es cerrado o es necesario el uso de guantes, la longitud mínima recomendada es de 125 mm.

En lo referente al diámetro recomendable, puede variar con la tarea y con el tamaño de la mano del operador. Así, **para agarres de potencia se recomienda un diámetro 40 mm**; debiendo estar comprendido en el rango de 30-50 mm, si es mayor termina aumentando el momento y si es menor reduce la agilidad y el manejo. El error más común es usar diámetros de mango demasiado pequeños. **Para agarres de precisión el diámetro recomendado es de 12 mm**. El rango aceptable está entre 8-16 mm.



Figura 32: Empuñadura

#### Pedales:

Las dimensiones mínimas recomendadas para pedales (Fuente: Kodak) son:

- ≤ 90 mm de ancho y 80 mm de largo (para pedales de uso ocasional).
- ≤ 90 mm de ancho y 250 mm de largo (para pedales de uso continuo).
- ≤ Entre 50 y 80 mm de diámetro para pulsadores e interruptores de pie (mínimo 12 mm).

## POSTURA DE TRABAJO

### 6 POSTURAS

Las posturas aceptables para los distintos segmentos corporales (cuello, tronco, brazos, codo, muñeca y piernas) vienen recogidas en la norma UNE EN 1005-4.

El análisis de las posturas de trabajo debe ser realizado por una persona experta en la materia. No obstante, hay que tener en cuenta que si se producen algunas de las siguientes situaciones la postura de trabajo puede que no sea aceptable:

- ≤ Flexiones pronunciadas de cuello durante la operación con la máquina, o bien si hay torsión o inclinación lateral.
- ≤ Si el trabajador permanece con el tronco flexionado o girado cuando está manejando la máquina.
- ≤ Flexiones de brazos elevadas (necesidades de alcances).
- ≤ Movimientos repetitivos de miembro superior (brazos y muñecas principalmente).
- ≤ Si el trabajador permanece mucho tiempo de pie (postura estática de de miembros inferiores).
- ≤ Desviaciones, giros y flexiones pronunciadas de la muñeca.

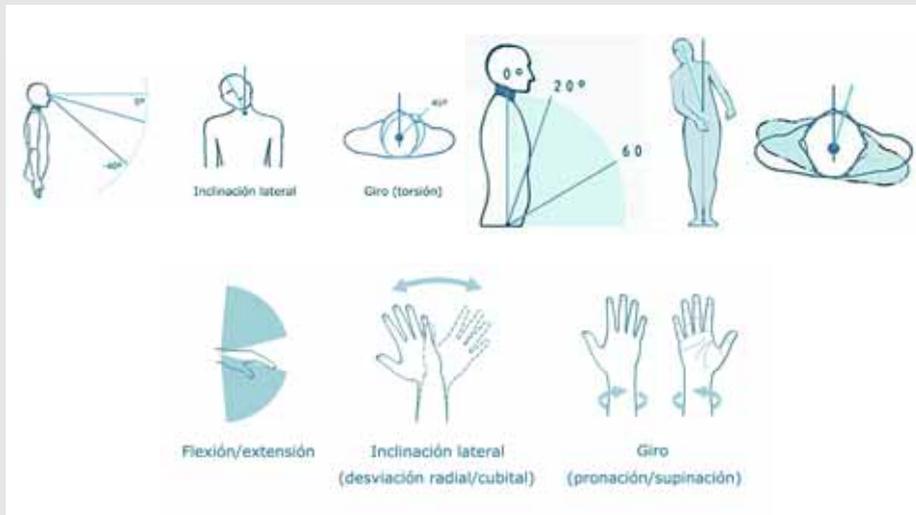


Figura 33: Posturas de los diferentes segmentos corporales

## POSTURA DE TRABAJO

### 7 PESO DE LOS ELEMENTOS Y MATERIALES

En la **Guía Técnica de Manipulación Manual de Cargas (MMC) del INSHT** se establece un límite de 3 Kg a partir de cuál puede haber riesgo, si no se cumplen ciertas condiciones en la manipulación.

La evaluación detallada del riesgo por Manipulación Manual de Cargas debe realizarla un experto.

Alguna de las siguientes situaciones puede sugerir la existencia de riesgo por manipulación de cargas:

- ≤ Manejo de materiales cuyo peso es mayor de 6 Kg.
- ≤ Manejo de materiales cuyo peso es menor de 6 Kg y mayor de 3 Kg y además:
  - Se manipulan por encima de los hombros o por debajo de las rodillas.
  - Alejados del cuerpo (con alcance).
  - Con el tronco muy girado.
  - La frecuencia de manejo es muy elevada durante toda la jornada de trabajo.

En el caso de existir riesgo por MMC, se recomienda:

- ≤ Usar elementos auxiliares para solucionar, en la medida de lo posible, la necesidad de manipulación como: empuñaduras, cuñas, ruedas, cintas transportadoras, grúas, camiones, plataformas elevadoras, etc.) que eliminen, parcial o totalmente, la necesidad de elevar o manejar cargas pesadas o mejoren las condiciones de manejo y, por ello, reduzcan la sobrecarga del cuerpo.
- ≤ Pedir ayuda a un compañero para manejar el peso (levantamiento en equipo). Si el peso a manipular es mayor de 10 Kg será necesario evaluar la manipulación en detalle.

**NOTA:** Los valores anteriores se refieren a trabajo en posición de pie; si en alguna máquina se trabaja en posición sentada, no se debería manipular bajo ninguna circunstancia más de 5 Kg, y siempre con la carga pegada al cuerpo, a una altura adecuada y sin giros ni inclinaciones de tronco.

### 8 FUERZA

En campo se realizará una evaluación subjetiva preguntando al trabajador si el esfuerzo que realiza sobre la máquina (empuje, arrastre o cualquier otro), le resulta ligero o normal y no le resulta agotador. En el caso de que el trabajador considere que la fuerza realizada es elevada, deberá recurrirse a realizar una evaluación objetiva de este aspecto. Para la evaluación objetiva, se aplicará el procedimiento recogido en la norma UNE-EN 1005-3:2002.

## INDICADORES, CONTROLES Y MANDOS

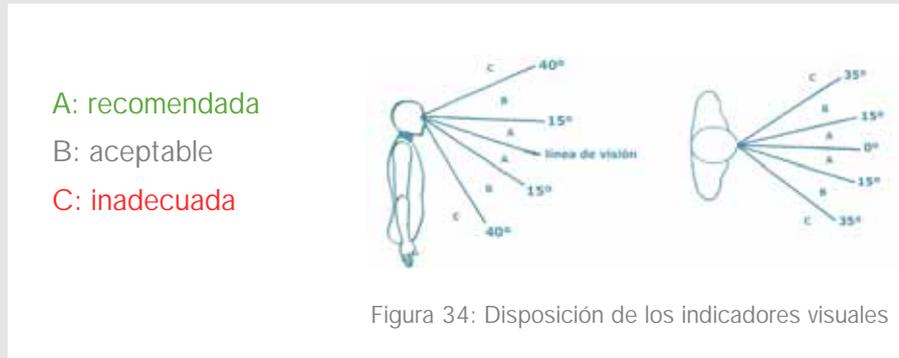
9

### INDICADORES, DISEÑO

En las máquinas podemos encontrar indicadores visuales, auditivos y combinados.

#### INDICADORES VISUALES

- ≤ La disposición debe ser adecuada para detectarlos e identificarlos de forma rápida y segura. En la Norma UNE-EN 894-2 se dan recomendaciones de los ángulos de visión recomendables.



- ≤ La interpretación de la información que el indicador proporcione debe ser clara y no dar lugar a equivocaciones.
- ≤ Los indicadores de uso más frecuente e importante deben situarse en la **ZONA A**.
- ≤ Los indicadores luminosos usan escalas de colores como modo de la importancia de aviso, los más importantes son:

|          |                                       |
|----------|---------------------------------------|
| Rojo     | Alarma                                |
| Amarillo | Precaución, cambio o cambio inminente |
| Verde    | Seguridad, confirmación               |
| Azul     | Cualquiera no asignado                |
| Blanco   | Cualquiera no asignado                |

#### INDICADORES SONOROS

- ≤ Los dispositivos de información sonora facilitan la detección de forma rápida.
- ≤ Resultan muy adecuados cuando se requiere una reacción inmediata.
- ≤ La interpretación de la información debe ser clara, por lo que no conviene abusar de este tipo de indicadores ya que el trabajador puede confundirlos.

## INDICADORES, CONTROLES Y MANDOS

### 10 CONTROLES, DISEÑO

- ≤ La función de cada uno de los controles debe ser fácilmente distinguible, ya que la activación de un control equivocado puede dar lugar a un accidente.
  - ≤ Mediante el uso de colores, tamaños, formas o etiquetas resulta sencillo distinguir unos controles de otros. Si puede ser la identificación se colocará sobre el control.
  - ≤ La disposición de los controles se realizará siempre según la secuencia lógica de la operación.
  - ≤ El espacio de separación entre controles debe ser suficiente para que no se produzca un accionamiento accidental.
  - ≤ En algunos casos, si la activación de un control de forma accidental puede tener consecuencias graves, es necesario disponer de controles de activación a doble mano.
- Los tipos de controles más habituales en las máquinas son:



Figura 35: Tipos de controles más habituales en máquinas

## INDICADORES, CONTROLES Y MANDOS

**11 ACCESIBILIDAD A CONTROLES Y PEDALES**

Es necesario asegurar que el trabajador pueda ver y alcanzar todos los controles cómodamente.

Los controles principales deben estar situados enfrente del operador de manera que la tarea se realice aproximadamente a la altura del codo, en lo que se denomina área principal (entre los 15 cm y 40 cm). Los controles secundarios y de menos importancia se situarán en el área secundaria (40-60 cm).

Es necesario evitar situaciones en las que sea necesario inclinarse o realizar giros para alcanzar los controles.

**PEDALES:**

Los pedales y pulsadores de pie deberán poder ser accionados sin perder el contacto del talón con el suelo empleando únicamente la punta del pie, siempre que sean accionados en postura de pie. Por lo tanto, no debe ser de gran recorrido, pudiendo accionarlo con el movimiento del tobillo; el rango de desplazamiento debe estar comprendido entre 12 y 65 mm.

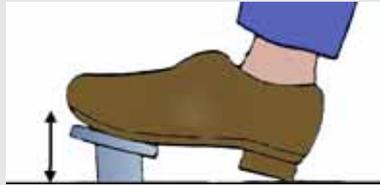


Figura 36: Pedal

En el caso de que los pedales tengan que ser accionados perdiendo el contacto del pie con el suelo o haya que ejercer fuerzas intensas, se debe accionar en postura sentada y contar con respaldo adecuado; o bien se puede considerar la posibilidad de emplear un accionamiento manual.

La zona de ubicación recomendable para los mandos de pie se sitúa, tomando como referencia el respaldo, a una profundidad comprendida entre 600 y 1000 mm; siendo su anchura de 500 mm (centrada respecto al trabajador). La altura va a depender del ángulo de la rodilla, aumentado la altura con la profundidad del alcance (UNE EN 6682).

## INDICADORES, CONTROLES Y MANDOS

### 12 FUERZAS DE ACCIONAMIENTO

Los controles deben requerir suficiente resistencia al movimiento, de manera que no se activen con un contacto ligero.

Pero tampoco en exceso de forma que el trabajador deba realizar esfuerzos para su activación.

La evaluación de este aspecto se realizará subjetivamente en función de la percepción por parte del trabajador, al que se le preguntará:

- ≤ Si debe realizar mucha fuerza para accionar los mandos o controles.
- ≤ Si percibe que para la activación de los mandos debe aplicar una fuerza considerable se debe realizar una evaluación objetiva de la misma, la cual debe ser realizada por profesionales en la materia que cuenten con el instrumental preciso para la determinación de las fuerzas de accionamiento necesarias para la activación de los mandos o controles.

**NOTA:** La fuerza mínima de accionamiento debe ser de 5N, para evitar accionamientos involuntarios que puedan dar lugar a accidentes.

### 13 PARADA DE EMERGENCIA

La parada de emergencia debe ser claramente visible y fácilmente accesible desde la posición normal del operador.

Los controles de emergencia deben tener un tamaño suficiente y ser fáciles de activar.

El color de los controles de emergencia debe ser rojo.

Deben estar retirados de otros controles de uso frecuente, con el fin de reducir el riesgo de activación accidental.

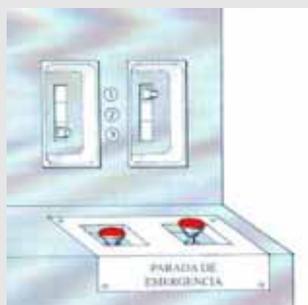


Figura 37: Parada de emergencia

**CONDICIONES AMBIENTALES****14 RUIDO**

El ruido generado por muchas máquinas puede ser perjudicial para la seguridad y salud de los trabajadores.

La evaluación del nivel de ruido se realizará subjetivamente consultando al trabajador si el ruido producido por la máquina le resulta molesto o dificulta la comunicación con otros compañeros. Para ello podemos preguntar si se dan algunas de las siguientes situaciones:

- ≤ Ruido constante y molesto de la máquina durante todo el día.
- ≤ Variaciones molestas y acusadas del nivel de ruido emitido por la máquina.
- ≤ Ruidos de impacto inesperados que produzcan sobresaltos.

Si es necesario, se realizará una evaluación objetiva por parte de expertos en la materia. Un nivel de ruido elevado puede afectar a la audición, interferir en la comunicación y causar accidentes por enmascaramiento de las señales de alarma.

Algunas recomendaciones para reducir el nivel de ruido son:

- ≤ Aislar o cubrir las máquinas ruidosas o ciertas partes de las mismas.
- ≤ Realizar un adecuado mantenimiento de las máquinas para reducir el ruido.
- ≤ Adquirir aquellas máquinas más silenciosas.

**15 VIBRACIONES**

Muchas máquinas transmiten vibraciones al cuerpo humano. Estas vibraciones pueden producir lesiones en los músculos y articulaciones y afectar al flujo sanguíneo.

Se recomienda:

- ≤ Adquirir equipos con empuñaduras que aislen de las vibraciones.
- ≤ Para reducir las vibraciones de las herramientas, se pueden cubrir las empuñaduras con espuma aislante.
- ≤ Suministro de guantes que absorban las vibraciones.
- ≤ Plantear la rotación de los trabajadores para reducir la exposición.

**16 ILUMINACIÓN**

En el sector de la construcción habitualmente suele ser complicado tener condiciones de iluminación adecuadas durante todo el tiempo de trabajo, ya que en la mayoría de las ocasiones se suele depender de la luz ambiental.

En las tareas en las que pueda haber cierto control sobre el nivel de iluminación es necesario considerar los siguientes aspectos:

- ≤ Que no se produzcan grandes oscilaciones de luz.
- ≤ Evitar deslumbramientos.
- ≤ Evitar reflejos o brillos molestos.
- ≤ Inexistencia de zonas en la máquina que estén poco iluminadas o en sombra, de manera que puedan dar lugar a confusiones o accidentes.
- ≤ Diferenciación correcta de colores.
- ≤ Iluminación auxiliar, si es posible, para adecuar el nivel de iluminación sobre la zona de trabajo, así como para tareas de ajuste de la máquina que pueden suponer el acceso a zonas de la misma que se encuentran menos iluminadas.

## CONDICIONES AMBIENTALES

### 17 TEMPERATURA

Establecer temperaturas de trabajo confortables para todos los trabajadores es muy complicado, ya que las preferencias personales son muy diversas. Temperaturas a la que ciertos trabajadores pueden sentirse bien, pueden ser causa de disconfort para otros.

Las recomendaciones generales en lo que a confort térmico se refiere son:

#### Confort térmico: temperatura/humedad

| Estación del año | Temperatura recomendada |
|------------------|-------------------------|
| Invierno         | entre 20° y 24°C        |
| Verano           | entre 23° y 26°C        |
| Humedad          | entre 30% y 50%         |

En el sector de la construcción este aspecto es especialmente problemático, ya que normalmente no se puede controlar la temperatura. El trabajador, durante el desarrollo de las diversas fases de una obra puede estar sometido a condiciones ambientales muy variables y extremas.

En épocas de mucho calor, en las que los trabajadores están realizando trabajos al "aire libre", es importante realizar pequeñas pausas a la sombra para evitar la deshidratación, así como suministrar algún tipo de bebida isotónica que ayude a la reposición de sales. Los trabajadores no deben permanecer sin camiseta para evitar, en la medida de lo posible, las quemaduras solares.

En las épocas invernales es importante suministrar a los trabajadores ropa adecuada para protegerse del frío ambiental. En las fases de obra donde se estén realizando trabajos en interiores, en las que los trabajadores estén más protegidos de las inclemencias del tiempo, es importante controlar las corrientes de aire molestas.

### 18 EMISIONES

Ciertas máquinas empleadas en el sector de la construcción provocan salpicaduras a los trabajadores que pueden ser molestas y, en ocasiones, incluso provocar accidentes si van acompañadas de material. Es importante proteger al trabajador correctamente para evitar lesiones (protectores oculares) así como disconfort por humedad (mandiles impermeables).

| OTRAS |  |
|-------|--|
| 19    | Los controles, accesos a partes móviles, etc. deben estar diseñados de tal forma que puedan ser manipulados tanto por diestros como por zurdos.  |
| 20    | <p><b>GUARDAS</b></p> <p>Las guardas deben tener un diseño adecuado, ya que si dificultan las operaciones manuales o impiden una adecuada visualización de la tarea, los trabajadores pueden acabar quitándolas.</p> <p>Se recomienda que las guardas sean regulables para poder ajustarlas al tamaño de los elementos de trabajo que son introducidos en el punto de operación.</p> <p>Para facilitar la visibilidad de la tarea se recomienda que las guardas estén hechas de plástico o de algún material transparente.</p> <p>Las guardas deben estar construidas con material resistente y proporcionar protección contra las partículas proyectadas.</p> |
| 21    | <p><b>MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA</b></p> <p>Es importante realizar un adecuado mantenimiento de las máquinas para evitar accidentes.</p> <p>Se recomienda desarrollar una lista de rutina para la inspección, limpieza y mantenimiento de las máquinas.</p> <p>Conviene disponer de un cuaderno de inspección y mantenimiento para cada una de las máquinas.</p> <p>Es necesario designar el personal responsable de la inspección de las máquinas.</p>  |
| 22    | <p><b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b></p> <p>Los equipos de protección individual deben ser adecuados al trabajador y de mantenimiento sencillo.</p> <p>Es importante que los equipos sean confortables y que permitan una adecuada movilidad del trabajador para que sean aceptados por éste, ya que de esta manera está asegurada su utilización.</p> <p>Suministrar no sólo el tipo "correcto" de equipo, sino también el modelo y la talla adecuados a cada trabajador.</p> <p>Seleccionar, en la medida de lo posible, equipos ligeros de la amplia variedad existente en el mercado</p>   |
| 23    | <p><b>VISIÓN</b></p> <p>Cuando el trabajador está realizando una tarea con una máquina debe controlar perfectamente el área sobre la que se efectúa la misma, para evitar accidentes. Este aspecto es especialmente importante en las máquinas de corte, donde el trabajador debe ver en todo momento la zona sin que ningún elemento de la máquina interfiera dentro de ésta.</p>   |
| 24    | <p><b>FORMACIÓN E INFORMACIÓN</b></p> <p>Los trabajadores deben ser informados sobre los riesgos específicos asociados a las máquinas.</p> <p>Además es importante que un superior le indique qué debe de hacer, cómo debe trabajar con la máquina, y qué tipo de máquina en la adecuada para cada tipo de trabajo.</p> <p>En los cursos de formación es importante incidir en el tema postural (posturas correctas de trabajo). El elemento gráfico es importante (indicar la postura incorrecta y correcta de trabajo), si es posible se aplicará a máquinas específica</p>  |



### 3.3 FICHAS TEMÁTICAS



## ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR

### INTRODUCCIÓN

Las elevadas temperaturas que se alcanzan en nuestro país en verano, suponen un riesgo grave para aquellos trabajadores que realizan sus tareas al aire libre, tal y como ocurre en el sector de la construcción y con especial incidencia en obra civil.

Según datos extraídos de la **Encuesta de condiciones de trabajo 2005**, la realización de tareas al aire libre alcanza el 60,1% en el sector de la construcción.

El 50% de los trabajadores del sector construcción manifiesta inconfort y molestias por la exposición a temperaturas elevadas en verano.

La exposición de los trabajadores a altas temperaturas, supone un riesgo importante, ya que el organismo para funcionar con normalidad necesita mantener invariable la temperatura interior en torno a los 37°C. Cuando la temperatura interior del cuerpo supera los 38°C se pueden producir daños a la salud y a partir de los 40,5°C, la muerte del trabajador.

El **estrés térmico por calor**, resulta de la interacción entre:

- ≤ las condiciones ambientales del lugar de trabajo,
- ≤ la actividad física que se realiza,
- ≤ y la ropa que llevan los trabajadores.

Cuando se trabaja en condiciones de estrés térmico, la primera consecuencia indeseable por parte de los trabajadores es la acumulación de calor. Para tratar de eliminar el exceso de calor se ponen en marcha los mecanismos de termorregulación del propio cuerpo: sudar (piel se enfría) y aumento del flujo de la sangre hacia la piel, para transportar el calor desde el interior del cuerpo a la piel para que desde allí pueda ser expulsado.

En el sector de la construcción, debe prestarse una especial atención a las condiciones a las que se ven sometidos los trabajadores en las épocas estivales, principalmente en aquellos trabajadores que realizan trabajos al aire libre, ya que al tratarse de una situación peligrosa que se produce en los días más calurosos de verano, no suele haber programas de prevención de riesgos como ocurre en aquellos trabajos o actividades donde el estrés por calor es un problema generalizado de cualquier estación, como en fundiciones, minas, invernaderos, etc.

#### Los operadores de vehículos

Normalmente, los operadores de vehículos no suelen estar expuestos al sol directo, bien por que las cabinas se encuentran cerradas y muchas de ellas disponen de sistemas de climatización que permiten mantener una temperatura adecuada o por la existencia de toldos o techos que protegen a los operadores de la radiación solar directa. No obstante, en las cabinas que no disponen de climatización, el calor suele ser una fuente importante de incomodidad que puede aumentar la fatiga del operador y disminuir la destreza y atención en la realización de la tarea con consecuencias importantes tanto para la seguridad y salud de ellos mismos como de los trabajadores que se encuentran en los alrededores. Además, es importante tener en cuenta que en determinadas tareas de obra civil se trabaja con materiales que se encuentran a elevadas temperaturas así como que muchos operadores de vehículos también realizan tareas fuera de los mismos, como en el caso de los operadores de camiones grúa, etc.

## INTRODUCCIÓN



Figura 38: Condiciones ambientales de los operadores de vehículos

### Los trabajadores que realizan su actividad al aire libre

Las condiciones de los trabajadores que realizan su actividad al aire libre, puede ser especialmente peligrosas en las épocas estivales. La exposición de los trabajadores a altas temperaturas puede llegar a producir el conocido golpe de calor, que en ocasiones puede desencadenar la muerte del trabajador. En el sector de la construcción en general y con mayor incidencia en obra civil, muchas de las tareas que realizan los trabajadores se hacen al aire libre; además, el tiempo de trabajo suele ser mayor en verano aprovechando el mayor número de horas de luz; por lo que es especialmente importante conocer los efectos que causan determinadas “enfermedades” relacionadas con el calor para que sean identificadas de inmediato. Así mismo, los encargados y trabajadores deberían tener conocimiento de cómo proceder ante determinadas situaciones que se planteen como consecuencia del estrés térmico.



Figura 39: Tareas realizadas al aire libre

### Medida de las condiciones ambientales

Para la medida de los principales parámetros (temperatura, humedad relativa y velocidad del aire), se emplean los siguientes instrumentos.

El **termohigrómetro**, que integra las medidas de temperatura y humedad y el **anemómetro** que permite la determinación de velocidad del aire.

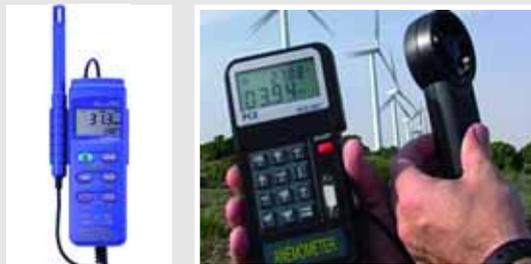


Figura 40: Termohigrómetro y anemómetro

## EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A ALTAS TEMPERATURAS

Los efectos de una exposición a altas temperaturas pueden ocasionar agotamiento, stress térmico e insolaciones. Se produce normalmente por combinación de los siguientes factores:

- ≤ Exposición al calor.
- ≤ Humedad alta.
- ≤ Ropa sintética no respirable.
- ≤ No beber suficiente para reemplazar el sudor.
- ≤ Trabajos duros, fuertes y con altas temperaturas sin estar "climatizado"

El estrés térmico por calor genera varios tipos de riesgos que pueden originar diversos daños a la salud. En ocasiones estos riesgos pueden presentarse muy rápidamente, de repente y tener desenlaces rápidos e irreversibles. La mayoría de las veces, las causas del estrés térmico son fácilmente reconocibles y la posibilidad de que se produzcan daños previsible.

La exposición de los trabajadores a altas temperaturas puede hacer que:

- ≤ Aumente la posibilidad de que se produzcan accidentes de trabajo.
- ≤ Se agraven dolencias previas (enfermedades cardiovasculares, respiratorias, renales, cutáneas, diabetes, etc.).
- ≤ Se produzcan las llamadas enfermedades relacionadas con la exposición al calor.

## EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS ELEVADAS

La exposición a condiciones térmicas extremas pone en marcha todos los mecanismos de los que dispone el cuerpo humano para regular el desequilibrio producido, con el objetivo de preservar la temperatura interna. Pero, como los recursos no son ilimitados, en ocasiones el cuerpo aun poniendo los medios, no logra mantener constante la temperatura interna. A partir de este momento, el organismo puede sufrir ciertos trastornos, estrés por calor.

Los trastornos provocados por situaciones de exposición a altas temperaturas se pueden clasificar en tres tipos de alteraciones:

- ≤ Alteraciones sistémicas: golpe de calor, agotamiento por calor (síncope de calor), deshidratación, déficit de sales, calambres por calor y sudoración insuficiente.
- ≤ Alteraciones cutáneas: erupción por calor.
- ≤ Trastornos psíquicos: fatiga crónica leve por calor, pérdida aguda del control emocional.



Figura 41: Alteraciones exposición calor

## EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A ALTAS TEMPERATURAS

### 1 Alteraciones sistémicas:

**Golpe de calor:** se produce cuando la combinación de la producción metabólica de calor y el estrés térmico ambiental es lo suficientemente intensa como para que el organismo no lo pueda soportar. El cuerpo no puede intercambiar con el exterior todo el calor necesario para mantener el equilibrio y comienza a aumentar su temperatura interna.

Antes de sobrevenir el golpe, la persona se siente desorientada, delira, sufre agitaciones y convulsiones. Como consecuencia de esta patología, la mayoría de los casos de fallecimiento se producen dentro de las primeras 24 horas y el resto se da en un periodo de 12 días después de sufrir el golpe de calor.

Los afectados presentan taquicardia, respiración rápida y débil, disminución de la sudoración y desmayo. El golpe de calor también puede aparecer de manera brusca y sin síntomas previos.

**Agotamiento por calor:** se produce por trabajo continuado en condiciones de calor, sin descansar y sin reponer agua y sales; puede llegar a desembocar en un golpe de calor. Los trabajadores muestran fatiga, pulso debilitado y lento, mareos, náuseas, piel fría y húmeda y caída de la tensión arterial.

**Deshidratación:** se produce cuando la pérdida de líquidos del cuerpo humano no ha sido compensada por la reposición de agua. Los síntomas son: sed, boca y mucosas secas, fatiga, aturdimiento, piel seca y acartonada, orina menos frecuente, concentrada y oscura.

**Déficit salino:** se produce tras largos periodos de sudoración con deficiente reposición de sales. La sintomatología asociada es: cefaleas, astenia, irritabilidad, debilidad muscular, náuseas y vómitos.

**Calambres por calor:** este trastorno es ocasionado por la pérdida excesiva de sales por exceso de sudor o por la ingestión de grandes cantidades de líquido sin que se ingieran sales para reponer las pérdidas por sudor. Produce espasmos dolorosos severos en músculos de las zonas abdominales y de las extremidades.

**Sudoración deficiente:** el trabajador se siente acalorado y agotado debido a que una gran superficie de su cuerpo no suda y por tanto no cede calor al exterior.

**Síncope por calor:** se produce cuando el trabajador está de pie e inmóvil durante mucho tiempo en un sitio caluroso, lo que provoca un deficiente flujo de sangre al cerebro. Normalmente lo sufren aquellos trabajadores no aclimatados al calor al principio de la exposición. Los síntomas que presenta son: desvanecimiento, visión borrosa, mareo, debilidad y pulso débil.

## EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A ALTAS TEMPERATURAS

### 2 Alteraciones cutáneas:

**Erupción por calor:** un mal funcionamiento de las glándulas sudoríparas impide la secreción de sudor. Cuando el organismo intenta perder calor sudando en estas áreas de la piel se producen sensaciones molestas de prurito, cosquilleo y quemazón.

**Cáncer de piel:** uno de los riesgos de la exposición prolongada al sol es la aparición de cáncer de piel. El riesgo es mayor para trabajadores con las siguientes características:

- ≤ Piel clara con pecas o lunares
- ≤ Trabajar en lugares elevados
- ≤ Trabajar alrededor de elementos reflectantes como puede ser el agua o el hormigón.



Figura 42: Melanomas por exposición al sol

### 3 Trastornos psíquicos:

**Fatiga tropical:** falta de motivación, laxitud, irritabilidad e insomnio son los síntomas que han sido detectados en europeos que trabajan en los trópicos durante periodos prolongados.

**Distres agudo:** pérdida repentina y dramática del control emocional caracterizado por llanto incontrolable o ira violenta.

| % pérdida de peso corporal (líquido) | Consecuencias   |
|--------------------------------------|---|
| <5%                                  | Sed ligera  |
| 5-8%                                 | Elevación del pulso y Tª, reducción de la excreción de orina, pérdida de rendimiento, inquietud, somnolencia y sed. |
| >10%                                 | Pérdida de la capacidad para realizar cualquier trabajo   |
| >15%                                 | Puede sobrevenir la muerte  |

Tabla 6: Consecuencias por pérdidas de líquido corporal (%)

## RECOMENDACIONES Y MEDIDAS PREVENTIVAS

### Recomendaciones Generales

Recoger la información sobre la situación en relación a:

- ≤ Trabajo: Tipo de trabajo de tarea a realizar y carga física.
- ≤ Sobre las condiciones de trabajo, ropa de trabajo necesaria.
- ≤ Las fuentes de calor, humedad corrientes de aire.

**Programa de formación:** se debe formar a los trabajadores en los riesgos a los que se encuentran expuestos al trabajar al aire libre en épocas de altas temperaturas. Así mismo, la formación debe comprender el reconocimiento de los primeros síntomas de las afecciones de calor y las medidas inmediatas a tomar.



Figura 43: Programa de formación

**Programa de aclimatación:** La aclimatación al calor no se consigue de forma inmediata. Es un proceso gradual que puede durar de 7 a 14 días. Durante el mismo, el cuerpo se va adaptando a realizar una determinada actividad física en condiciones ambientales calurosas. El primer día de trabajo sólo se debe trabajar en esas condiciones la mitad de la jornada; después cada día se irá aumentando un poco el tiempo de trabajo (10% de la jornada normal) hasta llegar a la jornada completa. Los aumentos de la actividad física del trabajo o del calor o la humedad ambientales requerirán otra aclimatación a las nuevas circunstancias. Cuando se deja de trabajar en esas condiciones durante 3 semanas, como, por ejemplo, en vacaciones o durante una baja prolongada, se puede perder la aclimatación al calor. Ello implica que es necesario volver a aclimatarse al incorporarse nuevamente al trabajo. También se necesitará una nueva aclimatación si la actividad, el calor o la humedad aumentan bruscamente o hay que empezar a usar un EPI.

Permitir al trabajador la realización de pausas, dotando sitios cerca de la zona de trabajo a la sombra.

## RECOMENDACIONES Y MEDIDAS PREVENTIVAS



Figura 44: Pausas a la sombra

Proporcionar a los trabajadores bebidas frescas e isotónicas que ayuden a la reposición de sales.



Figura 45: Proporcionar bebidas

Intentar planificar las tareas más pesadas, en las horas de menor calor (primera hora de la mañana o última de la tarde).



Figura 46: Planificación de tareas

Proporcionar a los trabajadores ropa ligera y de tejidos que favorezcan la transpiración y sean frescos como el algodón y de colores claros.

En el mercado existe una amplia gama tanto de ropa de trabajo, como de EPIS que son más adecuados para su uso en condiciones de calor.

En las tareas de construcción y en especial en obra civil es obligatorio el uso de chalecos de alta visibilidad. En las épocas de calor intenso es más apropiado el uso de una

## RECOMENDACIONES Y MEDIDAS PREVENTIVAS

camiseta que cumpla esta función para que el trabajador no tenga que llevar varias capas; en el mercado existen camisetas de alta visibilidad con una capa de algodón que resultan más frescas y confortables para los trabajadores que los chalecos tradicionales.

Estudiar la posibilidad de sustituir el casco en determinadas actividades por gorras antigolpe. Las gorras antigolpe cumple la normativa EN 812 para protección de pequeños impactos. No pueden sustituir al casco, salvo indicación del responsable de seguridad (si considera que las condiciones lo permiten). Únicamente se puede utilizar para trabajos donde la posibilidad de impacto pesado es mínima. En aquellos casos en los que el uso de gorras antigolpe esté desaconsejado, elegir cascos que sean lo más ligeros posible y cuenten con una adecuada ventilación.

En cuanto al calzado de seguridad, proporcionar a los trabajadores calzado adecuado para el calor.



Figura 47: Ropa de trabajo y EPIS

- ≤ Aconsejar a los trabajadores que no tomen comidas copiosas ni cafeína.
- ≤ Establecer en la medida de lo posible rotación en las tareas.
- ≤ Las cabinas de los vehículos que se utilizan tanto en obra civil como en edificación deberían estar provistas de sistema de aire acondicionado.



Figura 48: Cabinas con aire acondicionado

## RECOMENDACIONES Y MEDIDAS PREVENTIVAS

- ≤ Usar protección solar para prevenir quemaduras y melanomas. Aplicar media hora antes de comenzar a trabajar y repetir cada 2 ó 3 horas.

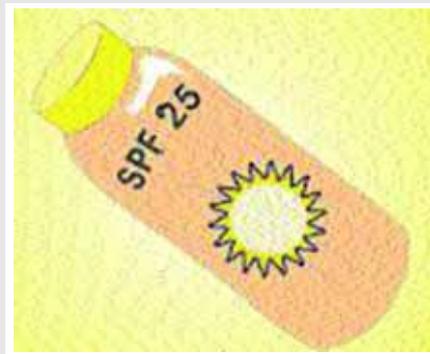


Figura 49: Uso de protección solar

### Recomendaciones para prevenir y tratar el golpe de calor

- ≤ Para prevenir el golpe de calor es necesario realizar vigilancia médica previa en los trabajos en condiciones de estrés térmico por calor importante.
- ≤ Se debe establecer un periodo de aclimatación, con especial atención a las olas de calor y épocas calurosas.
- ≤ Si es necesario se realizarán cambios en los horarios de trabajo.
- ≤ Beber agua con frecuencia e ingerir una cantidad de sales minerales adecuadas en las comidas.
- ≤ Cuando se ha producido el golpe por calor, lo primero a realizar es alejar al trabajador afectado del calor, aflojarle o quitarle la ropa e intentar enfriarlo con mantas o paños mojados, abanicarle y si se tiene a mano hielo, se aplicará en cuello, axilas e ingles para favorecer la bajada rápida de la temperatura. Es imprescindible avisar a un médico rápidamente ya que se trata de una **EMERGENCIA**.

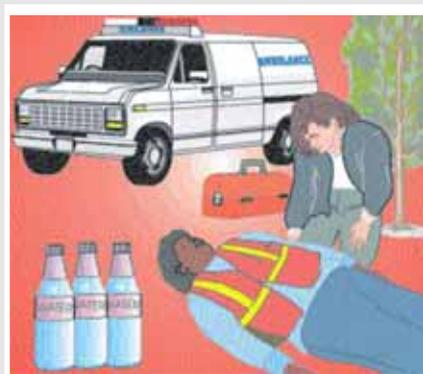


Figura 50: Golpe de calor

## RECOMENDACIONES Y MEDIDAS PREVENTIVAS

### Recomendaciones para prevenir y tratar el agotamiento por calor

Hay que tener en cuenta el diagnóstico diferencial con el golpe de calor: en el agotamiento las funciones mentales se conservan, aunque exista cierto grado de irritabilidad. El tratamiento consiste en:

- ≤ Reposo tumbado en un local fresco con los pies en alto.
- ≤ Aflojar la ropa y refrescar al trabajador.
- ≤ Bebidas abundantes y frescas (12°C), agua o bebidas isotónicas.
- ≤ Para prevenir el agotamiento por calor se recomienda la ingesta adecuada de sales en las comidas y beber abundantemente agua o bebidas isotónicas, aunque no se tenga sensación de sed.

### Recomendaciones para prevenir y tratar la deshidratación

Se debe de intentar hidratar al trabajador lo máximo posible facilitándole la ingesta regular de líquidos. Las reglas siguientes se deben de tener en cuenta:

- ≤ Beber agua o bebidas isotónicas de forma frecuente (cada 30 minutos) en poca cantidad (250 ml).
- ≤ NO se debe de ingerir alcohol de ningún tipo.
- ≤ El recorrido hasta el aprovisionamiento de agua debe ser lo mas corto posible.
- ≤ Para prevenir la deshidratación se recomienda mantener una ingesta adecuada de sales durante las comidas y beber agua fresca aunque el trabajador no tenga sensación de sed.

### Recomendaciones para tratar el déficit iónico (sal)

Su tratamiento se basa en el reposo en lugar fresco y rehidratación con suplementos de sal por vía oral al 1% (1/4 de cuchara de café en 250 ml de agua) o por vía intravenosa con suero fisiológico.

### Recomendaciones para prevenir y tratar los calambres por calor

- ≤ Ingesta adecuada de sales en las comidas.
- ≤ Durante el periodo de aclimatación al calor, ingesta suplementaria de sal.
- ≤ Establecimiento de periodos de descanso en lugares frescos.
- ≤ Beber agua con sales o bebidas isotónicas.
- ≤ Hacer ejercicios suaves de estiramiento y frotar el músculo afectado.
- ≤ No realizar actividad física alguna hasta horas después de que desaparezcan los calambres.
- ≤ Avisar al médico si los calambres no desaparecen en una hora.

## RECOMENDACIONES Y MEDIDAS PREVENTIVAS

### Recomendaciones para prevenir y tratar el síncope por calor

No es grave, pero en muchas ocasiones su inicio no se diferencia de un golpe de calor, por lo que es imprescindible valorar todos los casos.

- ≤ Para prevenirlo, se recomienda no estar durante mucho tiempo inmóvil, realizar movimientos que faciliten el retorno venoso al corazón.
- ≤ Para su tratamiento, basta con mantener al trabajador tumbado con las piernas levantadas en un lugar fresco.

### Recomendaciones para prevenir y tratar la erupción cutánea

- ≤ Para prevenir la erupción cutánea por calor, se recomienda al trabajador ducharse regularmente, usar jabón sólido y secar bien la piel; evitar la ropa que oprima.
- ≤ Tratamiento: limpiar la piel y secarla, sustituir la ropa húmeda.

### Recomendaciones para protegerse del cáncer de piel

- ≤ Usar camisetas de manga larga y pantalones de colores neutros.
- ≤ Usar gafas de sol con lentes polarizadas.
- ≤ Realizar periódicamente chequeos en el dermatólogo.
- ≤ Usar cremas de protección solar. Aplicar media hora antes de comenzar a trabajar y repetir cada 2 o 3 horas.



## ESTRÉS TÉRMICO POR FRÍO

### INTRODUCCIÓN

Trabajar en condiciones climáticas desfavorables puede generar diversas consecuencias sobre el rendimiento y la salud de los trabajadores denominadas en su conjunto **estrés debido al frío**, que hacen necesario tener en cuenta una serie de recomendaciones básicas a la hora de desarrollar las diferentes tareas en los espacios de trabajo sometidos a bajas temperaturas.

Ciertas personas son más propensas al estrés debido al frío que otras. Los trabajadores que no están en buenas condiciones físicas, padecen alguna enfermedad crónica, mantienen malos hábitos alimenticios, consumen bebidas alcohólicas o determinados medicamentos, o no están habituados a trabajar a bajas temperaturas, tienen un mayor riesgo de verse afectados por el estrés debido al frío.

La mayoría de actividades asociadas a sectores industriales se ejecutan en locales cerrados o semicerrados, por lo que resulta más sencillo controlar las condiciones ambientales a las que se encuentran sometidos los trabajadores. Sin embargo, el sector de la construcción y especialmente el subsector de obra civil, se caracteriza por la realización de actividades al aire libre (carreteras, puentes, puertos, aeropuertos, movimientos de tierras en edificación, ferrallistas, encofradores, etc.), realizan sus tareas en condiciones ambientales muy variables, pudiendo en determinadas épocas estar expuestos a temperaturas extremadamente bajas.

Según datos extraídos de la **Encuesta de condiciones de trabajo 2005**, la realización de tareas al aire libre alcanza el 60,1% en el sector de la construcción.

El 48,5% de los trabajadores del sector construcción manifiesta inconfort y molestias por la exposición a frío.

El ser humano necesita mantener una temperatura interna estable, por lo que la temperatura no debe descender de los 36°C, para ello la piel actúa como aislante del medio ambiente.

La exposición al frío produce una pérdida de calor a nivel cutáneo y de las vías respiratorias, influenciando el balance térmico sobre todo en sus factores de: convección y radiación.

En el sector de la construcción, debe prestarse una especial atención a las condiciones a las que se ven sometidos los trabajadores en las épocas frías, principalmente se pueden distinguir:

#### Los operadores de vehículos

Las condiciones a las que se encuentran sometidos los operadores de vehículos, varían ampliamente en función del vehículo. En la actualidad la mayoría de vehículos modernos que se utilizan en obra civil disponen de calefacción, por lo que los operadores pueden regularse la temperatura acomodándola a aquellas condiciones que le proporcionen mayor confort, aunque todavía existen vehículos en este tipo de obras que no disponen de una cabina totalmente cerrada y por tanto el control de las condiciones ambientales es complicado como ocurre con los operadores de extendedoras asfálticas. Además, en edificación también se emplean vehículos más pequeños como dúmper, minicavadoras, minicargadoras, etc., que no disponen de sistemas de calefacción y en muchas ocasiones la cabina no se encuentra cerrada totalmente, por lo que el operador se encuentra expuesto a las condiciones ambientales.

## INTRODUCCIÓN



Figura 51: Tipos de cabinas

### Los trabajadores que realizan su actividad al aire libre

Las condiciones a las que se encuentran expuestos pueden ser muy variables y extremas en determinadas épocas del año. El medio ambiente térmico es la queja más común de los trabajadores del sector. La exposición a temperaturas frías produce incomodidad, deterioro de la ejecución física y manual de las tareas, congelaciones en los dedos de las manos y los pies, mejillas, nariz y orejas (enfriamiento local), aunque la consecuencia más grave es la hipotermia (enfriamiento general del cuerpo), que consiste en una pérdida de calor corporal.



Figura 52: Tareas al aire libre

### Medida de las condiciones ambientales

Para la medida de los principales parámetros (temperatura, humedad relativa y velocidad del aire), se emplean los siguientes instrumentos.

El **termohigrómetro**, que integra las medidas de temperatura y humedad y el **anemómetro** que permite la determinación de velocidad del aire.



Figura 53: Termohigrómetro y anemómetro

## EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS FRÍAS

El estrés por frío está puede estar provocado por la combinación de los siguientes factores:

- ≤ Temperaturas frías (4 grados o menos)
- ≤ Condiciones ambientales húmedas.
- ≤ Vientos fuertes.
- ≤ Ropa inadecuada.

Las **consecuencias** de una exposición al frío en el cuerpo de los trabajadores son deshidratación, entumecimiento, escalofríos y, en casos extremos, congelación e hipotermia. Los efectos asociados al estrés debido al frío se dividen en efectos sistémicos y localizados, según se vea afectado todo el organismo o sólo determinadas áreas localizadas del mismo.

El entumecimiento y la congelación se consideran efectos localizados mientras que la hipotermia es el efecto sistémico más grave del estrés debido al frío. Una vez que el organismo pierde su capacidad de mantener su temperatura normal, desciende la temperatura corporal, presentándose otros síntomas, tales como escalofríos violentos, problemas al hablar, confusión, alucinaciones, debilitación e irregularidad del pulso, pudiendo llegar a provocar la pérdida de conocimiento.

Las respuestas subjetivas de los trabajadores son indicadores validos para reconocer el estrés debido al frío en el lugar de trabajo, debiendo prestar especial atención a la presencia de entumecimiento y escalofríos, que constituyen la respuesta del organismo a este tipo de estrés y sirven de mecanismo de protección al aumentar la actividad metabólica.

Si se produce un descenso notable en la destreza general y en la habilidad manual de los trabajadores, con disminución de la fuerza muscular y descenso de la agudeza visual y auditiva, es posible que se deba al estrés debido al frío, pudiendo generar riesgos adicionales para la seguridad del afectado y la de sus compañeros, derivados de la lentitud de reacción y la torpeza de movimientos.

La exposición a temperaturas frías disminuirá la temperatura corporal. Cuando la temperatura cerebral disminuye, produce confusión y pérdida de coordinación. Las extremidades se entumecen y se produce pérdida de habilidad. En exposiciones prolongadas al frío se pueden producir:

- ≤ **Congelaciones**, principalmente en nariz, orejas, rostro y dedos de los pies y manos.

Quando se trabaja en ambientes muy fríos, el cuerpo reduce el flujo sanguíneo hacia las manos y pies para mantener la zona del cuerpo central a una temperatura normal. Los dedos de las manos y de los pies, produciéndose lo que se denomina congelación.

La congelación también puede originarse por el contacto de la piel con objetos muy fríos, como por ejemplo equipos de metal. Algunos síntomas de congelación son: aturdimiento, hormigueos, dolor y cambio de color de la piel se vuelve blanca y luego azulada.

El dolor aparece cuando el tejido se descongela. La congelación puede provocar la muerte del tejido y forzar la amputación. El proceso de congelación en fase temprana puede invertirse haciendo entrar en calor al tejido en agua caliente.

## EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS FRÍAS



Figura 54: Efectos de congelación

≤ **Hipotermia:** debida a la pérdida de calor corporal. Comienza manifestándose con escalofríos, aletargamiento e incapacidad de continuar con el ritmo de trabajo (fatiga), pérdida de coordinación, confusión y desorientación. Si no se interrumpe el proceso de pérdida de calor, la piel se torna azulada, las pupilas se dilatan y disminuye el ritmo respiratorio, en último término podría sobrevenir la pérdida de conciencia, seguida de la muerte del trabajador.

### Mecanismos fisiológicos de regulación frente al frío

Las pérdidas de calor del cuerpo aumentan con las bajas temperaturas; para compensar estas pérdidas el hombre dispone de mecanismos de regulación de la temperatura que se encargan de que la temperatura se mantenga constante. Así, cuando el cuerpo empieza a enfriarse demasiado, se produce:

Una **vasoconstricción** de los conductos sanguíneos, reduciendo el flujo de sangre por la piel.

Un incremento de la producción interna de calor mediante la estimulación de los músculos, pudiendo causar **temblores**. Este sistema es también muy efectivo, y puede incrementar la producción de calor corporal bruscamente.

## RECOMENDACIONES Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Para la prevención de las consecuencias negativas del frío sobre los trabajadores es fundamental conocer y prestar atención a los síntomas derivados de la exposición al mismo, con el fin de adoptar alguna de las medidas preventivas y recomendaciones que se proponen a continuación:

- ≤ La organización del trabajo deberá permitir el descanso en lugar caliente y seco, debiendo realizar pausas siempre que sea necesario con el fin de recuperar la pérdida de energía calorífica, y planificando los trabajos en las zonas más frías en las horas centrales y más cálidas del día, evitando, en lo posible, mantener posturas estáticas.
- ≤ Deberá cuidarse la alimentación, tratando de proporcionar al organismo la necesaria aportación de calorías, dado el incremento de la demanda experimentado para compensar la actividad laboral y las contracciones musculares.
- ≤ Es importante el consumo de líquidos, debiendo incrementarse la ingestión de bebidas templadas, dulces, sin cafeína y no alcohólicas con el fin de compensar la pérdida de agua a través de los pulmones y la piel y prevenir de este modo una posible deshidratación. Minimizar especialmente el consumo de café como diurético para disminuir la pérdida de agua y evitar la vasodilatación.



Figura 55: Tomar bebidas templadas

- ≤ Usar **ropa adecuada**, combinando diferentes capas en lugar de una única prenda con el fin de generar un efecto aislante, tratando de no dificultar la capacidad de movimiento del trabajador.

En el mercado existe toda un gama de ropa para trabajar en condiciones de frío incluso intenso.

## RECOMENDACIONES Y MEDIDAS PREVENTIVAS



Figura 56: Ropa protección adecuada para el frío

- ≤ Controlar la exposición directa a las corrientes de aire y la humedad, haciendo uso de ropa cortaviento y sustituyendo las prendas humedecidas por su influencia en el riesgo de estrés por frío.
- ≤ En relación con la vigilancia de la salud, es aconsejable consultar al servicio médico con el fin de detectar posibles disfunciones y especiales sensibilidades, así como, en su caso, valorar el efecto que sobre el trabajador puede tener el consumo de determinados medicamentos.
- ≤ Estas medidas deberán complementarse con un periodo previo de aclimatación para los trabajadores de nuevo ingreso y para aquellos otros que se reincorporen tras un periodo de ausencia prolongada, llevando a cabo exposiciones sucesivas y de corta duración para ir progresando a lo largo de los días siguientes.
- ≤ Las cabinas de los vehículos deben ir provistas de adecuados sistemas de calefacción de tal forma que los trabajadores puedan regularse la temperatura en función de sus preferencias personales. No obstante se proporcionarán a los operadores de los vehículos ropa de abrigo adecuada para su protección cuando abandonen la cabina.



Figura 57: Sistemas de calefacción en las cabinas

## VIBRACIONES

### INTRODUCCIÓN

#### Naturaleza de las vibraciones

Las causas comunes de la vibración son debidas a partes de máquinas desequilibradas en movimiento, golpes de objetos, impulsos, choques, etc. Se presenta en la mayoría de las máquinas y herramientas utilizadas por los trabajadores: vehículos de transporte por carretera, ferrocarril o marítimo, maquinaria de obras públicas, herramientas manuales, carretillas elevadoras, máquinas neumáticas, etc. Cualquier máquina que en su funcionamiento genere vibraciones, las puede transmitir al operario que trabaja en sus proximidades, ya sea porque ambos están en contacto directo o a través de otros cuerpos, como los asientos en un camión.

En general la vibración es un fenómeno físico no deseable aunque en ocasiones se produce para hacer funcionar un dispositivo como en el caso de martillos mecánicos, cintas transportadoras vibratorias, etc.

Según datos extraídos de la **Encuesta de condiciones de trabajo 2005**

Los trabajadores del sector de la construcción, son los que en mayor porcentaje se encuentran sometidos a vibraciones; el 35,5% en mano-brazo y el 8,9% en otras zonas del cuerpo. Las vibraciones mano-brazo se encuentran relacionadas con los trabajadores que utilizan los instrumentos de trabajo siguientes:

- ≤ Herramientas portátiles (24,4%)
- ≤ Maquinaria móvil de movimiento de tierras (23,1%)
- ≤ Herramientas manuales (20,3%)
- ≤ Máquinas y equipos (16,9%)



Figura 58: Vibraciones en el puesto de trabajo según sector de actividad

## INTRODUCCIÓN

### Clasificación de las vibraciones

Se pueden distinguir dos tipos de vibraciones en función de cómo se produzca la transmisión de éstas al trabajador.

**Vibraciones Globales** (o de cuerpo entero) (1-80 Hz). Estas vibraciones se transmiten al cuerpo en su conjunto a través de superficies de contacto que vibran, como el asiento o el suelo de un vehículo (Ej: vehículos industriales, tractores, carretillas, etc.).

**Vibraciones mano-brazo** (8-1000 Hz). Se transmiten a través de las manos y los brazos del trabajador, como es el caso de las herramientas de mano portátiles (Ej: sierras de cadena, martillos neumáticos, etc.) o bien a través del volante, palancas o mandos de un vehículo que genera vibraciones.

### Medida de las vibraciones

La medida de las vibraciones permite determinar las vibraciones transmitidas a los trabajadores en el uso de herramientas manuales vibrantes (guiadas o sostenidas), por la conducción de vehículos, etc. que pueden ocasionar daños a la salud.

Cuando se realiza una medición de vibraciones, lo que se mide es la aceleración, la velocidad o el desplazamiento de la vibración.

Las vibraciones se miden con un instrumento llamado **VIBRÓMETRO**.



Figura 59: Vibrómetro

## EFFECTOS DE LAS VIBRACIONES EN EL CUERPO HUMANO

Las vibraciones pueden producir, en el organismo de las personas expuestas, daños específicos en función de la zona del cuerpo a la que afectan y de la frecuencia dominante de la vibración.

- ≤ Cuando las vibraciones son muy fuertes, como en el caso de conductores de maquinaria pesada, pueden tener como resultado microlesiones, pero los efectos se van sumando debido a la larga vida laboral y pueden evolucionar a trastornos más importantes.
- ≤ Las vibraciones que invaden todo el cuerpo, conllevan pérdidas de atención y, en general, perturban los mecanismos cognitivos centrales responsables del tratamiento de las informaciones de la memoria a corto plazo.
- ≤ Entre 2,5 y 3 Hz se mantiene la frecuencia natural de las partes del cuerpo humano (con estas vibraciones se garantiza que el usuario tenga el máximo confort).
- ≤ Por encima de esas frecuencias hay una disminución de la sensibilidad.
- ≤ Los fenómenos de lumbalgia aparecen entre 5 y 8 Hz.
- ≤ Entre 3 y 5 Hz desórdenes del estómago y del intestino.
- ≤ Los operadores de tractores son el grupo que se encuentra más expuesto al riesgo de sufrir trastornos ya que se encuentra con mayor frecuencia que en el resto de la población sometidos a vibraciones.
- ≤ Cuando la frecuencia baja de los 2 Hz hay un aumento de la sensibilidad, que se puede llegar a manifestar como mareo.

### Efectos de las vibraciones mano-brazo

Las vibraciones procedentes de vehículos (a través del volante de los vehículos, palancas o controles), generadas en algún proceso productivo o por el uso de una herramienta que entran por el cuerpo a través de las manos, se denominan vibraciones mano-brazo (VMN).

En el ámbito laboral, los procesos productivos, herramientas mecánicas, partes de vehículos y máquinas que exponen las manos del trabajador a este tipo de vibraciones están ampliamente extendidos, siendo especialmente frecuentes en el sector de la construcción tanto en edificación como en obra civil.



## EFFECTOS DE LAS VIBRACIONES EN EL CUERPO HUMANO



Figura 60: Herramientas y máquinas que producen vibraciones mano-brazo

También los trabajadores pueden estar expuestos a vibraciones mano-brazo a través de las piezas de trabajo que vibran y de los controles vibratorios que sujetan con sus manos.

La utilización prolongada de máquinas que transmiten vibraciones a las manos, pueden ser origen de una serie de efectos sobre los miembros superiores del trabajador que se conocen con el término **SÍNDROME DE LA VIBRACIÓN MANO-BRAZO**, que se refiere a un grupo de signos y síntomas que pueden ser catalogados en cuatro tipos: trastornos vasculares, neurológicos, musculoesqueléticos y otros trastornos.

- ≤ **Trastornos vasculares:** incluyen cualquier alteración circulatoria que a menudo se identifica con palidez intermitente de los dedos. Es lo que se conoce como *síndrome de Raynaud o enfermedad del dedo blanco inducido por vibraciones*, que en algunos países se considera como una enfermedad profesional.

Inicialmente, los ataques de palidez se presentan en la punta de uno o más dedos, pero con la exposición continuada a las vibraciones, el adormecimiento se puede extender a la totalidad del área de los dedos en contacto con la fuente de vibración. En casos extremos, por la cianosis puede aparecer incluso necrosis y gangrena, aunque estos efectos aparecen de forma muy excepcional.

Normalmente los "ataques" son más comunes en invierno. Durante el ataque la sensibilidad de los dedos queda tan disminuida que no se detectan estímulos que normalmente producen dolor. La sensibilidad táctil y la destreza también se ven afectadas de modo que la actividad laboral no puede reanudarse hasta que el "ataque" no ha finalizado.

El "ataque" finaliza cuando la circulación retorna gracias a un recalentamiento de los dedos por masaje local, apareciendo enrojecimiento.

La relación existente entre exposición a vibraciones y trastornos vasculares no es clara, pero hay evidencia de que cuando la magnitud de la vibración se divide por la mitad, se duplica el tiempo de aparición de dedo blanco.

## EFFECTOS DE LAS VIBRACIONES EN EL CUERPO HUMANO

El **síndrome de Raynaud** aparece por un aporte insuficiente del flujo sanguíneo. Los dedos se enfrían, entumescen y sufren hormigueo, perdiendo sensibilidad y control de movimientos. Se puede producir por la vasoconstricción de las arterias digitales por vibraciones al manejar herramientas.

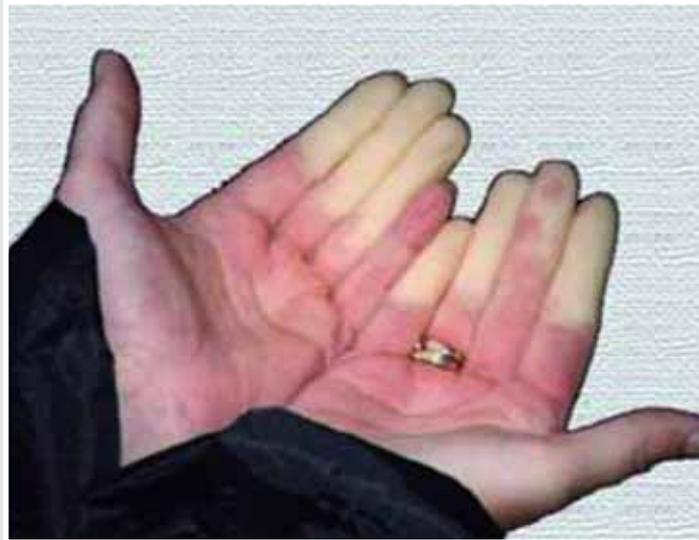


Figura 61: Síndrome Raynaud

- ≤ **Trastornos neurológicos:** aumento de los umbrales táctil y térmico, empeoramiento de la destreza manual y reducción de la sensibilidad, son algunos de los síntomas relacionados con la exposición a vibraciones mano-brazo.

En ocasiones han aparecido en trabajadores expuestos, signos y síntomas de neuropatías por compresión (síndrome del túnel carpiano).

- ≤ **Trastornos musculoesqueléticos:** este tipo de trastornos es objeto de controversia.

No obstante, se ha observado una elevada prevalencia de artrosis de la muñeca y del codo en trabajadores expuestos a vibraciones de baja frecuencia, sin embargo no hay evidencias en trabajadores expuestos a vibraciones de frecuencias medias-altas.

Los síntomas incluyen dolor local, hinchazón y rigidez en varias zonas de los miembros superiores.

En cuanto a los efectos musculares, los trabajadores expuestos a vibraciones manifiestan debilidad muscular y dolores en brazos y manos, y en algunos casos reducción de la fuerza de presión. También se han observado trastornos como tendinitis y tenosinovitis así como contractura de Dupuytren (enfermedad del tejido fascicular de la palma de la mano), aunque la relación directa con la exposición a vibraciones mano-brazo, no es concluyente.

## EFECTOS DE LAS VIBRACIONES EN EL CUERPO HUMANO



Figura 62: Contractura de Dupuytren

**Otros trastornos:** algunos estudios indican que la pérdida auditiva es mayor de la que cabría esperar en función de la edad y de la exposición a ruido debido a la vasoconstricción inducida por las vibraciones. Además, se han observado otros síntomas como fatiga persistente, dolor de cabeza, irritabilidad, trastornos del sueño, etc.

### Efectos de las vibraciones de cuerpo completo

Se produce cuando una gran parte del peso del cuerpo descansa en una superficie que vibra. En la mayoría de los casos, la exposición se produce en posición sentada, transmitiéndose la vibración a través del asiento y del respaldo. En posición de pie, la vibración se transmite a través de los pies.

La vibración de cuerpo completo (VCC), está ampliamente extendida en el mundo laboral, siendo especialmente importante en el sector de la construcción, y particularmente en obra civil debido a las vibraciones que se transmiten a través de los vehículos pesados y puede ser origen de daños a la salud.

Los grupos de mayor riesgo son:

- ≤ Conductores de vehículos todo terreno (maquinaria de obras públicas, tractores, etc).
- ≤ Conductores de carretillas elevadoras.
- ≤ Conductores de camiones y autobuses.

Este tipo de vibraciones puede ser origen de: molestias (discomfort), reducción por fatiga de la capacidad de trabajo o daños a la salud. Además, la vibración de cuerpo completo de baja frecuencia (< 0,5 Hz) puede ser causa del mareo inducido por movimiento (típico de los medios de transporte)

La exposición a vibraciones de cuerpo completo, puede causar:

**Dolor y alteraciones en la espalda:** Una exposición prolongada a VCC está fuertemente asociada con problemas de espalda, observándose una alta tasa de prevalencia de dolores en la parte baja de la espalda, **hernia discal** y degeneración temprana de la columna (**espondilosis**, que es un trastorno causado por el desgaste anormal del cartílago y los huesos del cuello (vértebras cervicales) con degeneración y formación de

## EFFECTOS DE LAS VIBRACIONES EN EL CUERPO HUMANO

depósitos minerales en los cojines entre las vértebras (discos cervicales), **osteocondrosis intervertebral, artrosis**). La exposición a vibraciones también causa **lumbalgias, ciatalgias y cervicalgias**.

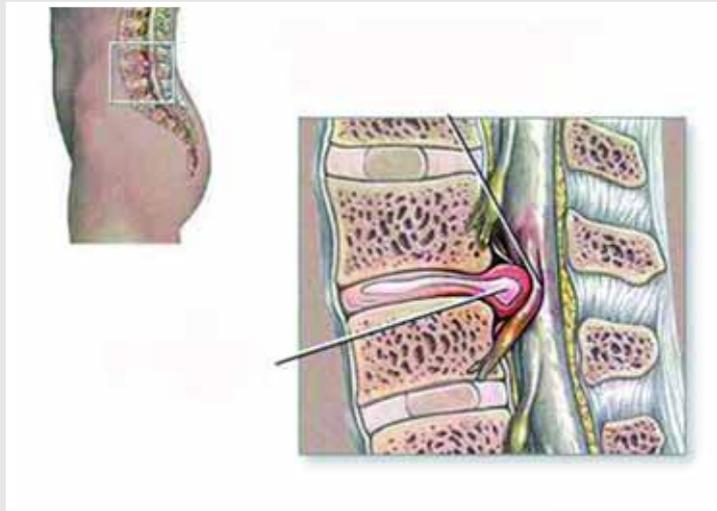


Figura 63: Hernia discal

**Problemas digestivos:** elevada prevalencia de molestias gastrointestinales, úlceras pépticas y gástricas.

**Efectos sobre los órganos reproductores femeninos:** en estudios realizados, se detectaron desórdenes en la menstruación, inflamación interna y nacimientos anormales en mujeres expuestas a vibraciones de frecuencias 40-55 Hz. Pese a todo, es necesario más investigación en este campo, ya que los datos disponibles no resultan concluyentes.

**Problemas circulatorios:** ocurrencia de hemorroides y venas varicosas, aunque las evidencias no son muy consistentes.

**Problemas cocleovestibulares:** pérdida auditiva. En exposiciones combinadas de ruido y vibraciones, la pérdida temporal del umbral de audición es más elevada en altas frecuencias 6-10 kHz que cuando solo existe exposición a ruido.

En el siguiente cuadro, se resumen los efectos perjudiciales de las vibraciones en los trabajadores dependiendo de la frecuencia de la vibración.

**EFFECTOS DE LAS VIBRACIONES EN EL CUERPO HUMANO**

| FRECUENCIA DE LA VIBRACIÓN  | MÁQUINA O HERRAMIENTA   | EFFECTOS SOBRE EL ORGANISMO   |
|-----------------------------|---|---|
| MUY BAJA FRECUENCIA (1Hz)   | Transporte: avión, coche, barco, tren (movimiento de balanceo)  | -Estimulan el laberinto del oído izquierdo<br>-Provocan trastornos en el sistema nervioso central (mal del transporte)<br>-Puede producir mareos y vómitos  |
| BAJA FRECUENCIA (1-20 Hz)   | -Vehículos de transporte para pasajeros o mercancías<br>-Vehículos industriales: carretillas<br>-Tractores y maquinaria agrícola<br>-Maquinaria y vehículos de obras públicas | -Lumbalgias, hernias, pinzamiento disca, lumbociáticas.<br>-Inciden sobre los trastornos debidos a las malas posturas.<br>-Síntomas neurológicos: Variación del ritmo cerebral, dificultad del equilibrio.              |
| ALTA FRECUENCIA (20-1000Hz) | -Herramientas manuales rotativas, alternativas o percutoras: pulidoras, lijadoras, motosierras, martillos neumáticos.   | -Artrosis hiperostósante de codo.<br>-Afecciones anginoneuróticas de la mano como calambres que pueden acompañarse de trastornos prolongados de sensibilidad.<br>-Aumento de la incidencia de enfermedades estomacales. |

Tabla 6: Resumen de los efectos de las vibraciones en función de su frecuencia

## RECOMENDACIONES Y MEDIDAS PREVENTIVA

Para disminuir la exposición a vibraciones, podemos tomar medidas tendentes a reducir la magnitud de la aceleración transmitida, ya sea a la mano o a todo el cuerpo, o bien disminuir los tiempos de exposición a las mismas.

Podemos controlar los riesgos de las vibraciones mediante diferentes actuaciones:

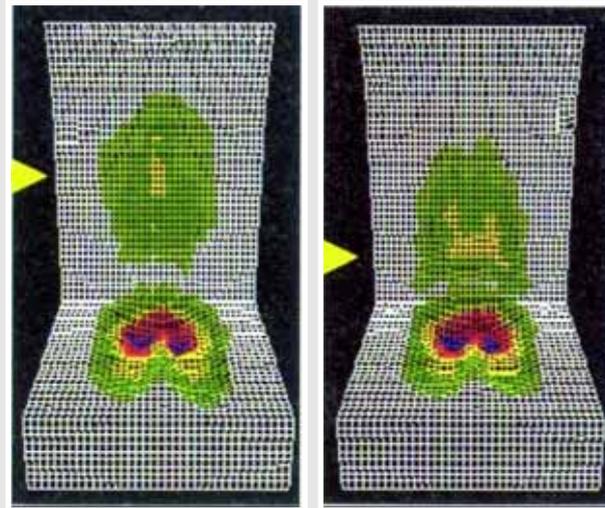
**ACTUACIÓN ADMINISTRATIVA**, basada principalmente en:

- ≤ La disminución de los tiempos de exposición. Reducir el tiempo de trabajo contribuye a una disminución de la exposición. Cuando se está expuesto a una vibración continua, un pequeño descanso de 10 minutos cada hora ayuda a moderar los efectos adversos que la vibración tiene para el trabajador.
- ≤ La rotación de puestos.
- ≤ Establecimiento de pausas durante la jornada.
- ≤ Adecuación de las tareas a las susceptibilidades individuales.

**ACTUACIÓN TÉCNICA SOBRE EL FOCO Y SOBRE EL MEDIO**

- ≤ El **mantenimiento preventivo** de la maquinaria es una de las mejores actuaciones sobre el foco. Como medio de actuación sobre el medio puede destacarse la utilización de materiales aislantes que atenúen la transmisión de éstas al hombre.
- ≤ Realizar un adecuado mantenimiento de los sistemas de suspensión.
- ≤ Si las vibraciones se transmiten a través de partes de la maquinaria como palancas, controles, etc. o bien a través del mango de las herramientas manuales, se pueden colocar fundas o mangos acolchados con materiales especiales que disminuyen la vibración transmitida a los trabajadores. Los materiales viscoelásticos están dando buenos resultados.
- ≤ Si la vibración llega al trabajador a través del suelo de los vehículos, colocar alfombras de materiales aislantes de la vibración para mejorar el confort de los operadores.
- ≤ Dotar a los vehículos donde los trabajadores permanecen durante largas jornadas de **asientos neumáticos suspendidos**. Los trastornos de columna (sobre todo zona lumbar L1-S1) son los más frecuentes, ya que en sedestación la repartición de la carga corporal superior recae especialmente en esta región. El apoyo que proporciona un asiento correcto es fundamental para disminuir la incidencia de lesiones:

## RECOMENDACIONES Y MEDIDAS PREVENTIVA



Posición correcta con un buen apoyo lumbar. El peso está más repartido y no recae en zona crítica. Menor riesgo de lesión. Favorece la lordosis y disminuye la presión intradiscal.

Posición incorrecta sin apoyo lumbar. Todo el peso reposa en los cuerpos vertebrales lumbosacros.

Figura 64: Apoyo del asiento



Figura 65: Asientos neumáticos suspendidos

## RECOMENDACIONES Y MEDIDAS PREVENTIVA

### ACTUACIÓN SOBRE EL RECEPTOR

- ≤ **Información y formación** de los efectos de las vibraciones y sobre sus medidas preventivas a los trabajadores.
- ≤ Utilización de **protecciones personales**: El uso de guantes antivibración suele ser eficaz cuando la vibración tiene componentes importantes en altas frecuencias. Debe recurrirse a las protecciones personales cuando otras soluciones preventivas no son posibles o suficientes. En general, no evitan totalmente la transmisión de las vibraciones, por lo que conviene comprobar su eficacia antes de su adquisición.



Figura 66: Guantes antivibraciones

- ≤ **Controles periódicos de la salud**. En el caso que las vibraciones alcancen niveles de aceleración elevados, es necesario realizar reconocimientos médicos y llevar un seguimiento de los trabajadores expuestos de forma periódica.

Debe informarse a los trabajadores de los niveles de vibración a los que están expuestos y de las medidas técnicas de que se dispone como alternativa de corrección.

### RECOMENDACIONES PARA LOS OPERADORES DE VEHÍCULOS

- ≤ Evitar o reducir al máximo los frenazos bruscos y las sacudidas en el manejo de vehículos.
- ≤ Usar la dirección asistida para tomar adecuadamente las curvas cerradas, ya que de esta manera se reduce la necesidad de realizar posturas asimétricas.
- ≤ Regular la velocidad, las velocidades pequeñas limitan la exposición a vibraciones así como los movimientos inesperados.
- ≤ Ajustar el asiento a las características propias del operador y de la tarea a realizar; las posturas inadecuadas combinadas con la exposición a vibraciones son más dañinas.
- ≤ Realizar pausas frecuentes y cortas y cambiar la postura de trabajo para limitar las posturas forzadas o mantenidas.

## RECOMENDACIONES Y MEDIDAS PREVENTIVA

- ≤ Limitar la exposición, reducir la duración del tiempo de conducción en especial cuando hay presentes otros factores de riesgo como terrenos rugosos, desiguales o requerimientos de posturas forzadas.
- ≤ Limitar la intensidad del trabajo, promover la realización de pausas frecuentes, cambios de postura y reducir la presión por tiempos y plazos de entrega.
- ≤ Garantizar el cumplimiento de los estándares, de tal forma que los operadores no se vean sometidos a niveles de vibración dañinos o incómodos.
- ≤ Realizar un adecuado mantenimiento de las carreteras, caminos y senderos para reducir los baches, surcos y ondulaciones.
- ≤ Organizar las tareas para disminuir los requerimientos de fuerza mediante la reorganización de las tareas.

## 4. EJEMPLOS DE APLICACIÓN

Durante la realización de este estudio, se han visitado gran cantidad de obras civiles en diferentes fases de ejecución (movimiento de tierras, aplicación de firmes, estructuras, etc.), con el objeto de determinar el estado de los vehículos y máquinas objeto de la guía, así como la adecuación de las listas elaboradas, modificando y añadiendo aspectos que en principio no habían sido contemplados.

En las citadas visitas se realizó la toma de datos de la situación ergonómica de los equipos mediante las mencionadas listas de verificación y teniendo en cuenta los criterios y recomendaciones que acompañan a cada lista. Se comprobó la adecuación de los vehículos y máquinas seleccionadas a cada uno de los ítems presentados en las correspondientes listas, contestando el cumplimiento del requisito o no. Asimismo se registró toda aquella información que se consideró oportuna para la elaboración posterior de las fichas resumen.

El estudio de campo fue realizado por técnicos cualificados en ergonomía y biomecánica, con la finalidad de poder recoger la mayor información posible y tener una visión objetiva y amplia de cada uno de los ítems.

Durante la toma de datos se realizaron fotografías de los vehículos y máquinas utilizadas, así como filmaciones de las actividades que se efectúan con las mismas, para poder detectar posturas de trabajo inadecuadas.

Una vez concluido el estudio de campo se realizó un análisis de la información recogida, ya que de los vehículos y máquinas se analizaron varios modelos, por lo que para la elaboración de las listas ha sido necesario obtener un nivel global de cada uno de los aspectos estudiados.

Para cada vehículo y máquina analizada se ha elaborado una ficha resumen. El objetivo de cada ficha es recoger los datos más importantes en lo que respecta a ergonomía, incluyendo recomendaciones para la mejora.

Las fichas pueden ser utilizadas por los responsables de compras para determinar que aspectos concretos deben revisar en una máquina antes de su adquisición; por los técnicos como material de formación específica, e incluso pueden distribuirse entre los trabajadores para que dispongan de buenas prácticas aplicables durante el uso de las mismas.

Los aspectos contemplados en cada una de las fichas son:

- ≤ **Descripción.**
- ≤ **Usos principales:** se realiza una breve descripción de la función de cada vehículo-máquina-herramienta, ya que es fundamental que se utilicen para las operaciones para las cuales ha sido diseñada.
- ≤ **Principales problemas** ergonómicos: se describen los resultados obtenidos de la aplicación de las listas de verificación a cada uno de los equipos analizados, señalando las principales carencias ergonómicas que se han encontrado.
- ≤ **Propuesta de mejora** ergonómica: se proponen recomendaciones de mejora, tanto de diseño de los diferentes equipos como, en caso necesario, de la tarea principal que se realiza con la misma.

## CAMIÓN HORMIGONERA

### DESCRIPCIÓN

Vehículo formado por una cabeza tractora y una cuba o bombo giratorio soportado por el bastidor de un camión adecuado para soportar el peso.

La cuba, tiene forma cilíndrica o bicónica y se encuentra montada en la parte posterior donde se realiza la mezcla de componentes.

En el interior de la cuba hay unas paletas que proporcionan una mezcla uniforme del hormigón y un vaciado rápido.

En la parte superior trasera de la cuba, se encuentra la tolva de carga, de tipo abierto, con fuerte pendiente hacia el interior de la misma. La descarga sera baja de la cuba, constituida por una canaleta orientable mediante un giro de 180° y con una inclinación que se ajusta mediante un sistema mecánico manual, o hidráulico.



Figura 67: Camión y dúmper hormigonera

### USOS PRINCIPALES Y POSTURA DE TRABAJO

El uso fundamental de este tipo de vehículos es el transporte de hormigón desde las plantas de producción hasta el punto de uso en la obra, manteniendo el material en condiciones idóneas de homogeneidad y evitando su fraguado, gracias a la cuba giratoria donde permanece.

En el estudio realizado se han encontrado dos tipos de hormigoneras:

- ≤ Camión hormigonera
- ≤ Dúmper hormigonera (para el transporte de hormigón en el interior de la obra).

La postura de trabajo varía con la actividad a realizar por los trabajadores:

- ≤ Conducción: postura sedente
- ≤ Limpieza de la cuba: trabajo en altura o de pie, según la tipología de hormigonera, con adopción de posturas forzadas de brazos, de tronco, etc.



Figura 68: Posturas de trabajo

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

### 1 ACCESO A LA CABINA/ CUBA

Los camiones hormigonera analizados cumplen con las características ergonómicas requeridas en lo que a acceso a la cabina se refiere. La altura, anchura, profundidad y distancias entre los peldaños de la escalerilla de acceso son adecuadas.

Los escalones están provistos de una superficie antideslizante para evitar caídas y rejilla para facilitar la limpieza de los restos de materiales que quedan adheridos.

En los camiones hormigonera más nuevos, el primer escalón es un peldaño móvil que cede y bascula hacia arriba y no se rompe, especialmente diseñado para terrenos irregulares.

En cuanto a los pasamanos, se encuentran correctamente ubicados, y cumplen con las recomendaciones de longitud y diámetro, y son de material antideslizante.

La puerta de acceso a la cabina reúne las medidas establecidas en cuanto a altura y anchura.



Figura 69: Peldaños de acceso a la cabina

Pese a lo correcto del diseño del acceso a las cabinas, se producen muchos accidentes por prácticas de trabajo inadecuadas, tales como saltar desde la cabina al suelo o bajar de frente, lo que impide el uso de los pasamanos e incrementa el riesgo de sufrir alguna lesión por caídas accidentales.



Figura 70: Forma incorrecta de descender de la cabina

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

En cuanto al **dúmper hormigonera**, ninguno de los modelos que se han analizado en campo tienen un acceso a la cabina adecuado, no existen peldaños entre el suelo y la cabina, ni pasamanos para facilitar el acceso del trabajador. No existe puerta ya que la cabina está abierta.



Figura 71: Accesos a las cabinas de los dúmper hormigonera

En el caso de los camiones hormigonera también es necesario considerar el **acceso a la cuba** o bombo giratorio para realizar tareas de limpieza. Todos los camiones hormigonera analizados cuentan con una escalera que termina en una pequeña plataforma, en la cual se sitúa el trabajador para realizar la limpieza. Normalmente una parte de la escalera de acceso es plegable.

Se ha observado que el primer escalón de esta escalerilla en algunos modelos está situado a una distancia superior a la recomendada, los escalones no tienen la profundidad adecuada, no tienen rejilla y no son de material antideslizante.



Figura 72: Acceso a la cuba

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

### 2 DIMENSIONES INTERIORES DE LA CABINA

La cabina del **camión hormigonera** cumple con las recomendaciones establecidas con respecto a altura y anchura de la cabina, espacio para las piernas, etc. En algunas de las cabinas analizadas se han detectado incumplimientos de las recomendaciones de espacio para las rodillas y de la distancia recomendada a la parte posterior de la cabina.

La cabina del **dúmpper hormigonera** presenta unas condiciones totalmente diferentes a las del camión, no cumpliéndose prácticamente ninguna de las medidas recomendadas, la cabina es muy pequeña, el operador no tiene prácticamente espacio para moverse.



Figura 73: Dimensiones de la cabina de los dúmpper hormigonera

### 3 ASIENTO Y REPOSABRAZOS

El asiento del **camión hormigonera**, según los datos analizados, resulta bastante cómodo, y cuenta con muchas regulaciones para adaptarse a la postura de trabajo ideal de cada operador. La mayoría cuenta con regulación de altura, distancia al volante, inclinación del asiento, regulación de la profundidad del respaldo; muchos cuentan también con reposacabezas. Los reposabrazos son abatibles para favorecer el acceso y descenso de los trabajadores y cumplen con las recomendaciones de longitud, anchura, etc. El material de revestimiento del asiento resulta adecuado, y favorece la transpiración.

Los camiones algo más antiguos, también cumplen con la mayoría de regulaciones, pero el mantenimiento realizado no ha sido adecuado, por lo que algunas no funcionan o bien, por falta de engrase o acumulación de suciedad, es necesario realizar fuerza para su regulación.

Con respecto al asiento de los **dúmpper hormigonera** encontramos asientos en condiciones precarias, de materiales no transpirables, rotos, con camisetas o toallas cubriéndolos. Además los asientos no disponen de regulaciones y las que tienen no funcionan debido a la falta de mantenimiento y mal uso, ya que la mayoría no se han utilizado nunca y los mecanismos de regulación precisan de herramientas adicionales para aflojar los tornillos. Ninguno de los asientos analizados dispone de reposabrazos.

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS



Figura 74: Asientos de los camiones y dúmper hormigonera

## 4 CONTROLES/INDICADORES Y PEDALES

Los controles del interior de la cabina de los **camiones hormigonera**, se encuentran situados en la zona de alcance cómodo para el trabajador, tanto en lo que respecta a alcance frontal como lateral, al igual que los pedales. No se requieren fuerzas de accionamiento importantes para el manejo de controles y pedales.

Además, el panel de instrumentos, proporciona información útil para el trabajador y todos los controles y mandos se encuentran correctamente identificados.

En los camiones hormigonera existen, además, los siguientes controles que se encuentran ubicados en la parte posterior del bastidor de la hormigonera:

- ≤ Palanca: que permite determinar el sentido de rotación de la cuba.
- ≤ Acelerador: que permite graduar la velocidad de rotación del vehículo transportador.
- ≤ Dispositivo de bloqueo de las palancas: es importante tener en cuenta que no todos los camiones de hormigonera poseen este dispositivo. La cuba trabaja fácilmente, solo debe llenarse con el cemento, los áridos y el agua y desde ese momento se va mezclando el contenido. La descarga se encuentra instalada en la parte trasera baja de la cuba, constituida por una canaleta, que se puede orientar con un giro de 180° y con inclinación que se ajusta mediante un sistema mecánico manual, o hidráulico.



Figura 75: Diseño de controles de los camiones hormigonera

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

En cuanto al **dúmpper hormigonera**, es un vehículo bastante sencillo que no dispone de muchos controles (palanca de cambios, palancas de control de la hormigonera, etc.). En los modelos estudiados, dada la imposibilidad de regular el asiento, el trabajador se encuentra alejado de las palancas de control, por lo que adopta flexiones de brazo para alcanzar los controles. En el caso de los pedales nos encontramos con el mismo problema. Además, se han detectado fuerzas de accionamiento importantes debido a la presencia de polvo, gravilla y otros materiales que se adhieren a las ranuras de las palancas.

Del mismo modo, los pedales no cumplen con las características recomendadas y el material de los mismos no es antideslizante.

Los mandos no tienen identificada la función que se realiza cuando alguno de ellos es accionado.



Figura 76: Diseño de los controles del dúmpper hormigonera

### 5 CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones ambientales de los operadores de **camión hormigonera** son bastante variables. Por una parte, durante la tarea de transporte de material desde la planta a la obra, dependerán de la presencia o no de climatización en la cabina, lo que influirá tanto en el confort térmico del trabajador como en el nivel de ruido al que esté sometido por la necesidad de mantener (al menos en las épocas estivales) las ventanillas bajadas.

En el estudio realizado, se han encontrado tanto cabinas climatizadas como otras que carecen de sistema de climatización.

En lo que respecta a las **vibraciones**, la mayoría de camiones hormigonera están dotados de asientos con suspensión neumática que aíslan de las vibraciones transmitidas a través del asiento. En cuanto a las vibraciones transmitidas a través de la cabina y del volante, no se han detectado niveles importantes, ya que las cabinas actuales se encuentran bastante bien aisladas.

La **visibilidad** suele ser adecuada a la tarea a realizar, ya que las cabinas disponen de grandes parabrisas y retrovisores de gran superficie que aseguran una adecuada visibilidad.

En cuanto a la iluminación, las cabinas disponen tanto de iluminación interior, como exterior adecuadas a las exigencias de la tarea.

En la tarea de limpieza de la cuba, el trabajador permanece fuera del camión hormigonera, por lo que se encuentra expuesto a las condiciones ambientales exteriores (ruido, iluminación, temperatura, etc.).

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

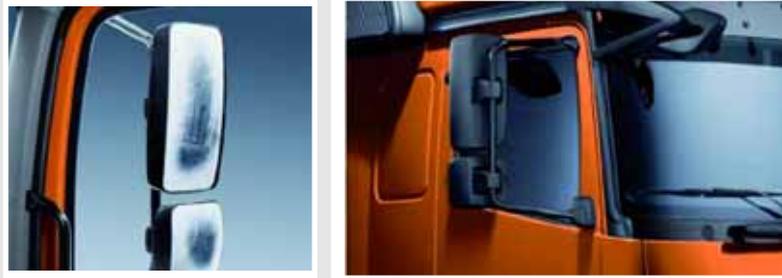


Figura 77: Retrovisores y parabrisas



Figura 78: Asiento con suspensión neumática

Figura 79: Tarea de limpieza de la cuba

Las condiciones ambientales de los operadores de **dumper hormigonera** son más penosas, y en la mayoría de los casos poco controlables, ya que los vehículos carecen de cabinas cerradas, por lo que el operador se encuentra expuesto a las condiciones ambientales típicas de la época del año.

El nivel de **ruido** del vehículo es muy elevado, sobrepasando muchas veces los niveles aceptados por la legislación. Además, el nivel de ruido que percibe el trabajador se ve agravado tanto por el ruido procedente de otros vehículos y máquinas que se estén utilizando en los alrededores, como por la situación del motor, normalmente al lado del asiento del operador, lo que también influye negativamente en las vibraciones transmitidas.

Se han detectado **vibraciones** molestas transmitidas a través del asiento, de los mandos y de la propia cabina.

Uno de los problemas más graves detectados en los dumper hormigonera es la visibilidad de la zona de trabajo, ya que la cuba va colocada en la parte delantera, lo que limita la visibilidad del trabajador, que debe mantener una postura de inclinación lateral del tronco y cuello para ampliar la zona de visión, o bien, en muchas ocasiones, se ha detectado que los operadores conducen marcha atrás, con el cuello y tronco girados durante todo el trayecto para evitar que la cuba limite su campo de visión.

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS



Figura 80: Fuente de ruido y vibraciones



Figura 81: Visibilidad de la zona de trabajo

### 6 POSTURAS DE TRABAJO DEL OPERADOR

En el estudio de campo se observaron posturas de trabajo forzadas de brazos y tronco asociadas:

- ≤ Al manejo de la canaleta en las operaciones de descarga del hormigón.
- ≤ A la tarea de limpieza de las aspas y cuba del camión hormigonera, donde además los operadores se encuentran expuestos a niveles de ruido muy elevados, ya que la tarea de limpieza del hormigón adherido en el interior de la cuba se realiza mediante un pequeño martillo neumático, actuando la cuba del camión como caja de resonancia.
- ≤ A la limpieza mediante una pala de los residuos de hormigón de la tolva de carga subiéndose para ello a lo alto de la escalera de acceso a la tolva de carga.

En el **dúmpper hormigonera**, además de las posturas forzadas adoptadas por el trabajador, debido a la inadecuada visibilidad por la situación de la tolva (analizadas en el apartado anterior), también se han detectado posturas forzadas de brazos, así como, manejo de pesos durante las tareas de limpieza de la cuba.



Figura 82: Posturas adoptadas en la limpieza de la cuba

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 1 ACCESO A LA CABINA/ CUBA

Instalar el primer peldaño de acceso a la cabina móvil, y de material flexible y basculante en aquellos camiones que carezcan del mismo. Sustituir el primer escalón si es rígido y puede romperse por uno de estas características.

Algunos camiones incorporan innovaciones como peldaños detrás de la cabina que permiten inspeccionar el contenido de la caja, y peldaños integrados en la pared lateral de la cabina para proporcionar mayor comodidad al subir y bajar de la misma.



Figura 83: Peldaños accesorios

Para disminuir el número de lesiones y accidentes causados por un inadecuado acceso/descenso de la cabina, se recomienda seguir las siguientes directrices:

- ≤ Evitar saltar desde la cabina del vehículo.
- ≤ Subir y bajar de frente a la cabina y mantener tres puntos de contacto.
- ≤ Tanto para bajar como para subir hacer uso de las barandillas.

Mantener adecuadamente la máquina (limpieza de escalones, sustitución de partes dañadas o rotas, etc.).



Figura 84: Método adecuado para acceder a la cabina

Para mejorar el acceso a la cabina del dumper hormigonera se debería instalar un peldaño intermedio entre el suelo y la cabina, así como la colocación de un asidero para facilitar el acceso del trabajador a la cabina. El escalón debe ser igualmente de material antideslizante.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

Actualmente, en el mercado existen dumper hormigonera que incorporan escalones para facilitar el acceso del trabajador.



Figura 85: Medidas que mejoran el acceso a los dumper hormigonera (escalones y pasamanos)

En cuanto al **acceso a la tolva**, la escalera debe estar construida de un material sólido y antideslizante, y los peldaños deberían tener mayor profundidad para proporcionar un apoyo más estable a los pies y evitar caídas. En la parte inferior de la escalera abatible se colocará un seguro para evitar balanceos, que se fijará a la propia escalera cuando esté plegada y al camión cuando esté desplegada. Así mismo debe tener una plataforma en la parte superior, dotada de un aro quitamiedos a 90 cm. de altura sobre ella, para que el operario se sitúe para observar el estado de la tolva de carga y efectuar trabajos de limpieza. La plataforma ha de tener unas dimensiones aproximadas de 400 x 500 mm y ser de material consistente. Para evitar acumulación de suciedad deberá ser del tipo de rejilla con un tamaño aproximado de la sección libre máxima de 50 mm de lado.

La escalera solo se debe utilizar para trabajos de mantenimiento, limpieza e inspección por un solo operario y colocando los seguros tanto antes de subir como después de recogida la parte abatible de la misma. Solo se debe utilizar estando el vehículo parado.

Los trabajadores deben ir provistos de un calzado adecuado con suela antideslizante para evitar resbalones y caídas con el material que puede quedar adherido en las escaleras de acceso tanto a la cabina, como a la cuba de hormigón. Se deben realizar tareas de limpieza y mantenimiento periódicas de los escalones de acceso.



Figura 86: Calzado de seguridad con suela antideslizante

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 2 DIMENSIONES INTERIORES DE LA CABINA

En los últimos años, la mayoría de empresas dedicadas a la fabricación de cabinas, han mejorado el espacio interior de las mismas respondiendo a una demanda especial en lo referente a funcionalidad, ergonomía y confort, hasta tal punto que el confort del operador es un aspecto prioritario de diseño.

De esta manera, en el mercado de vehículos nuevos, podemos encontrar cabinas muy amplias que cumplen con todos los requisitos establecidos en altura, anchura, alcances, profundidades, etc., y que además disponen de espacios suplementarios para guardar documentos y objetos.



Figura 87: Nuevos diseños de cabinas

Con lo que respecta a las dimensiones de la cabina del dúmper hormigonera, se deben realizar esfuerzos para mejorar el espacio disponible, para que el trabajador pueda realizar cómodamente su tarea sin que ninguna parte del vehículo presione o choque contra su cuerpo.

### 3 ASIENTO Y REPOSABRAZOS

Uno de los aspectos más estudiados, junto con las dimensiones de las cabinas, para aumentar el confort de los operadores es el asiento. En la actualidad todos las cabinas de los **camiones hormigonera** nuevos cuentan con gran cantidad de regulaciones.

Las últimas incorporaciones para la mejora del confort del asiento incluyen regulaciones especiales para la zona lumbar de tal forma que se puede adaptar a la curvatura de la columna de los trabajadores; regulación de la temperatura incorporada; tapizados de tejido liso y resistente con tratamiento para repeler la suciedad.



Figura 88: Regulaciones del asiento

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

En los **dúmpers hormigonera** la mejora de las condiciones del asiento es fundamental ya que, desde el punto de vista ergonómico, es uno de los aspectos que influye más directamente en el confort de los trabajadores. En los últimos años, los diseños de los asientos de estos vehículos más pequeños han mejorado notablemente y en el mercado podemos encontrar vehículos que cuentan con regulación en altura y suspensión del asiento en función del peso del trabajador; además, las regulaciones actuales son mucho más sencillas de utilizar, el trabajador no precisa de ninguna herramienta y se puede acceder a ellas desde la posición normal de trabajo.

Si el vehículo con el que trabaja es antiguo, engrase los raíles y tornillos e intente adaptar en la medida de lo posible el asiento a una postura de trabajo lo más cómoda posible; también puede colocar un cojín para mejorar el apoyo de la espalda. Si el material del asiento es polipiel u otro material que le dé calor y se resbale, cubra el asiento con una funda de un material adecuado.



Figura 89: Fundas, cojines y elementos para mejorar el confort del asiento

## 4 CONTROLES Y PEDALES

En las cabinas de los **camiones hormigonera** más novedosos, se están realizando importantes mejoras. En algunos modelos, el cambio de marchas se ha implementado también en una consola abatible integrada en el asiento del conductor. De esta manera se consigue que el cambio de marchas se encuentre en una posición cómoda para el operador al no depender de la posición de regulación del asiento. El operador puede cambiar de marchas con un pequeño movimiento de la muñeca hacia delante y detrás. La palanca de cambios integrada en el asiento, es abatible para no dificultar el movimiento del operador en la cabina.

En muchos modelos de camiones, algunos de los controles se han integrado en el propio volante, que además, pulsando un botón, puede ajustarse tanto en altura como en inclinación, aumentando de esta forma el confort del operador y la libertad de movimientos del mismo cuando sube o baja de la cabina.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

Además, en algunos modelos de cabinas, los controles (interruptores, botones giratorios, etc.), se encuentran dispuestos ordenadamente y agrupados funcionalmente, asumiendo un lugar principal o secundario en función de la frecuencia de uso que se realice de los mismos.

El mantenimiento y la limpieza de los controles es también un aspecto importante para evitar el deterioro de los mismos.



Figura 90: Novedades en el diseño de controles (cambio de marchas integrado en el asiento del conductor, volante regulable, agrupación funcional de los mandos y controles)

Es importante en los controles y palancas del **dúmper hormigonera**, realizar un mantenimiento adecuado y limpieza de los mismos para evitar la acumulación de polvo. Así mismo sería conveniente al final de la jornada o cuando no se esté utilizando, cubrir con un plástico ajustable los controles para evitar que se ensucien.

Sobre la superficie de los pedales, pueden colocarse unas tiras de cinta adhesiva antideslizante para evitar resbalones durante su accionamiento.

En el mercado existe una gran variedad de modelos de dúmper hormigonera, antes de tomar una decisión de compra, estudie la ubicación de los controles y palancas de los mismos, la opción más barata, puede resultar a largo plazo la más costosa.



Figura 91: Cinta antideslizante

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 5 CONDICIONES AMBIENTALES

Adquirir cabinas con climatización, ya que repercute positivamente tanto en el nivel de confort ambiental del operador, como en la exposición a ruido. Si la cabina dispone de climatización es muy importante mantener un adecuado mantenimiento de los filtros y demás elementos para que su funcionamiento sea correcto.

En la actualidad, los sistemas de climatización de las cabinas han sufrido importantes avances, los modelos más novedosos, incorporan difusores de aire en las puertas y ventanas para evitar que se empañen los cristales y las ventanillas, así como deflectores que desvían el aire para evitar que se ensucien las ventanillas laterales, lo que también repercute en una mejora de la visibilidad del trabajador.

Además, los sistemas de climatización actuales reaccionan rápidamente a los cambios de temperatura para mantener el confort del operador.

Para mejorar la visibilidad, algunos modelos han ampliado la superficie de las ventanas laterales para tener más visión de la zona, añadiendo también nuevos retrovisores. Igualmente, los fabricantes han incrementado la potencia de los faros de los vehículos para facilitar la visión incluso de noche, y se han protegido los faros con rejillas para evitar la rotura de los mismos.

Para la visibilidad de las partes de la hormigonera en horas nocturnas se deberán pintar con franjas blancas y negras de pintura reflectante las partes traseras de la hormigonera (cuba, tolvas, canaletas, etc.).

Cuando el trabajador esté realizando **labores de limpieza de la tolva**, proporcionar los medios adecuados para protegerlo de las inclemencias meteorológicas, así como protección auditiva (si el ruido ambiental hace necesario su uso).

En las épocas estivales proporcionar a los trabajadores crema protectora y ropa fresca; para épocas invernales proporcionar ropa de abrigo adecuada.

Proporcionar a los trabajadores varios modelos de protección auditiva para que elijan aquellos que les resulten más confortables.



Figura 92: Nuevos sistemas de climatización

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA



Figura 93: Faros que mejoran la visibilidad

Los trabajadores que manejen dumper hormigonera, deben ir provistos de protección auditiva adecuada para atenuar los niveles de ruido a los que se encuentran sometidos. Proporcionar varios modelos de protección.

Para mejorar los elevados niveles de vibración a los que se encuentran sometidos los operadores, es necesario mejorar el asiento de este tipo de vehículos, sustituyéndolos por otros más adecuados (asientos suspendidos), los cuáles aíslan al conductor. Para disminuir las vibraciones que llegan al trabajador a través del volante, palancas de control, o a través de la propia cabina, se pueden suministrar guantes antivibración, colocar alfombrillas de materiales adecuados que puedan absorber parte de las vibraciones y aislar adecuadamente el motor.

Así mismo, debe proporcionarse ropa adecuada en función de la época del año para proteger al trabajador de las inclemencias meteorológicas, suministrar crema protectora en verano y bebidas isotónicas para evitar la deshidratación en los días más calurosos.



Figura 94: Equipos de protección auditiva, ropa de trabajo y guantes antivibraciones

Para mejorar la visibilidad del trabajador, evitando las posturas inadecuadas de cuello y tronco, así como el manejo del vehículo marcha atrás, en el mercado existen dumper hormigonera en los que la cuba va montada detrás, de tal forma que el trabajador no tiene que adoptar posturas incómodas durante su manejo.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

Intensificar las labores de limpieza y mantenimiento de este tipo de vehículos.



Figura 95: Dúmpper hormigonera con la cuba trasera

### 6 POSTURAS DE TRABAJO DEL OPERADOR

Las posturas de trabajo que adopta el trabajador durante las tareas de limpiezas de la cuba son difícilmente modificables.

Para facilitar el manejo de la canaleta, se recomienda sustituir las canaletas de aluminio por otras fabricadas en fibra, que resultan más ligeras y fáciles de manejar por el trabajador.



Figura 96: Hormigoneras con canaleta de fibra

Para evitar la manipulación de cargas y las posturas que adoptan los trabajadores durante la limpieza de los **dúmpper hormigonera** se puede instalar un sistema de bombeo conectado a una manguera que facilite la limpieza de la cuba sin necesidad de que el trabajador tenga que manejar cubos de agua a alturas inadecuadas.

**PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA****7****OTROS RIESGOS Y RECOMENDACIONES A CONSIDERAR**

- ≤ Es importante sujetar la canaleta después de la descarga para evitar golpes.
- ≤ La hormigonera: riesgo de caída de altura desde lo alto de la escalera de acceso a la tolva de carga durante los trabajos de inspección y limpieza.
- ≤ Riesgo de caída de altura desde lo alto de la cuba como consecuencia de subir a inspeccionar o a efectuar trabajos de pintura, etc.
- ≤ Riesgos de stress acústico en trabajos en el interior de la cuba con martillo neumático utilizado para romper el hormigón fraguado debido a una avería en la hormigonera.
- ≤ Riesgo de resbalones y caídas durante las operaciones de engrase a causa de los aceites y grasa acumulados en el suelo.
- ≤ Heridas y rasguños en los bordes agudos del vehículo. Inhalación de aceites vaporizados o atomizados que se utilizan para la lubricación de muelles.
- ≤ Lesiones en manos y cabeza por las pistolas a alta presión.
- ≤ Del camión: Riesgo de atrapamiento entre el chasis y la caja del camión en su posición levantada durante las operaciones de reparación, engrase o revisión, efectuadas por el conductor del camión.
- ≤ Riesgo de golpes, torceduras y heridas varias derivadas del mal uso de herramientas utilizadas en la reparación de los vehículos.
- ≤ La cabina debe estar provista de un asiento fijo para el conductor y para los pasajeros autorizados para viajar en ella.
- ≤ No subirse a la cuba de la hormigonera ni siquiera estando parada. Cualquier reparación o comprobación se deberá hacer con elementos auxiliares tales como andamios, etc.



## COMPACTADORA (TÁNDEM Y NEUMÁTICA)

### DESCRIPCIÓN

Vehículo autopropulsado o remolcado sobre ruedas, rodillo o masa diseñada para aumentar la densidad de los materiales por: peso estático, impacto, vibración, amasado (presión dinámica) o combinación de estos efectos. Se trata de un vehículo de terminación o acabado de firmes utilizado en obra civil.



Figura 97: Compactadoras

### USOS PRINCIPALES Y POSTURA DE TRABAJO

Su uso fundamental se realiza en obras lineales para la compactación de los materiales que previamente distribuye una extendidora asfáltica.

Los tipos más utilizados dadas las grandes superficies que deben ser compactadas son los de tipo neumático y tándem.

La postura fundamental de trabajo sobre el vehículo es la postura sedente; el operador permanece sentado en el interior de la cabina la totalidad de la jornada de trabajo.



Figura 98: Posturas de trabajo

## PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

### 1 ACCESO A LA CABINA

En la **compactadora neumática**, la **escalera de acceso** cumple con los requisitos ergonómicos establecidos con respecto a anchura y profundidad de los escalones. Sin embargo, se ha observado que la distancia entre escalones así como la altura del primer escalón con respecto al suelo es superior en algunos modelos a los valores recomendados. Se han medido distancias entre escalones que superan los 40 cm.

Los escalones de acceso a la cabina son de material antideslizante, pero se ha observado que no poseen rejillas para favorecer la eliminación de barro y otros restos que quedan adheridos al calzado de los operadores.



Figura 99: Escalones de acceso a la cabina

Con respecto a las **barandillas y pasamanos**, se han medido distancias suelo-comienzo de la barandilla o pasamanos entre 165-198 cm, valores muy superiores a los recomendados, que obligan a los operadores a realizar posturas incómodas (flexiones de brazo) y fuerza para acceder al pasamanos.

**La puerta** cumple con las medidas recomendadas de altura y anchura. El problema fundamental es la altura a la que se coloca la manivela de apertura de la puerta, ya que no resulta accesible desde el suelo, lo que incrementa el riesgo de caída así como las posturas asimétricas y forzadas para acceder a la cabina.



Figura 100: Altura de la manivela de apertura de la puerta

## PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

### Compactadora Tándem

El acceso a la cabina adecuado, los escalones disponen de rejilla para evitar caídas, las dimensiones de los escalones correctas y la puerta de acceso adecuada. Los problemas detectados son los mismos que los apuntados en el caso de los compactadores neumáticos con respecto a los pasamanos y la manilla de apertura de la puerta que se encuentra a alturas superiores a las recomendadas.



Figura 101: Acceso a la cabina

## 2 DIMENSIONES INTERIORES DE LA CABINA

Todos los modelos de **compactadores neumáticos** analizados incumplen los requisitos establecidos con respecto a espacio para las rodillas y distancia a la parte posterior de la cabina.

Las cabinas de las **compactadoras tándem** suelen ser más reducidas, se han medido espacios para las rodillas inferiores a los recomendados en algunas de las tándem analizadas, así como espacio insuficiente en la parte trasera.



Figura 102: Dimensiones de la cabina

## PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

### 3 ASIENTO Y REPOSABRAZOS

Los **compactadores neumáticos** presentes en las obras, son vehículos antiguos. Muchas de las regulaciones con las que cuenta el asiento, no funcionan o es necesario aplicar fuerzas elevadas para su regulación, incluso en algunos casos no son accesibles desde la posición de trabajo, por lo que no suelen ser usados por los operadores. Los modelos más recientes que han sido analizados cuentan con sistemas de regulación en altura en función del peso del operador.

La profundidad y anchura del asiento se encuentra dentro de los valores mínimos recomendados.

Con respecto a la inclinación del respaldo, la mayoría de los modelos evaluados no cuentan con esta regulación, no obstante en los modelos que existe, su uso viene limitado por la falta de espacio.

Los asientos carecen de regulación en giro, lo que representa un importante problema en este tipo de vehículos. Se han observado constantes giros de tronco y cuello, acompañados de flexiones de brazos elevadas (brazo que controla el volante).



Figura 103: Postura de trabajo habitual en la compactadora neumática

La presencia de un sistema de amortiguación de las vibraciones está en función del modelo analizado.

El acolchado del asiento predominante, es el tipo polipiel, observándose que los trabajadores revisten el asiento para evitar quedarse adheridos en verano (ausencia de cabinas climatizadas).

Los reposabrazos suelen ser fijos y solidarios al asiento y no cuentan con ningún tipo de regulación.

Los compactadores neumáticos, se caracterizan por tener duplicado el asiento.



Figura 104: Características del asiento de una compactadora neumática

## PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

### Compactadora Tándem

Generalmente, se han encontrado vehículos más modernos que tienen asientos con regulación en altura, profundidad, etc. Los sistemas de regulación son fácilmente accesibles.

Algunos modelos cuentan con regulación en giro del asiento, aunque en muchas ocasiones si el tramo a compactar no es excesivamente grande, no suele usarse.



Figura 105: Postura de trabajo

El asiento de la mayoría de los tándem analizados cuenta con un sistema de raíles colocados en el suelo de la cabina que permite el deslizamiento del asiento de un extremo a otro de la cabina.

Los asientos suelen contar con sistemas para amortiguar las vibraciones.

El material del asiento suele ser adecuado. En cuanto a los reposabrazos, reúnen los requisitos de diseño fundamentales, y algunos modelos cuentan con muchas regulaciones; en todos los modelos analizados los reposabrazos se pueden elevar para permitir la entrada-salida del operador.

Se han detectado condiciones de mantenimiento del asiento inadecuadas, sobre todo en lo que a conservación del tapizado se refiere.



Figura 106: Asientos de las compactadoras tándem

## PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

### 4 CONTROLES

#### Compactadores neumáticos

Se ha observado la necesidad de realizar posturas inadecuadas de trabajo para accionar algunos tan con dos asientos; el operador va cambiando de una parte a otra del vehículo para controlar la compactación). Muchos de los controles de uso habitual no están duplicados, y se encuentran situados en la parte central de la consola de mandos provocando alcances elevados y flexiones importantes de tronco para ser accionados desde cualquiera de las posiciones de trabajo.

Los valores medidos indican que los alcances frontales son elevados en los controles y palancas que controlan el movimiento del vehículo hacia delante/detrás y en los de regulación de la presión de los neumáticos.

Además, se ha determinado la necesidad de realizar un mejor mantenimiento de algunos de los controles que precisan de la aplicación de cierta fuerza para su accionamiento, así como la presencia de suciedad alrededor y entre los controles, propiciada en parte por la necesidad de mantener las ventanas abiertas ante la ausencia de sistemas de climatización de las cabinas de forma prácticamente generalizada en este tipo de vehículos.



Figura 107: Alcances a los controles y mandos

El diseño de la consola de controles es muy básico y anticuado.



Figura 108: Diseño de la consola de las compactadoras tándem

## PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

### Compactadora Tándem

Aunque en menor medida que en el caso de los compactadores neumáticos, en los tándem también se observan posturas inadecuadas de alcance a algunos de los controles secundarios, cuyo alcance depende de dónde se encuentre desplazado el asiento.

En este tipo de compactadoras el diseño de la consola resulta más moderno que las neumáticas, e incluso los controles de uso fundamental se han montado en una carcasa al lado del asiento para mejorar el alcance.



Figura 109: Diseño de los controles y mandos de la compactadora tándem

## 5 CONDICIONES AMBIENTALES

### Compactadores neumáticos

El nivel de ruido en este tipo de cabinas es muy elevado, ya que no se encuentran aisladas correctamente. El ruido procede fundamentalmente del propio motor del vehículo y de la maquinaria que se encuentra trabajando en los alrededores.

La ausencia de sistemas de climatización en este tipo de vehículos, conlleva que el operador mantenga las ventanas de la cabina abiertas, lo que influye negativamente en los niveles de exposición al ruido a los que se encuentran sometidos. La temperatura de trabajo en las épocas estivales es muy elevada (temperatura ambiente, calor procedente del motor, y calor y vapores procedentes de los materiales que están compactando).



Figura 110: Trabajo con ventanas abiertas por falta de climatización de las cabinas

## PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

En este tipo de vehículos no se ha detectado la transmisión de vibraciones especialmente molestas procedentes del asiento ni del suelo de la cabina, la fuente fundamental de exposición a vibraciones procede del volante.

En lo que respecta a los deslumbramientos y reflejos, se ha observado que las ventanas no tienen ningún elemento para la protección de reflejos molestos para los trabajadores. Muchos trabajadores colocan en la luna delantera cintas de tira adhesiva en la parte superior para evitar los reflejos.

La visión de la zona de trabajo no resulta adecuada, ya que la parte delantera del vehículo se encuentra algo por encima de la situación del operador.

### Compactadora Tándem

La presencia prácticamente generalizada en este tipo de compactadoras de climatización de la cabina influye positivamente en el confort del operador así como en el nivel de ruido al que se encuentra expuesto.

El principal problema detectado es la postura de inclinación lateral del tronco y la flexión de cuello pronunciada que adopta el operador para visualizar correctamente la zona de compactación.



Figura 111: Postura de visualización de la zona de compactación

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 1 ACCESO A LA CABINA

#### Compactadores neumáticos

Mejorar el acceso a la cabina, colocar un estribo o peldaño más cercano, así como asideros o pasamanos, de tal forma que los trabajadores no se vean obligados a realizar posturas forzadas para acceder a la cabina. Cuando el acceso al puesto de trabajo (por las dimensiones de la máquina) se encuentre a más de dos metros, se dispondrá de barandillas.

Tanto el suelo de la cabina como los estribos o escalones de acceso a la cabina deben ser de material antideslizante; en caso de desgaste, sustituir. Preferentemente los escalones tendrán "rejilla" para favorecer la eliminación de barro y suciedad. Realizar un mantenimiento y limpieza periódica de los escalones de acceso.



Figura 112: Escalones de diseño adecuado

Revestir de material antideslizante los pasamanos.

Facilitar a los operadores calzado de seguridad antideslizante para evitar caídas.



Figura 113: Calzado de seguridad con suela antideslizante

### 2 DIMENSIONES INTERIORES DE LA CABINA

Atender a las medidas antropométricas adecuadas (población trabajadora de mayor tamaño), para realizar el diseño de las holguras necesarias y huecos para que los trabajadores adopten posturas de trabajo adecuadas en las cabinas, se favorezca el movimiento, y no se produzcan problemas de golpes por falta de espacio.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 3 ASIENTO Y REPOSABRAZOS

Los modelos de compactadores actuales, disponen de asientos muy cómodos, donde las recomendaciones ergonómicas han sido tenidas en cuenta para el diseño de los mismos.



Figura 114: Nuevos diseños de asientos

Si dispone de un modelo de máquina más anticuado, es necesario realizar un mantenimiento de los sistemas de regulación, engrase y limpieza para evitar que se queden atascados.

Dado el elevado tiempo de permanencia de los operadores en el vehículo, es importante que el asiento tenga un soporte lumbar adecuado. Si no es el caso, en el mercado existe una amplia gama de cojines de soporte lumbar que pueden adaptarse al asiento para mejorar la postura y favorecer un correcto apoyo. Elegir fundas adecuadas de material antideslizante y que favorezcan la transpiración, sobre todo en la compactadoras que cuenten con asientos de polipiel.

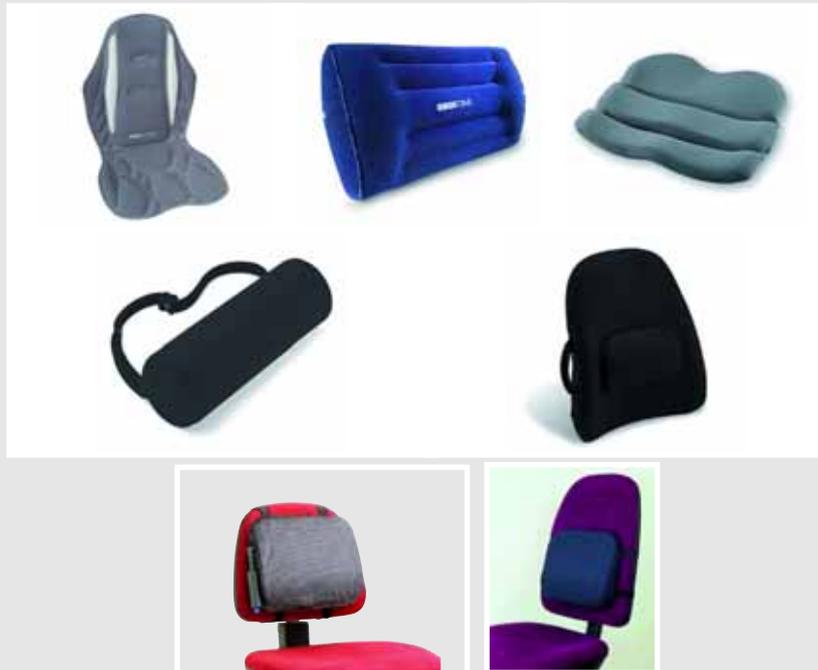


Figura 115: Elementos para la mejora del soporte lumbar del sientto (cojines, fundas, etc)

Introducir periodos de descanso o pausas acompañadas de estiramientos para aliviar la tensión de la espalda. Los cambios de postura son muy recomendables.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 4 CONTROLES

Los compactadores neumáticos y tándem actuales, han mejorado considerablemente la consola de mandos, se ha realizado una agrupación de los mandos, y para la colocación de los mismos se han utilizado criterios de usabilidad con la finalidad de disminuir las posturas inadecuadas que realizan los operadores.



Figura 116: Diseños innovadores de las consolas

### 5 CONDICIONES AMBIENTALES

Los vehículos modernos, cuentan con sistemas de control dinámico de la temperatura, así como con sistemas antiescarpa y de descongelación para trabajar confortablemente en épocas frías; estos sistemas son opcionales.



Figura 117: Diseño de los sistemas de climatización

**Vibraciones:** Existencia de muelles o sistema antivibratorio en el asiento del conductor. Los modelos más nuevos aíslan el puesto de conductor con monturas de goma para reducir al mínimo las vibraciones que se transmiten al operador. Además pueden colocarse alfombras de goma en el suelo de la cabina para aislar al operador de las vibraciones que se transmitan a través del suelo de la cabina.

Los nuevos modelos de compactadores han reducido considerablemente las vibraciones transmitidas a través del volante, no obstante, pueden usarse guantes antivibración para evitar los efectos adversos de las vibraciones mano-brazo.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA



Figura 118: Guantes antivibraciones

**Visibilidad:** presencia de retrovisores y de limpiaparabrisas tanto delanteros como traseros para incrementar la visibilidad cuando se trabaja en condiciones adversas. Las cabinas más modernas también cuentan con parabrisas tanto en la luna delantera como trasera para mejorar la visibilidad y reducir los reflejos del sol. Algunos modelos disponen de cortinillas especiales regulables a diferentes alturas para evitar las molestias del sol.

Además, los equipos disponen de potentes sistemas de alumbrado para cuando no es suficiente la iluminación natural.



Figura 119: Retrovisores

Para resolver los problemas de visibilidad y mejorar la postura de trabajo del operador en los compactadores tándem, se han diseñado cabinas asimétricas, que constan de una parte que sobresale más y que proporciona al trabajador un mejor campo de visión y mejora la postura de flexión lateral de tronco.



Figura 120: Nuevo diseño de cabinas para mejorar la visibilidad

## EXTENDEDORA ASFÁLTICA

### DESCRIPCIÓN

Máquina diseñada para aplicaciones de pavimentación como construcción de autopistas, autovías, pistas de aterrizaje de aeropuertos y grandes proyectos de infraestructura.

El tren de rodaje de cadenas de goma proporciona a la máquina una excelente estabilidad y tracción que le permiten vencer las irregularidades del terreno.



Figura 121: Extendedora

### USOS PRINCIPALES Y POSTURA DE TRABAJO

Vehículo destinado al extendido de aglomerado asfáltico.

La postura de trabajo del operador, es fundamentalmente sentada (estática), durante toda la jornada de trabajo.

Existen, vinculados a las tareas de extendido de asfalto, operarios auxiliares que permanecen de pie al lado de la máquina y comprueban que la línea de extendido es correcta, así como peones que con una pala se encargan de corregir irregularidades y retirar piedras gruesas.



Figura 122: Trabajo con extendedora

## GENERALIDADES

En todas las máquinas estudiadas tanto el acceso a la cabina como las dimensiones interiores suelen cumplir con todos los aspectos recomendados en cuanto a dimensiones.

## PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

### 1 ACCESO

La mayoría de las máquinas estudiadas disponen de un acceso adecuado a la cabina, con peldaños y barandilla. El problema suele plantearse en el diseño de los escalones que no están diseñados para evitar resbalones.

El hueco de acceso desde los escalones a la cabina resulta adecuado en todas las máquinas estudiadas, aunque como no se trata de una cabina cerrada, no existe puerta.

### 2 ASIENTO

El cumplimiento de las recomendaciones ergonómicas establecidas para el asiento, es especialmente importante en este tipo de vehículos, donde los trabajadores permanecen jornadas muy largas.

Se han encontrado importantes variaciones entre modelos, de tal forma que en las máquinas más antiguas el asiento carece de las regulaciones más elementales (regulación en altura, profundidad, etc.) o bien, si existe el sistema de regulación, resulta complicado y ni siquiera accesible desde la posición de trabajo; mientras que en los modelos más modernos, se ha mejorado significativamente este aspecto.

Sin embargo, existen algunos aspectos en los que es necesario incidir:

- ≤ La mayoría de los reposabrazos no cuentan con prácticamente ningún tipo de regulación.
- ≤ En ninguna de las máquinas estudiadas se ha encontrado asientos con capacidad de giro.
- ≤ El material de todos los asientos es tipo polipiel o plástico, material que no facilita la transpiración. Muchos operadores colocan toallas, camisetas o tejidos para evitar el calor.

En algunos modelos el asiento se desplaza de una zona a otra de la cabina, aunque el sistema suele resultar en la mayoría de las ocasiones complicado y obliga al operador a montar y desmontar el asiento, influyendo negativamente en la sujeción del mismo y en su estabilidad.



Figura 123: Estado del asiento

## PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

### 3 CONTROLES

El tipo de controles y el diseño de la consola es muy variable en función del modelo y de la antigüedad de la máquina.

En los modelos más antiguos, algunos controles de uso habitual se encuentran fuera de la zona de alcance cómodo, lo que obliga a los trabajadores a adoptar posturas de flexión de brazos y tronco para alcanzarlos, a esto se añade la presencia de diferentes tipos de controles, con accionamientos diferentes y necesidad de aplicar fuerzas variables.

En ocasiones, las fuerzas de accionamiento, son superiores a las recomendadas debido a la acumulación de suciedad entre huecos y engranajes que dificulta el accionamiento, así como por un mantenimiento inadecuado (falta de engrase).



Figura 124: Controles

### 4 CONDICIONES AMBIENTALES

Con respecto al tema de condiciones ambientales, los operadores están expuestos a elevados niveles de **ruido**, derivados por una parte de la propia máquina así como del resto de maquinaria que está en la zona de trabajo (ruido ambiental), del que dada la configuración de este tipo de máquinas (cabina abierta), no están aislados. En muchos casos el ruido es superior al recogido en la legislación, por lo que se es necesario el uso de protectores auditivos.

La principal fuente de **vibraciones** transmitidas al trabajador es a través de los mandos de control, aunque en algunos modelos se ha detectado la presencia de vibraciones molestas transmitidas a través del asiento.

Sin embargo, el problema fundamental con respecto a las condiciones ambientales, es la **temperatura de trabajo** a la que está sometido tanto el operador de la extendidora, como los trabajadores auxiliares y peones. Los trabajadores están sometidos a las inclemencias meteorológicas (frío y calor) en función de la época del año. La situación es especialmente delicada en verano, donde se pueden alcanzar temperaturas cercanas a los 40°C unidas a la temperatura del material que se está extendiendo y al desprendimiento de vapores del mismo, por lo que son trabajadores especialmente expuestos a sufrir un golpe de calor.

## PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

### 5 POSTURA DE TRABAJO DEL OPERADOR-VISIBILIDAD

Como puede observarse en la imagen, la necesidad de visualizar la zona de trabajo, obliga al operador a adoptar una postura forzada de inclinación lateral de tronco, flexión y giro del cuello, así como una flexión importante del brazo derecho con el que se manipulan los controles de la extendidora.



Figura 125: Postura trabajo operador

### 6 POSTURA DE TRABAJO OPERADORES AUXILIARES

Los operadores que se encargan del manejo de la regla, adoptan posturas de trabajo forzadas de flexión de tronco y cuello, así como de elevación de brazo para acceder a los mandos de control de la regla. Además, permanecen la totalidad de la jornada de trabajo de pie caminando lentamente.



Figura 126: Postura trabajo operadores auxiliares

### 7 POSTURA DE TRABAJO PEONES

Los peones se encargan de eliminar las irregularidades más notables y de retirar con la pala las piedras más gruesas de material. Además de estar sometidos a elevadas temperaturas y vapores, adoptan importantes posturas de flexión de tronco y cuello, y realizan fuerzas importantes al sobrecargar la pala de material.



Figura 127: Postura trabajo peones

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 1 ACCESO

Tanto el suelo de la cabina como los estribos de acceso a la misma deben ser de material anti-deslizante.

Todas las plataformas estarán bordeadas de barandillas formadas por pasamanos de 90 cm de altura, barra intermedia y rodapié de 15 cm.

Cuando el acceso al puesto de trabajo (por las dimensiones de la máquina) se encuentre a más de dos metros, se dispondrá de barandillas.

Durante las tareas de traslado de la máquina la regla sube a una distancia del suelo y se fija, con lo que la altura al primer escalón medida desde el suelo es superior a las recomendadas, no obstante durante esta tarea, ningún trabajador debe acceder a la máquina.

### 2 ASIENTO

En la actualidad se ha avanzado considerablemente en la introducción de criterios ergonómicos asociados a los vehículos empleados en obra civil, de tal forma que, en los modelos más nuevos, los asientos cuentan con las **regulaciones** necesarias para que el operador adopte una buena posición mientras permanece sentado. No obstante, desde un punto de vista ergonómico se recomienda que el trabajador varíe su posición para reducir la tensión muscular.

Los operadores deben ser **informados y formados** sobre las posibilidades de regulación con las que cuenta el asiento así como su funcionamiento, pueden plantearse sesiones formativas e incluso elaborar fichas resumen que permanezcan en el vehículo para la consulta por los trabajadores. Las fichas deben ser didácticas, con material gráfico en el que se muestre el tipo de regulación y la forma correcta de uso. Todas las regulaciones con las que cuenta el asiento deben ser accesibles desde la posición de trabajo.

En cuanto al **material del asiento**, en la actualidad existen materiales transpirables e incluso termorreguladores que son altamente resistentes y mejoran la comodidad de los trabajadores. No obstante siempre tiene la posibilidad de colocar fundas adecuadas a los asientos.

Los nuevos modelos de extendedoras han resuelto el problema relacionado con la **inestabilidad del asiento** debido a la necesidad de cambiarlo de un lado a otro de la cabina, las posibilidades pueden ser variadas:

- ≤ Duplicado del puesto de conducción a ambos lados de la cabina, de tal forma que existen dos asientos y lo que se intercambia es el sistema de mandos.
- ≤ Un solo puesto de conducción, el asiento se desplaza rápida y cómodamente a través de un sistema de guías de una parte a otra de la cabina, donde cuenta con un sistema de anclaje que permite fijar el asiento.
- ≤ Las máquinas más modernas disponen incluso de sistemas de fijación electrónicos.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 3 CONTROLES

Los nuevos diseños de extendedoras cuentan con paneles de mando muy modernos, con los botones homogeneizados, que además incorporan pantallas (LED) que proporcionan información continua al trabajador, y en los que se ha incorporado signos neutrales que facilitan la operación; sobre el propio botón o bien al lado, aparece el tipo de movimiento que se realiza con la activación del mismo. El tipo de botones empleado evita la inserción de polvo, y facilita la limpieza.

Además, los controles van montados sobre una plataforma móvil que permite al trabajador acercarse y colocar los mandos en la posición más cómoda para su operación, las consolas de mandos pueden ajustarse en inclinación, se desplaza cómodamente a lo ancho de la cabina y puede operarse en cualquier posición.



Figura 128: Nuevos diseños de consolas de mandos y controles

### 4 CONDICIONES AMBIENTALES

Proporcionar a los trabajadores, en caso necesario, equipos de **protección auditiva** para limitar los efectos nocivos de la exposición al ruido. En el mercado existe una amplia gama de protectores (orejeras, tapones, etc.) para poder dar la oportunidad a los trabajadores de elegir entre varios equipos de tal forma que seleccionen el que les resulte más cómodo.



Figura 129: Protectores auditivos

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

La detección de **vibraciones** molestas transmitidas, a través del asiento, mandos y controles e incluso a través del suelo de la cabina, requiere de una evaluación de los niveles para determinar las medidas preventivas más eficaces. No obstante, la mayoría de extendedoras nuevas tienen instaladas en el asiento un sistema antivibratorio (asiento suspendido), que reduce las vibraciones que se transmiten al trabajador. Además, las máquinas en las que se ha duplicado el puesto de conducción de tal forma que no es necesario el cambio del asiento, han mejorado la sujeción y estabilidad del mismo influyendo positivamente en la disminución de las vibraciones.

Si las vibraciones se transmiten a través de los mandos o controles, proporcionar a los trabajadores guantes antivibraciones adecuados para mejorar la situación.

El mantenimiento adecuado de los vehículos es muy importante para evitar desajustes de piezas, debido a las irregularidades de los terrenos en los que se trabaja, pudiendo aumentar la magnitud de las vibraciones que se transmiten.



Figura 130: Protección ante vibraciones (asiento con sistema de amortiguación y guantes antivibraciones)

Las recomendaciones para mejorar el **confort ambiental** de los trabajadores son muy complicadas, ya que por una parte la cabina del operador no se encuentra cerrada, si bien la mayoría de las extendedoras disponen de toldos y capotas para proteger al trabajador del sol.

Algunos modelos de máquinas están comenzando a incorporar sistemas de calefacción en el espacio que hay para las piernas para incrementar el confort de los operadores. Esto mismo podría hacerse para sistemas de aire acondicionado, el problema de ambos son las pérdidas que se producen al no encontrarse la cabina cerrada. Un ventilador que funcione con batería colocado cerca del trabajador puede contribuir a aliviar las elevadas temperaturas.

Sin embargo, los trabajadores auxiliares así como, los peones se encuentran a la intemperie. Se recomienda proporcionarles ropa de trabajo lo más fresca posible y protección para la cabeza, suministrar con frecuencia agua y bebidas ricas en sales minerales para evitar la deshidratación, realizar turnos de tal forma que sea posible realizar pausas en lugares resguardados del sol, proporcionar cremas con elevada protección solar para evitar melanomas por una exposición prolongada al sol.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

En cuanto al tema de la **iluminación**, que afecta fundamentalmente cuando es necesario realizar tareas nocturnas, es un problema que se ha solucionado con la dotación de lámparas de xenón acopladas a la propia estructura de la extendedora y que permiten iluminar adecuadamente la zona de trabajo. Actualmente, para ampliar el campo de visión, se colocan sobre la estructura del techo. Esta nueva posición más elevada de la fuente de luz mejora considerablemente la visión en la oscuridad.

### 5 POSTURA DE TRABAJO DEL OPERADOR-VISIBILIDAD

En la actualidad, algunos modelos pioneros en el mercado, incorporan un asiento de diseño ergonómico que pivota hacia afuera de la plataforma de la extendedora y que permiten mejorar tanto la postura de trabajo como la visibilidad de la zona. Además este sistema incorpora capotas o marquesinas extensibles para proteger al trabajador del sol o de la lluvia cuando pivota el asiento.

El asiento y la consola de mandos están montados sobre pedestales giratorios que permiten al operador girarlos de izquierda a derecha hasta la posición de mayor visibilidad.



Figura 131: Nuevos diseños de cabina para mejorar la postura del operador y la visibilidad

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 6 POSTURA DE TRABAJO OPERADORES AUXILIARES

La postura de trabajo de los operadores auxiliares se encuentra supeditada a la necesidad de control de la regla de extendido. En la actualidad, ya se están incorporando a las extendedoras modernos sistemas a través de los cuales se puede controlar y regular la nivelación de la extendidora sin necesidad de adoptar posturas forzadas. Estos sistemas, a través de una pantalla tipo LED muestran en todo momento si existe una diferencia de regulación, la cual puede corregirse automáticamente.

Como puede observarse en las imágenes, también se ha trabajado en la mejora de las teclas de función de manejo de la regla; la disposición ha cambiado de modo que las funciones más habituales (ajuste de la anchura de la regla), puedan activarse sin necesidad de mantener contacto visual.

El mando de control es extraíble y portátil, lo que evita que el trabajador flexione continuamente el tronco para acceder al manejo de los controles.



Figura 132: Sistemas de control de la nivelación

### 7 POSTURA DE TRABAJO PEONES

Las posturas de trabajo que adoptan los peones están directamente relacionadas con el uso de palas de diseño inadecuado para la tarea que realizan.

La longitud del mango suele ser insuficiente, por lo que el trabajador debe adoptar importantes flexiones de tronco, que pueden producir lesiones importantes en la parte baja de la espalda.

Para mejorar la postura de trabajo conviene:

- ≤ Que la longitud del mango sea regulable
- ≤ Que el mango esté angulado de tal forma que permita mantener una mejor postura de trabajo.
- ≤ Incorporar acoples en el mango que permitan una mejor sujeción de la pala, así como la adopción de posturas adecuadas.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA



Figura 133: Palas con mango angulado o asideros adicionales para mejorar la postura

Para más información sobre criterios ergonómicos para la selección y uso de palas, consultar la ficha correspondiente en la Guía para la verificación ergonómica de máquinas-herramientas empleadas en el sector de la construcción, páginas 153-158.

## RETROCARGADORA (MIXTA)

### DESCRIPCIÓN

Máquina autopropulsada sobre ruedas con una estructura principal diseñada para llevar a la vez un equipo de carga en la parte anterior y uno de excavación en la parte posterior. Disponen de un dispositivo de acoplamiento rápido que facilita el intercambio de accesorios, lo que permite efectuar otras funciones aparte de la principal (carga y excavación).



Figura 134: Mixta

### USOS PRINCIPALES Y POSTURA DE TRABAJO

La mixta es un vehículo muy utilizado tanto en obra civil, ya que dada su versatilidad permite la realización de tareas diferentes.

Se emplea fundamentalmente para:

- ≤ Excavaciones.
- ≤ Movimiento de tierras.
- ≤ Demoliciones.
- ≤ Romper asfalto.
- ≤ Romper piedra.
- ≤ Cargar y desplazar material.



Figura 135: Mixta

Existen una gran variedad de marcas y modelos.

La postura del operador es sedente durante toda la jornada de trabajo.

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

### 1 ACCESO A LA CABINA

La mayoría de las mixtas estudiadas disponen de un acceso a la cabina adecuado con escalones que cumplen con las recomendaciones de anchura y profundidad establecidas. Uno de los problemas detectados es la altura del primer escalón, que en algunos modelos se encuentra excesivamente alto, lo que dificulta el acceso del operador a la cabina. También se ha observado que en algunas mixtas este primer escalón puede desmontarse para evitar el choque del mismo con las irregularidades del terreno; este sistema propicia que en la mayoría de los casos se suprima y nunca se vuelva a colocar.

Los escalones suelen contar con rejillas para evitar que los trabajadores resbalen, no obstante debe ponerse una atención especial en la limpieza de los escalones de acceso ya que pese a reunir unas condiciones de diseño adecuadas para evitar caídas, la acumulación de barro y su falta de limpieza, incrementa el riesgo de caída.



Figura 136: Accesos a la cabina

Las máquinas estudiadas cuentan con **pasamanos** de dimensiones adecuadas en lo que a longitud y diámetro se refieren. Sin embargo, en algunos modelos de mixtas, igual que ocurre en el tractor trailla, la altura de colocación del pasamanos resulta excesivamente elevado; lo mismo ocurre con el tirador de apertura de la puerta, lo que provoca flexiones de brazos elevadas e incluso, posturas inestables que pueden provocar la caída del trabajador al intentar abrir la puerta desde la escalera de acceso a la cabina.

Con respecto a las **dimensiones de la puerta** de acceso a la cabina, en algunos modelos se ha observado que la parte inferior suele ser en algunos modelos algo estrecha y que la altura está por debajo de las recomendaciones establecidas, lo que obliga a los operadores más altos a adoptar posturas de cuello inadecuadas para acceder a la cabina.

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

En necesario señalar que en la mixta, al igual que ocurre de forma generalizada en los vehículos de gran envergadura, muchos de los accidentes que se producen están relacionados con caídas cuando el operador accede o desciende del vehículo (tropezos, resbalones, etc.), derivados en la mayoría de los casos por prácticas de trabajo inadecuadas (saltar desde la cabina al suelo o descender de la cabina de espalda a los escalones, lo que no permite usar los pasamanos).



Figura 137: Descenso incorrecto de la cabina

### 2 DIMENSIONES INTERIORES DE LA CABINA

En general, la cabina cumple con todas las medidas establecidas (altura, espacio para las piernas y rodillas, etc.), aunque existen diferencias entre modelos. En los últimos años se ha trabajado mucho para mejorar los aspectos relacionados con el espacio del operador en el interior de la cabina.

### 3 ASIENTO Y REPOSABRAZOS

Dado el elevado número de horas que permanecen los trabajadores sentados sin realizar cambios en la postura ni rotaciones, es necesario que los asientos de los vehículos sean cómodos. En este aspecto se ha trabajado mucho y en los últimos tiempos se han observado importantes mejoras en el diseño de los asientos utilizados en los vehículos pesados.

En los modelos más nuevos de mixtas, están provistos de regulación en altura y profundidad, disponen de reposabrazos regulables en altura y plegables, el apoyo lumbar se regula neumáticamente, el material del asiento es transpirable y el asiento cuenta con sistemas avanzados de suspensiones neumáticas que disminuyen el porcentaje de vibraciones que se transmiten al trabajador.



Figura 138: Asientos

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

Pero en las obras, también existen mixtas en las que el asiento no dispone de regulaciones, o bien están atascadas por el desuso o por un mantenimiento inadecuado de las mismas. Algunas mixtas analizadas no tienen soporte lumbar adecuado. El material del asiento es variable, pero en las más antiguas, predomina la polipiel que presenta problemas de transpiración.

En algunos modelos de mixtas, los reposabrazos no cumplen con los criterios establecidos en cuanto a longitud y anchura; además, son fijos al asiento con lo que impiden el acceso del trabajador.



Figura 139: Asientos

### 4 CONTROLES

Como característica general se ha observado que en la mayoría de las mixtas los controles se encuentran en malas condiciones de limpieza (polvo y barro procedente de las propias obras). Este aspecto influye en el buen funcionamiento de los controles y dificulta la lectura de la información suministrada por indicadores. El exceso de suciedad puede llevar en algunos casos a confusiones ya que no se es posible distinguir la información que aparece al lado de cada uno de los controles y que informa de la acción asociada al mismo, así como a incrementar la fuerza de accionamiento necesaria de las palancas, botoneras y joysticks.

Los controles de las máquinas más antiguas no disponen de elementos de información al operador sobre la acción asociada a los distintos controles.

En algunas mixtas los mandos no están adaptados para el uso por personas zurdas, normalmente este aspecto no supone un problema, excepto si se trata de un mando con el que se realicen movimientos de precisión del vehículo.

Tanto los controles, como los pedales y demás sistemas de accionamiento, suelen encontrarse en la zona de alcance cómodo para el trabajador, no obstante en los modelos de mixtas más antiguos se han detectado flexiones importantes de brazos, así como de tronco para alcanzar algunos controles.

Los pedales se encuentran en la zona de alcance para los pies, y cumplen los requisitos establecidos, aunque en algunos vehículos se ha observado que la superficie del pedal no es antideslizante, aspecto especialmente importante en obra civil.

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

### 5 CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones ambientales a las que se encuentran sometidos los trabajadores en obra civil, son muy extremas, pese a esto, en los últimos años se han mejorado muchos aspectos relacionados con el confort ambiental de las cabinas.

En general, los vehículos analizados disponen de sistemas de aire acondicionado/calefacción, que permiten el control de la temperatura. Sin embargo al igual que ocurre con otras máquinas, la cantidad de polvo que se genera en las tareas de movimiento de tierras y un inadecuado mantenimiento de los sistemas de filtros, provoca que en muchos vehículos estos sistemas no funcionen correctamente.

El nivel de ruido en el interior de la cabina no supone riesgo para los operadores, siempre y cuando la puerta y ventanas de la cabina permanezcan cerradas, aspecto que está relacionado directamente con la existencia de cabinas climatizadas y un adecuado funcionamiento de los sistemas de aire acondicionado y calefacción.

Los operadores se encuentran sometidos a vibraciones transmitidas a través del suelo de la cabina y mandos, fundamentalmente. El nivel de vibraciones transmitido al trabajador es variable en función del accesorio que lleve montado la mixta.

No suelen existir problemas de deslumbramientos, ya que las cabinas suelen tener viseras y parasoles que protegen a los trabajadores de la incidencia directa del sol. En ocasiones y debido a la amplia movilidad del vehículo, la visibilidad del operador se ve reducida por algunos elementos de la propia estructura del vehículo.

### 6 POSTURA DE TRABAJO DEL OPERADOR

Todos los vehículos analizados, a excepción de los modelos más antiguos, tienen un asiento con regulación en giro de 180°, lo que permite que el operador pueda manejar los mandos frontales y posteriores sin necesidad de adoptar posturas forzadas de cuello, de esta forma la visibilidad de las áreas de trabajo es considerablemente mejor.



Figura 140: Asientos con regulación en giro

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 1 ACCESO CABINA

El primer escalón de acceso a la cabina se recomienda que sea plegable, de tal manera que no represente problemas cuando la máquina deba circular por terrenos excesivamente irregulares. De esta forma se evita que los trabajadores los desmonten.

Ubicar los pasamanos y barandillas a las alturas recomendadas para evitar la adopción de posturas inadecuadas.

Realizar, periódicamente, labores de mantenimiento y limpieza de los escalones para evitar deslizamientos y caídas. Así mismo, debe proporcionarse a los trabajadores calzado adecuado con suela antideslizante para evitar resbalones.

Formar al operador en los procedimientos adecuados para el acceso y descenso de vehículos para evitar que salte desde la cabina:

- ≤ Para subir y bajar del vehículo, utilizar los peldaños y asideros o pasamanos dispuestos para tal función.
- ≤ Bajar y subir al vehículo de forma frontal, (mirando hacia el hueco de acceso a la cabina), y mantenerse sujeto en todo momento con ambas manos en los asideros.



Figura 141: Acceso correcto a la cabina

Se recomienda que el material de agarre de los pasamanos sea antideslizante, así como proporcionar a los operadores calzado con suela antideslizante para evitar resbalamientos y caídas por la suciedad acumulada en los escalones de acceso a la cabina.



Figura 142: Calzado de seguridad con suela antideslizante

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 3 ASIENTO Y REPOSABRAZOS

En este tipo de vehículos, dado el tiempo de permanencia del operador, es necesario que el asiento cuente con la mayor cantidad de regulaciones posibles y se atiendan todas las recomendaciones ergonómicas. Estas regulaciones deben ser conocidas y utilizadas por los operadores mediante la formación y los cursos de reciclaje necesarios cuando se tenga previsto sustituir un modelo o cuando el operador se incorpore al trabajo. Son recomendables los asientos que poseen suspensiones adaptables en función del peso y la altura de los operadores.

Debe realizarse un adecuado mantenimiento y engrase de las regulaciones del asiento para evitar que se queden atascadas; las guías que permiten la regulación en profundidad del asiento deben limpiarse periódicamente evitando la acumulación de polvo y barro.

El asiento debe proporcionar un soporte lumbar adecuado para evitar lesiones en la espalda. En el mercado existen modelos de vehículos que cuentan con excelentes características de asientos, no obstante, si este no es su caso, coloque un cojín o soporte lumbar sobre el asiento para mejorar el apoyo.



Figura 143: Diferentes modelos de cojines para el respaldo

Los reposabrazos deben ser regulables para que no constituyan un obstáculo en el acceso del operador al asiento.



Figura 144: Reposabrazos regulable

Modificar el tipo de material del asiento. Es importante elegir un material adecuado en cuanto a transpiración y comodidad del operador y que al mismo tiempo sea de fácil limpieza. Si no es posible colocar fundas de materiales frescos y antideslizantes.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA



Figura 145: Fundas para el asiento

Introducción de pausas o rotaciones que permitan la alternancia con la postura sentada, siempre que sea posible; siempre que el vehículo no esté en funcionamiento y en las esperas que pueden producirse, descienda del vehículo y realice estiramientos de las piernas para favorecer el retorno venoso.

### 4 CONTROLES Y PEDALES

Las mixtas actuales cuentan con sistemas de mandos muy modernos que se adaptan a las necesidades de la máquina facilitando el trabajo cómodo del operador.



Figura 146: Controles

Los paneles de mandos y dispositivos deben estar sellados para evitar así la inserción de polvo, facilitando la limpieza y su mantenimiento.

Se recomienda que los pedales tengan las medidas especificadas, para evitar movimientos forzados del pie. Debe realizarse un adecuado mantenimiento y limpieza de la superficie de los pedales para evitar la acumulación de polvo y barro.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

Para evitar los deslizamientos, cambiar los pedales por otros con superficie antideslizante o bien colocar cintas adhesivas antideslizantes en la superficie del pedal.

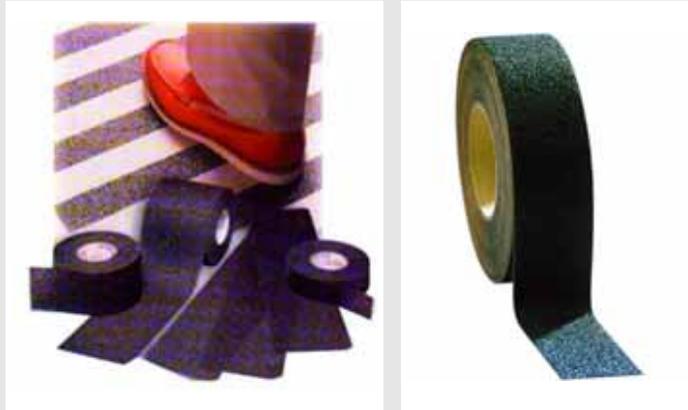


Figura 147:Cinta antideslizante

## 5 CONDICIONES AMBIENTALES

A pesar de las mejoras introducidas en las cabinas de las mixtas más modernas, en obra todavía pueden encontrarse modelos que no reúnen las características deseables en cuanto a climatización, transmisión de vibraciones, etc. Además, aspectos de diseño y confort tan importantes como la climatización de las cabinas, los parasoles y viseras, etc. son, hoy en día, equipamientos opcionales en este tipo de vehículos.

Realizar un mantenimiento adecuado y sustitución de las gomas de las puertas y ventanas. Un mantenimiento inadecuado influye negativamente en el nivel de ruido al que se encuentra sometido el trabajador. Así mismo, debe llevarse un programa de mantenimiento y sustitución de filtros de aire para evitar el colapso de los sistemas de aire acondicionado.

Mejorar el diseño y la distribución de las salidas de aire acondicionado por toda la cabina.

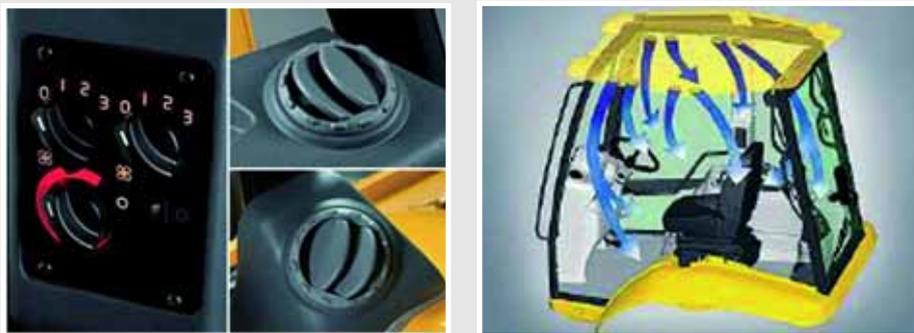


Figura 148: Sistema de climatización

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

Colocar materiales aislantes de las vibraciones en el suelo de la cabina para disminuir las vibraciones a las que se encuentra sometido el trabajador. Realizar un mantenimiento adecuado de los controles e indicadores para evitar desajustes que incrementen las vibraciones de los mismos y suministrar a los trabajadores guantes que aislen de las vibraciones.



Figura 149: Guantes antivibraciones

Para reducir el efecto negativo de las vibraciones se recomienda:

- ≤ Evitar o reducir lo máximo posible los frenazos bruscos y las sacudidas.
- ≤ Regular la velocidad, las velocidades pequeñas limitan la exposición a vibraciones así como los movimientos inesperados.
- ≤ Ajustar el asiento a las características propias del usuario y de la tarea a realizar; las posturas inadecuadas combinadas con vibraciones son más dañinas.
- ≤ Realizar pausas frecuentes y cortas y cambiar la postura de trabajo para limitar las posturas forzadas o mantenidas.

Para mejorar la visión el operador en todas direcciones, existen en el mercado mixtas en las que las ventanas laterales y trasera son completamente planas y la ventana trasera se realiza en una sola pieza para evitar zonas de baja visibilidad.

## 7 RECOMENDACIONES GENERALES

Las características del vehículo que es necesario considerar incluyen:

- ≤ Auto limpieza de peldaños de acceso a la cabina (rejillas que permitan la limpieza del barro de los zapatos y caiga a través del escalón).
- ≤ Colocar señales, letreros, carteles, etc. que recuerden el método correcto.
- ≤ Los escalones deben ser robustos y resistentes para que no se muevan fácilmente ni se rompan.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

- ≤ Los escalones preferentemente algo rugosos.
- ≤ La cabina debe tener un tamaño que permita el movimiento.
- ≤ Suprimir los obstáculos como palancas que estén cerca de la entrada a la cabina.
- ≤ El peldaño inferior debe ser móvil para evitar que se quite al interferir con irregularidades del terreno cuando se maneja el vehículo.

### Recomendaciones para los operadores:

- ≤ Evitar saltar desde la cabina del vehículo.
- ≤ Subir de frente a la cabina y mantener tres puntos de contacto.
- ≤ Tanto para bajar como para subir hacer uso de las barandillas.
- ≤ Mantener adecuadamente la máquina (limpieza de escalones, sustitución de partes dañadas o rotas, etc.).



## PILOTADORA

### DESCRIPCIÓN

Máquina autopropulsada sobre ruedas o cadenas con una superestructura capaz de efectuar una rotación de 360°, que es usada en la etapa de cimentación, encargada de realizar la perforación para la inserción de los pilotes o para hincar pilotes prefabricados. Se denomina pilote a un elemento constructivo utilizado para cimentación de obras, que permite trasladar las cargas hasta un estrato resistente del suelo, cuando este se encuentra a una profundidad que dificulta o encarece una cimentación directa.



Figura 150: Pilotadora

### USOS PRINCIPALES Y POSTURA DE TRABAJO

Estas máquinas son imprescindibles para la construcción de los pilotes que deben soportar una estructura.

Su uso se restringe a las primeras fases de la obra.

La postura fundamental del trabajador es sedente durante prácticamente toda la jornada de trabajo.

En los alrededores de la zona, hay otros trabajadores que se encargan de controlar el proceso, añadir el agua, etc.



Figura 151: Vista general y postura de trabajo

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

### 1 ACCESO A LA CABINA

En el estudio de campo se observó que a pesar de que las pilotadoras disponen de una escalera adecuada para acceder a la cabina, el acceso de los operadores no es adecuado, ya que lo realizan a través de las cadenas de la pilotadora, las cuales tienen una altura muy elevada. Además, el riesgo de caída es muy alto, ya que las cadenas se encuentran muy sucias y llenas del barro que se genera en la propia actividad.

La necesidad de extraer la escalera de acceso, provoca que la mayoría de los trabajadores no la usen. Los pasamanos tienen la altura, diámetro y longitud adecuada.

En cuanto a las dimensiones de la puerta, tanto la altura como la anchura se encuentran dentro de los valores recomendados y la fuerza a ejercer por el trabajador para su apertura es mínima.



Figura 152: Acceso a la cabina

### 2 DIMENSIONES INTERIORES DE LA CABINA

Las dimensiones interiores de la cabina varían ligeramente en función del modelo, aunque la mayoría cumplen con los requisitos establecidos en cuanto a altura, espacio para las piernas y rodillas y distancia hasta el cristal. En algunos modelos se ha observado que la distancia hasta la parte posterior así como la anchura de la cabina, resultan inferiores a los valores recomendados.

En general, las cabinas de las pilotadoras, a pesar de cumplir con muchos de los requisitos establecidos, no favorecen la movilidad y cambio de postura del trabajador dado el elevado número de controles y pantallas existentes alrededor del operador, así como, el tiempo que el operador pasa en su interior.



Figura 153: Vista general de las dimensiones de la cabina

**ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS****3 ASIENTO Y REPOSABRAZOS**

En lo que respecta a las características del asiento, debido al elevado número de horas que permanecen los trabajadores en el interior de la cabina en posición sedente, este aspecto ha sido uno de los más considerados en los últimos años. Los modelos más nuevos disponen de un elevado número de regulaciones (altura, profundidad, apoyo lumbar, altura del respaldo, conjunto asiento-respaldo, etc.). Además, todos los asientos cuentan con modernos sistemas de amortiguación tanto vertical, como horizontal, que protegen a los trabajadores de las vibraciones durante el funcionamiento de la pilotadora y los más innovadores disponen de sistemas de regulación mediante cojines lumbar que permiten a los trabajadores ajustar la curvatura lumbar del asiento a la curvatura de su espalda.

El acolchado del asiento es de material antideslizante y los tejidos favorecen la transpiración del operador.

Los reposabrazos también cuentan con regulaciones y cumplen con las recomendaciones establecidas en cuanto a distancias, altura, anchura y longitud.

Evidentemente, los modelos que no son tan modernos carecen de las últimas innovaciones, aunque en general tienen buenas características. En los vehículos más antiguos debe mejorarse la amortiguación del asiento en cuanto a vibraciones así como en lo que a material del asiento se refiere ya que, debido al continuo uso de los vehículos, se ha observado que las espumas de los asientos se encuentran en mal estado.



Figura 154: Asiento

**4 CONTROLES, PEDALES Y MANDOS**

Como puede observarse en las imágenes, las pilotadoras tienen gran cantidad de controles.

Los controles y mandos se encuentran correctamente distribuidos, agrupados por tipología; además, los diferentes controles tienen identificada su función en castellano justo encima del mismo para evitar errores que pueden dar lugar a accidentes.

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

Los controles, palancas y mandos tipo joystick, se encuentran correctamente ubicados dentro de la zona de alcance del trabajador y para su accionamiento no debe ejercerse fuerza.

Además, las pilotadoras disponen de una pantalla que proporciona información al trabajador sobre parámetros del proceso.

En cuanto a los pedales, se encuentran situados en la zona de alcance cómodo para los pies, tienen superficie antideslizante y no deben aplicarse fuerzas elevadas para su accionamiento.



Figura 155: Controles, mandos y pedales

### 5 CONDICIONES AMBIENTALES

Durante el trabajo con la pilotadora, tanto los trabajadores que se encuentran en los alrededores, como el propio operador, se encuentran sometidos a **niveles de ruido** que superan los valores recomendados en la legislación, derivados tanto del ruido ambiental debido a la confluencia de vehículos en la misma zona de trabajo, así como a la propia pilotadora al realizar las tareas de hincado de pilotes.

Dentro de la cabina, las **condiciones ambientales** son adecuadas, ya que las cabinas de las pilotadoras disponen de sistemas de aire acondicionado y calefacción.

En cuanto a las **vibraciones**, a pesar de la tarea que se realiza, no se han detectado niveles de vibraciones molestas: los asientos cuentan con modernos sistemas de amortiguación de las vibraciones y a través de los mandos y de la cabina no se ha detectado la presencia de vibraciones molestas para los trabajadores.

En cuanto a la visibilidad, es muy importante asegurar que, desde el puesto de conducción del operador, la visibilidad sea tal que durante las operaciones de conducción o de trabajo del equipo de pilotaje, el operador pueda realizar su trabajo sin poner en peligro a las personas que están a su alrededor y a él mismo.

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

Sin embargo, las condiciones a las que se encuentran sometidos los trabajadores que se encuentran alrededor de la pilotadora guiando los pilotes y controlando el proceso, son muy diferentes; se encuentran expuestos continuamente a un medio húmedo y embarrado, debido a que se trabaja con bentonita y agua, lo que produce una gran cantidad de lodos alrededor de la zona de trabajo de la pilotadora. Además, se encuentran expuestos a las inclemencias meteorológicas de la época en la que se esté realizando el trabajo (frio-calor), así como a importantes niveles de ruido ambiental.

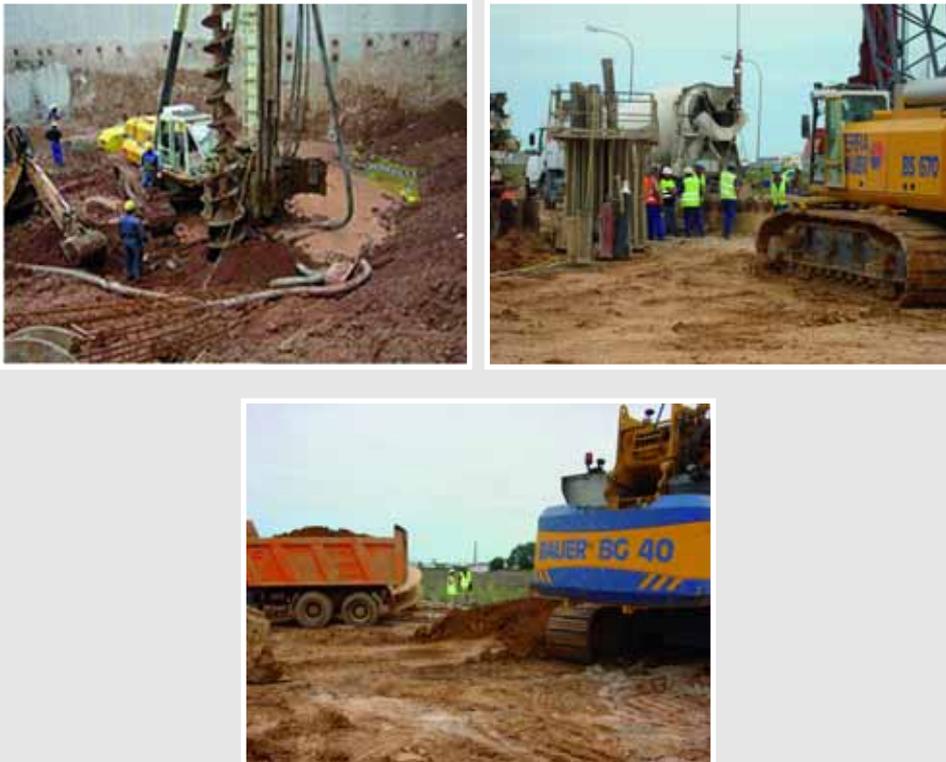


Figura 156: Condiciones de trabajo

### 6 POSTURA DE TRABAJO DEL OPERADOR

Como en la mayoría de los vehículos usados en obra civil, la postura del operador es sedente. En el caso de los operadores de las pilotadoras, debido a las exigencias relacionadas con el tiempo de uso de esta máquina, los operadores permanecen casi la totalidad de la jornada en el interior de la cabina, no existiendo pausas que permitan el cambio de postura. Este mantenimiento de la postura sentada durante periodos de tiempo tan largos provoca movilidad limitada en los operadores, sobrecarga de la zona lumbar y en ocasiones entumecimiento de las piernas.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 1 ACCESO CABINA

Para acceder y descender de la pilotadora, usar la escalera que se encuentra en el lateral, así como los asideros dispuestos para tal función. Ascender y descender mirando hacia la escalera y sujetándose con las dos manos a los asideros.

No saltar desde las cadenas al suelo, ya que el riesgo de lesión es bastante elevado por la presencia de barro y agua en la zona de trabajo.

Mantener en la medida de lo posible los accesos limpios de barro y realizar periódicamente labores de limpieza.

Suministrar a los operadores calzado adecuado con suela antideslizante para prevenir resbalones.



Figura 157: Calzado de protección con suela antideslizante

### 2 DIMENSIONES INTERIORES DE LA CABINA

Dado el tiempo de permanencia de los operadores en la cabina, debe ponerse especial atención en el diseño de las mismas, sobredimensionando en la medida de lo posible los espacios para favorecer la movilidad y el cambio de postura de los operadores.

### 3 ASIENTO Y REPOSABRAZOS

En los vehículos modernos, el asiento cumple con todos los requisitos relacionados con regulaciones y confort del usuario; el diseño del asiento minimiza las vibraciones y proporciona un acceso adecuado a todos los mecanismos de control gracias a las regulaciones del mismo.

Sustituir en los vehículos antiguos el acolchado de los asientos, así como las espumas de los mismos en los vehículos donde no se encuentren en adecuadas condiciones.

Colocar cojines en los asientos para favorecer una postura sentada adecuada.



Figura 158: Asientos de gel

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

En caso de que el asiento no sea de material adecuado pueden colocarse fundas para favorecer la transpiración. En caso necesario y para favorecer una adecuada postura en la zona lumbar pueden colocarse cojines lumbares en los vehículos que no dispongan de los mecanismos para su regulación.



Figura 159: Fundas y cojines para asientos

Realizar un mantenimiento adecuado de los sistemas de regulación del asiento, limpiar las guías de regulación del asiento en profundidad periódicamente para evitar la acumulación de polvo que dificulte la movilidad.

Informar a los trabajadores de las regulaciones con las que cuenta el asiento, así como de la forma de usar cada una de ellas.

### 4 CONTROLES, PEDALES Y MANDOS

Un adecuado acceso y alcance a los controles y mandos, es fundamental para mejorar los movimientos y posturas que deben adoptar los operadores.

La pilotadora tiene una gran cantidad de mandos y controles, incluyendo las pantallas de visualización, que deben colocarse en la zona de comodidad, para evitar movimientos del tronco, cuello, flexiones de los brazos y posturas incómodas de muñeca que produzcan molestias al operador durante y después de la jornada laboral.

Debido a la gran cantidad de información de la que disponen los operarios es necesario diseñar dispositivos con información clara; además, es conveniente considerar la textura y dureza de los materiales de construcción de los mismos, en especial del joystick, asegurándose que los mandos pueden accionarse cómodamente usando guantes.

### 5 CONDICIONES AMBIENTALES

Dadas las condiciones a las que se encuentra expuesto el vehículo, debe realizarse un adecuado mantenimiento de todos los sistemas y filtros que controlan el sistema de climatización de la cabina para evitar un funcionamiento inadecuado de los mismos.

Necesidad de usar protección auditiva, tanto los operadores de la pilotadora como los trabajadores que se encuentren en la zona.

Proporcionar varios modelos de protección auditiva adecuados para los niveles de ruido que se han determinado para que los trabajadores puedan elegir aquellos que les resulten más cómodos.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

Realizar un mantenimiento adecuado de los sistemas de cierre y gomas de la cabina de la pilotadora para que el trabajador no se encuentre sometido a niveles de ruido superiores a los evaluados.

Trabajar en el diseño de cabinas que permitan un mejor aislamiento del trabajador. En la actualidad, las cabinas están diseñadas para proteger hasta unos 80dBA, pero los niveles de ruido son superiores a estas cifras, de hecho en las pilotadoras se señala la necesidad de uso de protección auditiva.



Figura 160: Protectores auditivos

En aquellos modelos de pilotadoras, que por su antigüedad, los trabajadores detecten la transmisión de vibraciones molestas a través de los controles, o del suelo de la cabina, se recomienda el uso de guantes antivibración así como el revestimiento del suelo de la cabina con materiales absorbentes de las vibraciones para disminuir en la medida de lo posible las vibraciones que lleguen al trabajador.



Figura 161: Guantes antivibraciones

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

Proporcionar ropa impermeable a los trabajadores, botas de agua con suela antideslizante, gafas para las salpicaduras, casco y chaleco de alta visibilidad.



Figura 162: Ropa de trabajo y equipos de protección

Para asegurar los niveles de **visibilidad** en los que debe realizarse la tarea, algunas máquinas más modernas disponen de ayudas ópticas u otros dispositivos como cámaras instaladas en el exterior, que transmiten la imagen a un monitor instalado en el interior de la cabina y que el operador puede manejar acercando y alejando la zona de trabajo.

Si por alguna circunstancia la tarea debe realizarse de noche, la pilotadora deberá equiparse con una luz que proporcione por lo menos 100 lux sobre la zona de trabajo en las proximidades del punto de pilotaje.



Figura 163: Cámaras para mejorar la visibilidad de la zona de trabajo

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 6 POSTURA DE TRABAJO DEL OPERADOR

Para evitar en la medida de lo posible los efectos negativos del mantenimiento de la postura sentada durante largos periodos de tiempo, se recomienda en la medida de lo posible que el operador pueda realizar pausas, o al menos se recomienda que en las tareas de preparación donde la pilotadora debe esperar, el trabajador salga de la pilotadora y estire las piernas.

### 7 OTRAS RECOMENDACIONES

Las zonas de excavación se mantendrán limpias y ordenadas. Para ello, se utilizará en coordinación con la pilotadora, una pala cargadora que retire los productos procedentes de la excavación, para su transporte al vertedero.

Se prohíbe la permanencia de personas a menos de 5 m del radio de acción de la máquina.

Las ruedas del taladro se mantendrán en buen estado, sustituyendo los trépanos deteriorados por otros en buen estado.

No guarde trapos grasientos ni combustible sobre la pilotadora, pueden incendiarse.

Tenga las precauciones habituales en el mantenimiento de un vehículo (cambiar el aceite del motor y del sistema hidráulico cuando el motor este frío, no fumar al manipular la batería o abastecer de combustible, etc.).

## PLATAFORMA ELEVADORA

### DESCRIPCIÓN

Son vehículos especialmente diseñados para trabajar en alturas. Permiten el desplazamiento de los trabajadores.

Existen diferentes modelos tanto para trabajos interiores como exteriores.

Están formadas por tres partes fundamentales:

- ≤ Base o chasis.
- ≤ Parte elevadora o estructura extensible.
- ≤ Plataforma de trabajo (cesta).

Dentro de las plataformas elevadoras, podemos encontrar: de tijera, telescópicas, articuladas, de oruga, remolcables, sobre camión, de mástil vertical, etc.



Figura 164: Plataforma elevadora

### USOS PRINCIPALES Y POSTURA DE TRABAJO

Las plataformas elevadoras móviles articuladas se utilizan fundamentalmente para efectuar trabajos en altura de diferente índole; montajes, reparaciones, inspecciones, etc. en exteriores.

El trabajador permanece de pie en la plataforma manejando los mandos de la misma y realizando las tareas necesarias en función del tipo de trabajo.

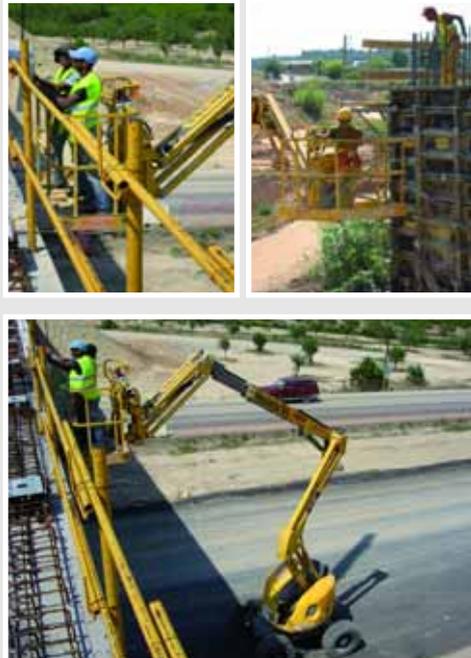


Figura 165: Posturas de trabajo

## PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

La mayoría de las plataformas que se usan en las obras son equipos de alquiler.

Muchos de los accidentes están producidos por un inadecuado uso de la plataforma durante el desplazamiento, ya que los trabajadores no recogen la parte extensible. Una posible solución es la instalación de sistemas bloqueo de tal forma que no se permita el desplazamiento de la plataforma si no se recoge el brazo.

### 1 ACCESO A LA PLATAFORMA

Normalmente, las plataformas o cestas no disponen de una escalera que facilite el acceso de los trabajadores a la misma. El sistema de acceso más común es mediante el deslizamiento de una de las partes de la barandilla hacia arriba, y que una vez el trabajador está en la cesta desliza hasta su posición inicial.

El elemento móvil, que permite el acceso de los trabajadores suele tener unos 70 cm de ancho y está colocado a una altura de unos 65 cm medida desde el suelo de la plataforma.

Para el acceso es necesario que el trabajador flexione la espalda y el cuello, no resultando muy cómodo, razón por la cual muchos trabajadores optan por acceder a la cesta trepando por la barandilla, con el consecuente riesgo de caída asociado.



Figura 166: Acceso a la plataforma

### 2 BARANDILLA

En el estudio de campo realizado se ha observado que todas las plataformas están dotadas de barandillas. En algunos modelos las barreras intermedias están bastante separadas, en mal estado (abolladas, separadas o hundidas por golpes, etc.).

### 3 SUELO DE LA PLATAFORMA

En la mayoría de las plataformas suele ser tipo rejilla, pero suelen estar sucios y las rejillas llenas de barro y materiales de obra.

## PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

### 4 DIMENSIONES DE LA PLATAFORMA

Las dimensiones de la cesta varían en función del modelo, las dimensiones habituales suelen ser 180x80 cm, aunque hay modelos de mayor envergadura (240x80 cm). El espacio disponible en la plataforma no es excesivamente grande, por lo que no resulta adecuado para que dos trabajadores estén realizando tareas simultáneamente sobre la misma.



Figura 167: Espacio en el interior de la plataforma

### 5 CONTROLES Y MANDOS

Todas las plataformas que se han revisado durante el estudio de campo, constan de dos sistemas de controles:

- ≤ El situado en la plataforma: está formado básicamente por interruptores de palanca y joysticks. Se encuentran a una altura de unos 120 cm medidos desde el suelo de la plataforma.
- ≤ El situado en el chasis de la plataforma: los controles son fundamentalmente interruptores de palanca y pulsadores. Se encuentran colocados a una altura media de unos 160 cm sobre el nivel del suelo, aunque se han medido alturas de hasta 180cm.

La fuerza para la activación de los joysticks es en algunas plataformas superior a lo recomendado, esto se debe fundamentalmente a la falta de mantenimiento y limpieza de los mandos. La tierra y grava se introduce por las rendijas y aumenta la fuerza necesaria para el accionamiento de los mandos.

### 6 CONDICIONES AMBIENTALES

Los trabajadores que se encuentran realizando tareas sobre la plataforma, están sometidos a condiciones ambientales muy variables.

En cuanto al nivel de **ruido** en particular, las plataformas no son vehículos que produzcan niveles de ruido elevados durante su funcionamiento, aunque en ocasiones los trabajadores pueden estar sometidos a niveles de ruido elevados procedentes de las máquinas que se estén utilizando alrededor de la zona de trabajo.

## PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

En el estudio de campo, los trabajadores no han mostrado molestias significativas debido a la exposición de vibraciones.

El problema fundamental al que se enfrentan los operadores de las plataformas es la **temperatura** de trabajo. Puesto que la cesta de la plataforma se encuentra totalmente abierta, los trabajadores se encuentran sometidos a temperaturas elevadas y radiación solar directa durante las épocas estivales, así como a las inclemencias típicas de las épocas invernales.

### 7 POSTURA DE TRABAJO

No suele ser un vehículo en el que se adopten posturas de trabajo forzadas. En algunos casos se han observado posturas de brazos con flexiones superiores a los 90° por la necesidad de guiar piezas, que están sujetas con una grúa, hasta la posición adecuada. En ocasiones, tal como se puede ver en la figura, el trabajador adopta posturas incómodas de brazos acompañadas de manipulación de cargas y realización de fuerzas.

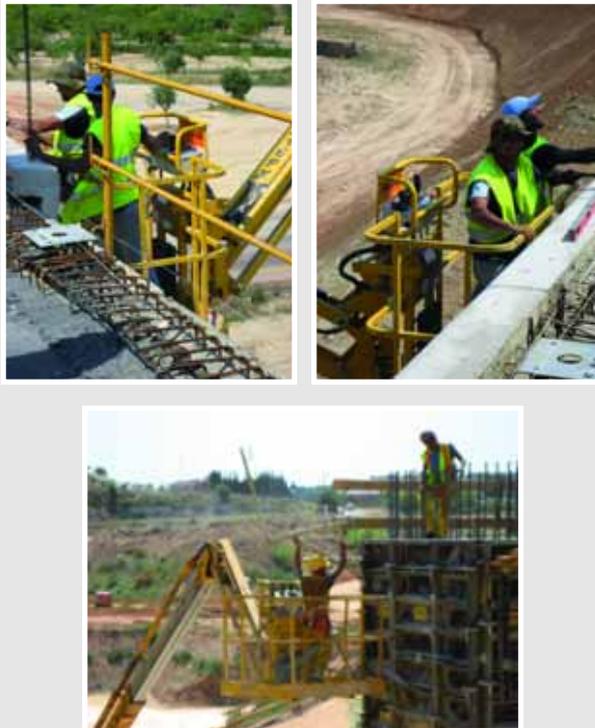


Figura 168: Diferentes posturas de trabajo

### 8 MANTENIMIENTO

En las plataformas que han sido revisadas durante el estudio, se ha encontrado en general un mantenimiento bastante deficitario.

- ≤ El suelo de la plataforma sucio.
- ≤ Los mandos cubiertos de material (cemento).

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 1 ACCESO A LA PLATAFORMA

Dotar a las plataformas de escaleras plegables que faciliten el acceso de los trabajadores a la plataforma. Las escaleras deben tener un diseño adecuado, siendo la altura de los peldaños uniforme, los peldaños deben ser de material antideslizante y no exceder los 300 mm de altura.

Resulta mucho más cómodo para el trabajador que el acceso a la plataforma se realice mediante una puerta, que debe abrirse siempre hacia el interior para evitar caídas en caso de apertura accidental.



Figura 169: Plataforma con escalera de acceso

### 2 BARANDILLA

Todas las plataformas deben tener una barandilla de diseño adecuado con al menos 1 metro de altura y con barreras intermedias que impidan el paso o deslizamiento por debajo. Las barandillas deben mantenerse en perfecto estado de mantenimiento, las abolladuras y hundimientos de las mismas por golpes, pueden dar lugar a accidentes con cantos vivos e incluso restar espacio libre en la cesta para realizar movimientos.

El diámetro de la barandilla debe situarse entre 16-40 mm.

### 3 SUELO DE LA PLATAFORMA

El suelo de la plataforma debe ser de material antideslizante y debe permitir la salida de agua (enrejado o material perforado), debe realizarse un adecuado mantenimiento para evitar resbalones y eliminar los materiales que quedan adheridos al enrejado.

### 4 DIMENSIONES DE LA PLATAFORMA

Evitar en la medida de lo posible, que dos trabajadores realicen tareas simultáneamente en la plataforma, las medidas de las mismas obligan a los trabajadores a realizar posturas de trabajo inadecuadas.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 5 CONTROLES Y MANDOS

Se recomienda que las plataformas estén dotadas con dos sistemas de controles o mandos; uno en la misma plataforma (primario), accesible al trabajador, y otro (secundario) situado para ser accesible desde el suelo, normalmente colocados en el chasis de la plataforma.

Todos los controles o mandos direccionales deben volver a la posición neutra o de parada cuando se deje de actuar sobre ellos.

En los dispositivos de control de la plataforma debe estar indicado mediante flechas la dirección de los movimientos. Los controles deben ubicarse siguiendo una operación lógica (estereotipos de uso).

Los controles deben marcarse con símbolos o letras legibles de manera permanente en el que se indique la función del mismo.

Los controles deben colocarse y protegerse de tal forma que se evite la activación accidental y si es posible se impermeabilizaran.

Debe haber un control de parada de emergencia colocado en una posición prominente y de color rojo.

Limpiar los mandos y controles al finalizar la jornada para evitar la acumulación de polvo, arena, etc que incremente la fuerza de accionamiento de los mismos.



Figura 170: Controles y mandos

### 6 CONDICIONES AMBIENTALES

No utilizar la plataforma bajo condiciones climatológicas adversas (lluvia, nieve, condiciones de iluminación insuficientes, así como con vientos superiores a los 55 Km/h).

Proporcionar a los trabajadores agua para evitar la deshidratación, proteger la cabeza adecuadamente para evitar el impacto solar directo.

Realizar pausas frecuentes en las épocas de calor intenso.

Proporcionar a los trabajadores ropa de trabajo adecuada en función de la época del año en la que se estén realizando los trabajos.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA



Figura 171: Ropa de trabajo

Si se detectan vibraciones molestas transmitidas a través de los mandos de la plataforma, pueden proporcionarse guantes antivibraciones para proteger a los trabajadores.



Figura 172: Guantes antivibraciones

Si el ruido procedente de otras máquinas que están trabajando en los alrededores es molesto para los trabajadores, proporcionar protección auditiva.



Figura 173: Protección auditiva

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 7 POSTURA DE TRABAJO

Muchas de las posturas de trabajo inadecuadas que los trabajadores adoptan en el uso de las plataformas, están fundamentalmente asociadas a un uso incorrecto de las mismas. Las plataformas elevadoras NO están diseñadas para la elevación de cargas, solo está permitido el transporte de una persona con las herramientas manuales que necesite para realizar la tarea, en el caso necesario de tener que colocar elementos pesados u otro tipo de materiales, se emplearán grúas o plumas que eleven el material necesario hasta la posición de trabajo.



Figura 174: Uso inadecuado de las plataformas

### 8 MANTENIMIENTO

La plataforma y accesos a la misma deben permanecer en un estado adecuado, limpias, secas y libres de obstáculos o herramientas que puedan desplazarse en la cesta y ocasionar lesiones a los trabajadores.



Figura 175: Caída de herramientas

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

Las placas de información, deben colocarse en un lugar visible para el trabajador y deben permanecer en buen estado.

Es necesario mantener en la medida de lo posible, el orden y limpieza en las zonas de tránsito de las plataformas, la inestabilidad del terreno puede aumentar las vibraciones transmitidas, así como las probabilidades de vuelco de las plataformas.

Realizar un mantenimiento adecuado, disponer de una ficha de mantenimiento, realizar diariamente, revisiones visuales de la plataforma para detectar anomalías.



Figura 176: Actividades de mantenimiento



## CAMIÓN AUTOCARGANTE - PLUMÍN

### DESCRIPCIÓN

Vehículo sobre ruedas, utilizado para transporte de material y movimiento de cargas en obra civil. Está formado por una cabina y por una grúa. En el mercado existen diferentes modelos que se clasifican fundamentalmente en función de la capacidad de carga de la pluma o grúa, de los metros de brazo de pluma y de los metros de caja que le dan la capacidad de transporte.



Figura 177: Camión autocargante

### USOS PRINCIPALES Y POSTURA DE TRABAJO

El camión autocargante se emplea básicamente para:

- ≤ Carga de material
- ≤ Transporte de material
- ≤ Descarga de material

Su uso está muy extendido en obra civil dada la necesidad de transportar y manipular elementos muy pesados (tuberías, piezas de hormigón pesadas, etc), cuya manipulación no sería posible mediante métodos manuales.

Las posturas de trabajo del operador varían en función de la actividad. Durante el transporte, el trabajador mantiene una postura sedente en la cabina, sin embargo en las actividades de carga y descarga de los materiales, las posturas pueden ser muy variadas, predominando la postura de pie y las flexiones/extensiones muy pronunciadas de cuello por la necesidad de mantener contacto visual constante con la carga que se está manipulando.



Figura 178: Posturas de trabajo

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

### 1 ACCESO A LA CABINA

El acceso a la cabina de los camiones evaluados resulta por lo general adecuado, la altura del primer escalón con respecto al suelo, la distancia entre escalones así como la altura y profundidad de los mismos se encuentran dentro de los valores recomendados.

En general, los escalones cuentan con una superficie antideslizante para evitar las caídas así como rejillas que favorecen el desprendimiento del barro que queda adherido a la superficie de los escalones.

Todas las cabinas cuentan con pasamanos de longitud y diámetro adecuado, incluso en algunos modelos, los pasamanos se encuentran revestidos con material antideslizante.



Figura 179: Camión autocargante, acceso a la cabina

La puerta de acceso a la cabina cumple con las recomendaciones de altura y anchura especificadas tanto para la parte superior como inferior.

A pesar del cumplimiento de las recomendaciones ergonómicas, se producen muchos accidentes en operadores durante el ascenso y descenso a la cabina, determinados fundamentalmente por unos hábitos de trabajo inadecuados (saltar desde la cabina al suelo o descender de espaldas a los escalones).



Figura 180: Descenso incorrecto de la cabina

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

### 2 DIMENSIONES INTERIORES DE LA CABINA

El habitáculo cumple con todas las medidas recomendadas en lo que altura, anchura, espacio para piernas y rodillas se refiere. El confort de las cabinas varía en función del modelo, antigüedad y mantenimiento.

### 3 ASIENTO Y REPOSABRAZOS

Las características ergonómicas de los asientos de este tipo de camiones varían ligeramente en función de la antigüedad, así como con el mantenimiento y trato que se ha realizado.

El asiento cumple con la gran mayoría de las recomendaciones ergonómicas; es regulable tanto en altura como en profundidad, el respaldo puede regularse en inclinación y muchos disponen de "cojines" lumbares integrados para la adaptación a la curvatura lumbar del operador, incluso en algunos modelos más modernos, el asiento dispone de sistemas de calefacción propios. El material de revestimiento del asiento es adecuado, transpirable y de fácil limpieza.

Los reposabrazos cumplen con las medidas establecidas, disponen de sistemas de regulación, y son abatibles de manera que no suponen un obstáculo cuando el trabajador sube o baja del mismo.

Los asientos están dotados de sistemas antivibración para disminuir las vibraciones dañinas que se transmiten al cuerpo del operador, debidas fundamentalmente a la irregularidad de los terrenos por los que debe circular.

Los asientos de los modelos de camiones más antiguos que se han evaluado, carecen de alguno de estos sistemas de regulación más innovadores, si bien, todos cumplen con los requisitos de regulación en altura y profundidad. La falta de limpieza y mantenimiento adecuado de este tipo de camiones y de prácticamente todos los utilizados en este tipo de obras, dificulta con el tiempo el manejo y propician el deterioro de los mecanismos de regulación del asiento.

Un aspecto a destacar en las cabinas más antiguas es la ausencia de reposabrazos.



Figura 181: Camión autocargante, asientos

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

### 4 CONTROLES

Los controles y mandos del interior de la cabina, se encuentran en la zona de alcance cómodo para el operador, así como los pedales que cumplen con las medidas recomendadas.

En este tipo de vehículos existen además otro tipo de controles para la grúa, que se encuentran en el exterior en un lateral. Algunas grúas también van provistas de un mando a distancia que se cuelga el operador y desde el cual maneja la grúa.

Los mandos que se encuentran en el lateral del vehículo, dado que se encuentran a la intemperie están expuestos a diferentes agentes ambientales, lo que incrementa la fuerza necesaria para su manejo.

En cuanto al mando a distancia, se produce la misma situación, mantenimiento inadecuado, controles llenos de polvo, etc.

En el manejo de ambos tipos de controles, se han detectado posturas forzadas de cuello (flexo-extensión), dada la necesidad de ver los controles para su accionamiento y mantener contacto visual con la carga constantemente, así como movimientos repetitivos de las manos en el manejo de los controles de la grúa.



Figura 182: Camión autocargante, controles

### 5 CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones de trabajo de los operadores de camión pluma son variables ya que, además de la conducción, realizan tareas a la intemperie (manejo de objetos y materiales con la grúa)

Las condiciones en el interior de la cabina dependen del tipo de vehículo, en el estudio realizado se encontraron cabinas con y sin climatización, así como vehículos que, pese a disponer de aire acondicionado y calefacción, dado el inadecuado mantenimiento del vehículo, no funcionaban correctamente. La falta de climatización en las cabinas, influye de forma negativa en la exposición al ruido y polvo de los trabajadores por la necesidad de trabajar con las ventanas de la cabina abiertas.

Con respecto a las vibraciones, las cabinas suelen llevar sistemas para disminuir las vibraciones que le llegan al trabajador a través del asiento, mandos o suelo de la cabina. En ocasiones se ha detectado la presencia de vibraciones transmitidas a través del volante o mandos, debidas fundamentalmente a la falta de puesta a punto de los vehículos, así como a través del suelo de la cabina por las irregularidades del terreno.

En general las cabinas están dotadas con parasoles, parabrisas, etc que permiten mantener en todo momento una adecuada visión.

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

Cuando el operador realiza tareas de manipulación de cargas con la grúa, se encuentra sometido a las condiciones ambientales propias de la época de trabajo.

### 6 POSTURAS DE TRABAJO-VISIBILIDAD

Durante el estudio de campo, se determinaron posturas inadecuadas tanto del operador cuando esta realizando tareas de carga, descarga y posicionamiento de la carga (flexiones y extensiones importantes del cuello), debido a la necesidad de mantener en todo momento contacto visual con la carga o elemento que se esté manejando, como del ayudante, el cual puede adoptar posturas forzadas de brazos, tronco, cuclillas, rodillas, etc , empujes de cargas, etc. en función del material que debe ser enganchado para el transporte con la grúa.

La visibilidad de la carga, así como de la zona de trabajo es un aspecto de especial importancia cuando se manejan cargas con la grúa.

Con respecto a la postura dentro de la cabina, el operador mantiene una postura sedente, que en este caso suele estar compensada por los cambios de postura que se producen mediante la manipulación de la grúa.



Figura 183: Camión autocargante, posturas de trabajo

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 1 ACCESO CABINA

Realizar periódicamente labores de mantenimiento (sustituir las partes dañadas o rotas de los peldaños de acceso) y limpieza para evitar la acumulación de suciedad en los peldaños de acceso a la cabina que puede dar lugar a caídas con consecuencias importantes.

Los escalones deben ser más robustos y resistentes para que no se muevan fácilmente ni se rompan.

Cuando el primer peldaño se encuentre muy cerca del nivel del suelo, se recomienda que sea móvil para evitar su rotura al interferir con irregularidades del terreno cuando se maneja el vehículo. También existe la posibilidad de incorporar peldaños adicionales para facilitar el acceso a la cabina de polímeros deformables y flexibles.



Figura 184: Peldaños de acceso adicionales y deformables

El punto de agarre de la barandilla debe estar a una altura adecuada para evitar estiramientos o flexiones inadecuadas del brazo.

Suministrar a los trabajadores zapatos de seguridad con suela antideslizante.



Figura 185: Calzado de seguridad con suela antideslizante

Formar al trabajador para que no adquiera hábitos inadecuados de trabajo:

- ≤ Evitar saltar desde la cabina del vehículo.
- ≤ Subir de frente a la cabina y mantener tres puntos de contacto.
- ≤ Tanto para bajar como para subir hacer uso de las barandillas.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA



Figura 186: Acceso correcto a la cabina

### 2 DIMENSIONES INTERIORES DE LA CABINA

A pesar de que la mayoría de las cabinas cumplen con las dimensiones mínimas recomendadas, los nuevos modelos incluyen muchos aspectos relacionados con el confort para el operador, que deben ser considerados cuando se plantea la adquisición de una cabina nueva.



Figura 187: Nuevos modelos de cabinas

### 3 ASIENTO Y REPOSABRAZOS

Dado el tiempo que los operadores pueden permanecer en la cabina, un diseño ergonómico de asiento es fundamental.

Los modelos actuales tienen una gran cantidad de regulaciones que deben ser conocidas por el operador para poder adaptar el asiento a sus características. Además, se ha producido un importante avance en los aspectos relativos a la amortiguación de vibraciones que se transmiten a través del asiento. Algunos asientos incorporan cojines lumbares que se adaptan a la curvatura de la columna de los operadores e incluso disponen de sistemas de calefacción incluidos en el propio asiento.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA



Figura 188: Nuevos modelos de asientos

### 4 CONTROLES Y PEDALES

Realizar un mantenimiento adecuado de los controles y mandos utilizados para el manejo de la grúa. Cubrir los mandos que se encuentran ubicados en el exterior con una funda para evitar que se ensucien y llenen de polvo, provocando problemas en su manejo y la necesidad de realizar fuerzas importantes para su accionamiento. Se recomienda que las fundas sean ajustables y de material impermeable y duradero.

Con respecto a los mandos ubicados en el interior de la cabina, los nuevos modelos incorporan algunos mandos integrados en el propio volante para facilitar el acceso a los mismos y favorecer el confort del operador, así como indicadores digitales que facilitan información directa y más fiable al operador.

La falta de limpieza y mantenimiento puede dar lugar a errores de lectura que pueden tener consecuencias muy graves cuando se están manejando materiales pesados con la grúa.

### 5 CONDICIONES AMBIENTALES

Adquirir cabinas que dispongan de sistemas de climatización, ya que influye positivamente tanto en el confort ambiental del operador como en el nivel de ruido.

Realizar un mantenimiento adecuado para evitar el mal funcionamiento de la climatización en las cabinas.

Si es necesario, solicitar guantes antivibraciones para disminuir las vibraciones molestas que puedan transmitirse a través del volante y de los controles, así como alfombrillas de algún material que aisle de las vibraciones molestas que provengan del suelo de la cabina.

Cuando el operador realice tareas con la grúa al aire libre suministrar ropa adecuada en función de la época del año.



Figura 189: Guantes antivibraciones y ropa de trabajo

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

En verano se recomienda si es posible colocarse a la sombra, usar cremas solares para evitar quemaduras, y suministrar bebidas isotónicas que ayuden a la reposición de sales.

### 6 POSTURAS DE TRABAJO-VISIBILIDAD

La mejora de la postura de cuello de los operadores durante el manejo de la grúa, es especialmente complicada, ya que el trabajador debe mantener en todo momento la carga visible y controlada.

La tarea a realizar por el operador debería limitarse al manejo de los controles de la grúa para la carga y descarga del material, por lo que se recomienda que el operador vaya siempre acompañado de un ayudante para realizar las tareas adicionales a esta carga y descarga.

Si es posible, se recomienda que el trabajador se coloque en una posición elevada para evitar la extensión de cuello prolongada desde que el trabajador levanta la carga del camión.

### 7 OTRAS RECOMENDACIONES

- ≤ No sobrepasar la carga máxima admisible que se encuentra fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo-grúa.
- ≤ Para iniciar los trabajos de carga o descarga se deben instalar calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores antes de hacer cualquier maniobra.
- ≤ Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad para evitar que las cargas escapen del gancho.
- ≤ El gruista tendrá en todo momento control visual de la carga suspendida. Si no fuese posible, las maniobras serán dirigidas por un señalista.
- ≤ No realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga.
- ≤ No trabajar o circular con el camión autocargante a distancias inferiores a dos metros del talud del terreno, para prevenir el riesgo de vuelco.
- ≤ No deben arrastrarse cargas con el camión autocargante.
- ≤ Para evitar golpes a causa del balanceo de las cargas, éstas se guiarán por medio de cabos de gobierno.
- ≤ Esta prohibido permanecer o pasar por debajo de las cargas cuando se este manejando la grúa.



## RETROEXCAVADORA (GIRATORIA)

### DESCRIPCIÓN

Máquina autopropulsada sobre ruedas o cadenas con una superestructura capaz de efectuar una rotación de 360°, que excava, carga, eleva, gira y descarga materiales por la acción de una cuchara fijada a un conjunto de pluma y balancín, sin que el chasis o la estructura portante se desplace.

Básicamente existen dos tipos de retroexcavadoras:

- ≤ Con chasis sobre neumáticos.
- ≤ Con chasis sobre cadenas (oruga).



Figura 190: Retroexcavadora de cadenas y de oruga

### USOS PRINCIPALES Y POSTURA DE TRABAJO

La retroexcavadora se emplea para abrir zanjas destinadas a la instalación de tuberías, cables, drenajes, etc.

Otros usos frecuentes son la excavación de los cimientos de cualquier obra de construcción.

Además de las funciones antes mencionadas, también es posible intercambiarle el accesorio de trabajo y de esta forma su función (cargadora, trituradora, palas de diferentes tamaños según sea la necesidad, etc.).

La postura de trabajo es sedente durante prácticamente toda la jornada de trabajo.

Aunque los operadores también realizan tareas de mantenimiento y limpieza fuera y dentro de la cabina.



Figura 191: Retroexcavadoras

## GENERALIDADES

Dada la elevada versatilidad que presenta la retroexcavadora (debido a la posibilidad de intercambiar su accesorio de trabajo), es uno de los vehículos usuales dentro de obra civil sobre todo en la fase de movimiento de tierras.



Figura 192: Accesorios de trabajo de las retroexcavadoras

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

### 1 ACCESO A LA CABINA

El acceso a la cabina varía en función del tipo y antigüedad del vehículo.

Los pasamanos se encuentran excesivamente elevados con respecto al nivel del suelo, por lo que los operadores realizan posturas forzadas para alcanzarlos, teniendo que subir el primer peldaño en ocasiones sin ayuda.

Los peldaños de acceso no suelen ser adecuados, se encuentran muy desplazados lateralmente, ya que las ruedas suelen molestar. Por ello la mayoría de los operadores no suelen hacer uso de los escalones para acceder a la cabina, usando las ruedas cruzadas. En el caso de las retroexcavadoras de orugas, el acceso resulta más complicado, ya que la mayoría no disponen de escalones de acceso, y los operadores acceden a la cabina a través de las orugas, que en la mayoría de ocasiones se encuentran sucias de barro de la obra, lo que incrementa el riesgo de resbalones y caídas.

En las retroexcavadoras de neumáticos se han medido alturas de puertas inferiores a las recomendadas, lo que resulta un problema para aquellos operadores de mayor tamaño.



## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS



Figura 193: Acceso a la cabina

Además, se ha observado que los escalones de entrada no tienen la profundidad adecuada, y en ocasiones se encuentran en mal estado, torcidos, rotos, etc. por el choque con los terrenos irregulares y en un inadecuado estado de limpieza.



Figura 194: Escalones de acceso a la cabina

Otro aspecto a considerar, como en todos los vehículos usados en obra civil que tienen cierta envergadura, es el riesgo de caída o resbalones al subir y bajar de la cabina por un inadecuado uso de los elementos.

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

### 2 DIMENSIONES INTERIORES DE LA CABINA

La cabina no cumple con algunas de las recomendaciones ergonómicas de espacio establecidas. Aunque depende del modelo y antigüedad del vehículo, la mayoría de retroexcavadoras disponen de una cabina pequeña, por lo que no hay suficiente espacio para las piernas y rodillas.

Además, la anchura de la cabina es inferior a los valores recomendados así como la altura de la misma, lo que dificulta el trabajo de aquellos operadores de complejión más grande.



Figura 195: Dimensiones de la cabina

### 3 ASIENTO Y REPOSABRAZOS

El asiento en este tipo de vehículos es uno de los elementos más importantes, ya que el operador permanece sentado durante toda la jornada de trabajo y esta expuesto a lesiones de espalda y a cansancio físico asociado al mantenimiento de la postura estática durante largos periodos de tiempo.

En el estudio de campo se apreciaron importantes variaciones en el diseño del asiento entre vehículos modernos y antiguos. Las retroexcavadoras modernas cuentan con asientos que tienen un importante número de regulaciones de tal forma que el operador pueda ajustarse a la altura, profundidad, etc. que le resulte más cómoda, incluso algunos modelos cuentan con cojines para la zona lumbar que se ajustan a la curvatura de la espalda del operador.

En cuanto a los vehículos antiguos, no cuentan con tantas regulaciones, y algunas de las que tienen no funcionan por falta de uso y de mantenimiento.



Figura 196: Asiento

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

### 4 CONTROLES Y PEDALES

Los controles, mandos y pedales de las retroexcavadoras, se encuentran en general en la zona de alcance adecuado para su manejo.

Sin embargo, la información respecto al movimiento que proporciona el mando en su accionamiento así como los paneles disponibles, no resulta en muchas ocasiones clara para el operador, fundamentalmente, por la presencia de suciedad sobre los mismos que hace ilegible la información.

Debido al reducido espacio de la cabina, algunos de los mandos se encuentran muy cerca lateralmente y para alcanzarlos el hombro debe levantarse permaneciendo el brazo flexionado muy cerca del tronco y la muñeca en permanente flexión.



Figura 197: Mandos

### 5 CONDICIONES AMBIENTALES

Las retroexcavadoras están expuestas a una gran cantidad de partículas (polvo, arena, etc.) que entran dentro de la cabina, sobre todo en los vehículos que carecen de aire acondicionado y el operador debe trabajar con las ventanas o puertas abiertas, aspecto que influye negativamente en el nivel de ruido que llega al operador tanto procedente de la propia máquinas como de los vehículos y máquinas que se encuentran trabajando en los alrededores, ya que el nivel de ruido al que se encuentran sometidos los trabajadores en ocasiones supera los límites establecidos.

La temperatura, varía considerablemente en función del tipo de retroexcavadora, ya que en el estudio de campo se encontraron algunas que disponían de aire acondicionado.

En cuanto a las vibraciones, no suelen ser un problema importante en este tipo de vehículo, normalmente los asientos cuentan con amortiguación de las mismas.

El mantenimiento adecuado y la limpieza son factores a considerar, ya que se han encontrado vehículos bastante sucios que incluso en determinados casos influye en la visibilidad de los trabajadores. En cuanto a los reflejos, la mayoría de los vehículos analizados cuentan con parasoles.



Figura 198: Falta de limpieza / Trabajo con puerta abierta

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 1 ACCESO CABINA

Es necesario concienciar a los trabajadores de la importancia de usar correctamente los escalones de acceso al vehículo. El operador debe subir y bajar de la retroexcavadora mirando al vehículo y asiéndose con ambas manos a los pasamanos.

En el caso de que la retroexcavadora no disponga de escalones de acceso, recurrir a escaleras accesorias que faciliten el acceso del operador a la cabina.

Elegir retroexcavadoras que cumplan con los requisitos establecidos en cuanto a medidas de acceso y altura del pasamanos al suelo para evitar la adopción de posturas forzadas por parte de los operadores.

Los escalones de entrada a la cabina, deben favorecer la eliminación del barro adherido al calzado de los operadores así como evitar deslizamientos que pueden dar lugar a caídas. Además, debe realizarse un adecuado mantenimiento y limpieza de los mismos y proporcionar a los operadores calzado de seguridad con suela antideslizante para reducir el riesgo de caídas.



Figura 199: Calzado de seguridad con suela antideslizante

Barajar la posibilidad de colocar escalones flexibles para evitar el deterioro y mal estado.



Figura 200: Escalón de diseño adecuado

### 2 DIMENSIONES DE LA CABINA

En la actualidad, en el mercado existen modelos de retroexcavadoras donde el diseño interior de las cabinas se ha mejorado para lograr un espacio de trabajo más confortable para el operador que debe permanecer en su interior durante muchas horas. Se ha ampliado el espacio disponible para las piernas, las palancas se han reducido para que no interfieran con las piernas del operador y se ha ampliado la superficie del asiento.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 3 ASIENTO Y REPOSABRAZOS

Un diseño adecuado del asiento puede minimizar las lesiones de espalda de los conductores así como el cansancio físico asociado al mantenimiento de la postura estática sentada durante largos periodos de tiempo

El diseño del asiento debe minimizar las suspensiones y vibraciones lo máximo posible. Además, deben proporcionar el máximo confort, para ello pueden ser regulables en altura, hacia delante y detrás de manera que facilite el acceso al volante o al joystick. Así mismo, son interesantes los mecanismos que reclinan el asiento de tal forma que sea cómodo para cualquier usuario independientemente de su talla o peso.

Los asientos de los modelos nuevos cuentan con una importante variedad de regulaciones, el asiento permite el ajuste tanto vertical como horizontal.

Los asientos están dotados con reposabrazos amplios y regulables, que no dificultan el acceso al asiento del operador.

En el mercado existen asientos equipados con sistemas de suspensión, que incluyen, además, un equipo para regular la temperatura del propio asiento. De esta manera, el operador en los días fríos activa un calentador y en los días de calor puede poner en marcha un sistema de aire fresco que atraviesa los amortiguadores del asiento y reduce la transpiración.

Para mejorar el confort y la productividad y reducir la fatiga, se han introducido asientos que cuentan con sistemas de suspensión y rotación muy sencillos, que permiten a los operadores diferentes posiciones de trabajo en función de la "talla" del operador.



Figura 201: Nuevos asientos

Si el asiento de su vehículo no le proporciona un apoyo adecuado a su espalda o si el material de revestimiento del mismo le proporciona calor y sensación de incomfort, solicite un cojín o soporte lumbar para mejorar la postura o una funda de material adecuado.



Figura 202: Fundas y cojines para el asiento

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 4 CONTROLES Y PEDALES

Un adecuado acceso a los controles y mandos, es fundamental para mejorar los movimientos y posturas que deben adoptar los operadores.

Deberá comprobarse que los controles y pedales son perfectamente accesibles, que están situados en la zona de comodidad y que su movimiento se corresponde con los estereotipos usuales. Tanto el esfuerzo a realizar sobre volantes, palancas, etc., como sus posibles retrocesos, son aspectos que conviene comprobar en cada máquina tras cada reparación o reforma.

Otro aspecto importante es el diseño del propio mando o control, es necesario que en la medida de lo posible los mandos se adapten a la curvatura de la mano para disminuir la flexión de la muñeca.

Los operarios presentan mayor comodidad al controlar ciertas operaciones con las manos que con los pies (pedales) por lo que se recomienda sustituir pedales por botones con la finalidad de aumentar el confort de los operarios.

Otro de los aspectos que es necesario tener en cuenta para diseñar los controles es el grado de confort del operador, aunque es un aspecto difícil de medir, es conveniente considerar la textura y dureza de los materiales de construcción de los mismos, en especial del joystick, ya que son aspectos muy valorados por los operadores. Además es necesario asegurarse que los mandos pueden accionarse cómodamente usando guantes.

Uno de los factores que más afecta a la fatiga en la mano es el diseño del accionamiento de los mandos, este debe tener una buena distribución de presión, aislar de las vibraciones y tener la línea de activación en línea con el dedo o hacia el centro de la muñeca.

Se debe proporcionar a los pedales un espacio creciente, reduciendo la necesidad de cambiar posiciones. Además, es necesario considerar que la mayoría de los operadores prefieren controlar ciertas acciones con las manos, por lo que las nuevas retroexcavadoras están sustituyendo los pedales por botones con la finalidad de aumentar el confort de los trabajadores.

Realizar un mantenimiento y limpieza adecuado para facilitar la lectura de la información y para evitar la aplicación de fuerzas superiores a las recomendadas para el accionamiento de los mismos debido a la acumulación de polvo y suciedad.



Figura 203: Controles y pedales

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 5 CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones de **temperatura** son muy importantes, en especial en nuestro país, donde en verano se alcanzan temperaturas muy elevadas que influyen negativamente en el confort de los operadores. Por esto, se han mejorado considerablemente los sistemas de aire acondicionado para lograr un mejor reparto por toda la cabina, algunos modelos cuentan con orificios idealmente posicionados en la cabina, que permiten refrigerar la totalidad del habitáculo manteniendo la temperatura en todos los puntos; estos sistemas suponen una mejora importante con respecto a los sistemas tradicionales de aire acondicionado.

Para las épocas de frío, las cabinas incorporan modernos sistemas de calefacción y deshielo, con salidas de aire direccionales.



Figura 204: Sistemas De control de la temperatura

Para lograr unas condiciones óptimas de trabajo en el interior de la cabina, algunos modelos incluyen una cabina con mayor aislamiento en la que se colocan juntas de silicona en las puertas para evitar la entrada de polvo en las tareas de movimientos de tierras reduciendo de esta manera el ruido al que se encuentra sometido el operador procedente de otros vehículos y máquinas que operan en la zona de trabajo.

Además, las nuevas cabinas descansan sobre soportes elásticos rellenos de silicona, lo que mejora tanto los niveles de ruido como las vibraciones transmitidas a los operadores. En caso necesario para disminuir la transmisión de vibraciones se puede colocar sobre el suelo de la cabina alfombrillas de goma y proporcionar a los trabajadores guantes antivibración para evitar las molestias si existen vibraciones que se transmiten a través de los mandos o controles.

Otras acciones a considerar para limitar el efecto negativo de las vibraciones es limitar la velocidad sobre todo si el terreno es irregular.

Para reducir las vibraciones que pueden transmitirse a través de los asientos, en los últimos años se está trabajando en la mejora de los materiales del mismo, las espumas viscoelásticas están proporcionando buenos resultados en el aislamiento de las vibraciones.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA



Figura 205: Guantes antivibración

Para reducir el nivel de ruido, se ha actuado sobre el aislamiento del motor de la propia máquina. No obstante, si se detectan niveles de ruido superiores a los recomendados, proporcione a los trabajadores protección auditiva. Ponga a su disposición diferentes modelos para que ellos elijan aquel que les resulte más confortable.



Figura 206: Protección auditiva

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

La visibilidad tanto interior como exterior es muy importante. Por una parte, hay que tener en cuenta que la posición de las válvulas, interruptores o paneles estén en una posición fácilmente visible para el operador.

En cuanto a la visibilidad externa debe ser la máxima posible, para ello se deben incorporar espejos laterales o bien hacer los pilares entre cristales más pequeños de manera que el cristal sea más grande y el operador vea incrementado su campo de visión, ya que los ángulos muertos son aspectos importantes en este tipo de vehículos.

Una buena visibilidad previene algunos de los movimientos de giro de cuello que el operador necesita hacer. Un capó trasero redondeado también ayuda a aumentar la visibilidad.

Para la mejora de la **visibilidad** y las condiciones ambientales generales de la cabina, algunos modelos están incorporando cristales tintados para proteger a los operadores de los rayos del sol, de esta manera se asegura una excelente visibilidad y claridad en el interior de la cabina, también se ha aumentado el tamaño de las ventanas y se han incorporado cristales planos que permiten una mejor visibilidad sin deformaciones. Otro aspecto que ha mejorado la visibilidad que tiene el operador de la zona de trabajo son nuevos asientos con una posición más elevada. Además, hay modelos que están dotados de un monitor LCD en color de gran tamaño, a través del cual el operador puede ver mediante una cámara que hay en la parte posterior de la máquina, esta medida supone una mejora tanto de la visibilidad como de la postura de trabajo, ya que el operador no debe girar el tronco para comprobar lo que hay en la parte trasera; igualmente, también influye positivamente en la seguridad de los trabajadores que puedan estar en los alrededores del vehículo. Este monitor LCD también muestra al operador información sobre las necesidades de mantenimiento del vehículo (temperatura, nivel de combustible, y datos de mantenimiento).



Figura 207: Visibilidad de la zona de trabajo/ Cámara/Visión zona trasera vehículo

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 6 RECOMENDACIONES GENERALES

- ≤ Se prohíbe transportar o izar personas utilizando la cuchara.
- ≤ Se prohíbe el manejo de grandes cargas bajo régimen de fuertes vientos.
- ≤ Se prohíbe realizar maniobras de movimiento de tierras sin antes haber puesto en servicio los apoyos hidráulicas de inmovilización.
- ≤ Se prohíbe utilizar la retroexcavadora como una grúa para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.
- ≤ Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de carga útil de la retroexcavadora.
- ≤ El cambio de posición de la retroexcavadora, se efectuará situando el brazo en el sentido de la marcha.
- ≤ Se instalará una señal de peligro, como límite de la zona de seguridad del alcance del brazo de la máquina.
- ≤ Protección de los oídos: Cuando el nivel de ruido sobrepasa el margen de seguridad establecido y, en todo caso, cuando sea superior a 80 dB, será obligatorio el uso de auriculares o tapones homologados.
- ≤ Botas de seguridad antideslizantes: El calzado de seguridad es importante debido a las condiciones en las que se suele trabajar en la obra (con barro, agua, aceite, grasas, etc.).
- ≤ Casco protector de la cabeza: Habitualmente el puesto del conductor está protegido con cabina, pero es indispensable el uso del casco protector cuando se abandona la misma para circular por la obra. El casco de seguridad será homologado.

## TRACTOR TRAILLA

### DESCRIPCIÓN

Tractor agrícola tradicional en el que se realizan adaptaciones en los "aperos" utilizados para su uso en construcción, concretamente, en obra civil.

El vehículo consta de una cabina (más o menos moderna dependiendo del modelo) y unos adaptadores (delantero y trasero), en el que se acoplan los útiles necesarios en función de la tarea a desarrollar.

Se utiliza para la nivelación del terreno (altura y pendiente) exigida por la obra que se esté realizando.



Figura 208: Tractor Trailla

### USOS PRINCIPALES Y POSTURA DE TRABAJO

Es una de las máquinas de uso más generalizado en obra civil. Las características varían significativamente según la antigüedad del modelo.

Se utiliza, fundamentalmente, para el extendido y nivelado de materiales.

La postura del operador es sedente durante toda la jornada de trabajo.



Figura 209: Tractor Trailla

### GENERALIDADES

Los principales factores de riesgo relacionados con el uso de tractores son:

- ≤ Postura sedente prolongada.
- ≤ Jornadas laborales largas.
- ≤ Actitud postural incorrecta (en carga de pesos y en sedestación laboral )
- ≤ Posturas forzadas.
- ≤ Efectos vibratorios (debidos a la maquinaria y al terreno )
- ≤ Mala praxis de herramientas agrícolas así como el mal estado de estas.

La antigüedad de los tractores, es una de las causas del elevado número de accidentes. En el 2001, un 32% del parque de tractores superaba los 20 años. Este dato confirma que actualmente hay un gran riesgo de lesiones derivadas de un mal estado de la maquinaria (asientos, suspensiones, cabina, etc.).

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

### 1 ACCESO A LA CABINA

La evaluación de una serie de vehículos ha demostrado que existen variaciones importantes en las características de los accesos, sobre todo en lo que a dimensiones de la escalera de acceso se refiere (distancia entre peldaños, profundidad y acceso) debido, fundamentalmente, al empleo de modelos anticuados, los cuales se encuentran fuera de los valores recomendados.

La principal causa de accidentes en este tipo de vehículos es la caída de los operadores desde la cabina. La naturaleza irregular del terreno contribuye a que el peligro sea mayor.

Durante los últimos años se han incluido algunas mejoras, pero hoy en día todavía se usan muchos vehículos bastante antiguos, que no reúnen estas características.

Se ha observado que la altura del primer escalón, así como las distancias entre escalones son generalmente mayores a las medidas sugeridas.



Figura 210: Ejemplos de accesos a tractores

La incorporación de las recomendaciones de diseño puede ayudar a reducir los accidentes que se producen. Por otra parte, los modelos más nuevos cuentan con mejores accesos y los escalones suelen estar provistos de elementos antideslizantes para evitar la caída de los trabajadores tanto en el acceso, como descenso de la cabina.

Generalmente, el acceso a la cabina suele estar provisto de pasamanos en ambas partes de la puerta, los cuales suelen reunir las características requeridas en cuanto a dimensiones. El problema fundamental se encuentra en la altura de agarre de los mismos que, en muchas ocasiones, no son accesibles a los operadores desde el suelo. Esta misma situación se repite en el caso de alcance a la manivela de apertura de la puerta, lo que obliga a los trabajadores a realizar posturas forzadas de brazos, de puntillas e incluso proceder a la apertura de la puerta cuando se encuentran en uno de los escalones de acceso a la misma, con el consecuente peligro de caída.

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS



Figura 211: Alcance a la manivela de apertura de la puerta y pasamanos

En cuanto a las dimensiones de la puerta de acceso a la cabina, la mayoría de vehículos analizados cumplen con las recomendaciones básicas en cuanto a altura y anchura de la misma.

Es necesario destacar que muchos de los accidentes que sufren los operadores de tractores trailla y vehículos similares se deben a resbalones, tropezos y caídas desde los vehículos e incluso por un mal uso por parte de los operadores de estos vehículos que saltan desde la cabina al suelo.

Para mejorar las cifras de accidentes que son debidos a esta causa, es necesario que las pautas sobre dimensiones de los escalones, barandillas y puerta de acceso a la cabina se cumplan.

Las partes del cuerpo con mayor índice de lesiones, son la parte baja de la espalda y las rodillas.

### 2 DIMENSIONES INTERIORES DE LA CABINA

El habitáculo cumple con todas las medidas recomendadas en lo que altura, anchura, espacio para piernas y rodillas, distancia frontal, lateral y posterior a los cristales.

### 3 ASIENTO Y REPOSABRAZOS

El cumplimiento de las recomendaciones ergonómicas establecidas para el asiento, es especialmente importante en este tipo de vehículos, donde los trabajadores permanecen jornadas muy largas.

Los tractores más modernos cuentan con regulación en profundidad para el conjunto asiento-respaldo, así como con regulación de la inclinación del respaldo.

El asiento cuenta con sistema de amortiguación, para reducir las vibraciones producidas durante el trabajo.

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS



Figura 212: Asientos de tractores trailla

En cuanto al material de acolchado del asiento existen diferentes tipos: polipiel, plástico, tapizados, etc., aunque, predominantemente, se usan de polipiel por la facilidad de limpieza, se desaconseja su uso ya que no permite una transpiración adecuada, no resultando confortables al operador. Se ha observado que los trabajadores colocan sobre sus asientos camisetas, toallas, cojines para evitar el calor, no resbalarse o tener mejor visibilidad de la zona de trabajo.

**Los reposabrazos** tienen inclinación horizontal regulable y la separación entre reposabrazos esta dentro de los valores mínimos recomendables en la mayoría de los modelos analizados.

### 4 CONTROLES

Los tipos de controles y el diseño de la consola es muy variable en función de la marca y del modelo del tractor.

En los modelos más antiguos se han detectado flexiones pronunciadas del brazo y tronco debido a la carencia de regulaciones del asiento. Sin embargo, en los modelos más actuales, los controles y palancas de uso más habitual se encuentran dentro de la zona de comodidad y accesibilidad tanto lateral como frontal.

Las fuerzas de accionamiento de palancas y controles se encuentran generalmente dentro de los rangos normales. En ocasiones, las fuerzas de accionamiento son superiores a las recomendadas debido a la acumulación de suciedad entre huecos y engranajes que dificulta el accionamiento, así como por un mantenimiento inadecuado (falta de engrase).

Los pedales se encuentran en la zona de alcance para los pies. Para trabajar, el pie izquierdo debe presionar un pedal del lado derecho, es una forma cómoda debido a que la silla gira lateralmente y el operador ve el trabajo en la zona posterior y hace presión sobre el pedal sin ningún esfuerzo adicional.

## ANÁLISIS ERGONÓMICO Y PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS

### 5 CONDICIONES AMBIENTALES

Las cabinas de los tractores más modernos se encuentran aisladas adecuadamente, por lo que el nivel de ruido, siempre que las ventanas permanezcan cerradas, no suele presentar problemas a los trabajadores.

La mayoría de los tractores modernos disponen de cabinas con aire acondicionado y calefacción, aunque, hay que señalar que, en muchos casos, no funcionan ya que los conductos se encuentran obstruidos debido a un mantenimiento inadecuado de los sistemas de ventilación de los vehículos, lo que obliga a los trabajadores a permanecer con las ventanas abiertas, repercutiendo de esta manera en el nivel de ruido percibido por el trabajador.

Las vibraciones se presentan principalmente en el suelo de la cabina, en el volante y las palancas, debido a la inestabilidad de las superficies de trabajo, y en los modelos más antiguos por la ausencia de amortiguaciones del asiento que reduzcan el nivel de vibraciones que se transmiten a los operadores.

Los operadores de tractores se encuentran sometidos a niveles de vibraciones de cuerpo completo elevadas. La exposición a vibraciones de cuerpo completo, está asociada con lesiones en la espalda.

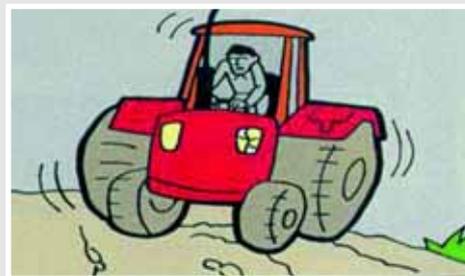


Figura 213: Vibraciones transmitidas por inestabilidad del terreno

En general, no suelen existir problemas de deslumbramientos, ya que la mayoría de los vehículos están provistos de parasoles y cintas que protegen a los operadores de los deslumbramientos provocados por el sol.

### 6 POSTURA DE TRABAJO DEL OPERADOR-VISIBILIDAD

Como puede observarse en la imagen, la necesidad de visualizar la zona de trabajo obliga al operador a adoptar una postura forzada de giro del tronco y del cuello, así como una flexión importante del brazo derecho con el que se manipulan los controles del tractor trailla.



Figura 214: Postura de trabajo

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 1 ACCESO CABINA

Facilitar el acceso de los operadores a la cabina mejorando la ubicación de las barandillas y las condiciones de los escalones, manteniéndolos limpios para evitar resbalones y caídas.

Tanto el suelo del habitáculo, como el de los estribos de acceso deben ser de material antideslizante.

Proporcionar a los operadores un calzado adecuado, con suela antideslizante para evitar resbalones y caídas en el acceso a la cabina, este aspecto resulta especialmente importante en este tipo de obras donde el suelo puede estar embarrado.

Medidas recomendadas para escalones de acceso a tractores:

- ≤ La altura óptima del primer escalón-suelo: 350-500 mm, media (400 mm).
- ≤ Distancia entre escalones o peldaños: 200 mm.
- ≤ Anchura de los escalones o peldaños: aproximadamente 300 mm.
- ≤ Profundidad desde el borde exterior del escalón hasta la máquina: 150 mm o mayor.

Medidas recomendadas para la puerta de los tractores:

El tamaño y la forma de la puerta de acceso a la cabina está relacionada con aspectos de seguridad tanto en el acceso como en la salida de la misma. Un tamaño adecuado de la puerta permite realizar un movimiento más adecuado sin necesidad de adoptar posturas forzadas, giros de tronco, etc. al entrar y salir de la cabina.

- ≤ La altura de la puerta debería estar entre 1855-1870 mm, el mínimo no debería estar por debajo de los 1300 mm.
- ≤ En cuanto a la anchura de la puerta se ha determinado que muchas cabinas presentan puertas desiguales, es decir que la anchura es diferente, alcanzando su máximo a la altura de la cadera. La anchura recomendada se sitúa entre 600-700 mm.

Recomendaciones para asideros, pasamanos o barandillas de tractores:

Muchos de los vehículos no tienen barandillas o pasamanos fuera de la cabina y, las que tienen, normalmente se encuentran a una altura desde el suelo superior a la recomendada.

Las variaciones del tamaño de las barandillas afectan a la facilidad de agarre, normalmente suelen tener tamaños inferiores a los sugeridos, sin embargo en cuanto al diámetro, habitualmente no se excede el diámetro establecido conforme a medidas antropométricas.

Se ha observado que muchos de los asideros se encuentran dañados debido a los golpes con obstáculos.

El espacio libre entre el pasamanos y la máquina, para permitir un buen agarre, supera los valores mínimos.

Valores recomendados:

- ≤ Altura del final de la barandilla o pasamanos al suelo: media 1433 mm, rango aceptable 1200-1600 mm.
- ≤ Diámetro del pasamanos: rango 25-35 mm.
- ≤ Espacio libre entre pasamanos-cabina, mínimo 50-75 mm.
- ≤ Longitud de la barandilla-pasamanos, mínimo 110-250 mm.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

Otros factores que influyen en los accidentes que se producen, es la presencia de obstáculos cerca de la puerta de la cabina. Muchos de los vehículos son modificados por los propios trabajadores para facilitar ciertas tareas.

### 3 ASIENTO Y REPOSABRAZOS

Mejorar las condiciones actuales del asiento, por ejemplo dotarlos con una suspensión neumática adaptable al peso de cualquier conductor, mejorando su comodidad.

Hacer los asientos ajustables/regulables en la mayor cantidad de puntos posibles e informar a los trabajadores de las posibilidades de regulación con las que cuenta el asiento del vehículo.

Adaptarle cojines térmicos para controlar la temperatura y cojines lumbares neumáticos para que la espalda tenga un apoyo inmejorable.

Los reposabrazos deben ser regulables para que no obstruyan el trabajo del operario.

Modificar el tipo de material del asiento. Es importante elegir un material adecuado en cuanto a transpiración y comodidad del operador y que al mismo tiempo sea de fácil limpieza.

En caso necesario colocar fundas de materiales adecuados que favorezcan la transpiración.



Figura 215: Funda transpirable para el revestimiento del asiento

### 4 CONTROLES Y PEDALES

Los modelos actuales de tractor trailla cuentan con sistemas de mandos muy modernos, sistematizados en la mayoría de los casos, donde en las pantallas (LED) se puede observar sin lugar a confusión, la altura de la hoja, las pendientes que se requieren, etc. Además, sobre el propio botón o bien al lado, aparece el tipo de movimiento que se realiza con la activación del mismo. El tipo de botones empleado evita la inserción de polvo y facilita la limpieza. Con estos nuevos diseños se evitan las posturas y flexiones forzadas del brazo. El principal problema es el desconocimiento en la regulación del asiento, por lo que en ocasiones el alcance de los controles resulta incómodo.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 5 CONDICIONES AMBIENTALES

#### Vibraciones

Dada la gran variedad de modelos y tipología de vehículos existentes, es difícil sugerir unas características de diseño que sean apropiadas para todos los vehículos.

Para *reducir el riesgo de lesión derivada de la exposición a vibraciones, se recomienda:*

- ≤ Que el asiento tenga una suspensión adecuada, específicamente en lo relativo a peso y tamaño de los usuarios
- ≤ Las características del asiento deben ser apropiadas para limitar la exposición a otros factores de riesgo de lesiones musculoesqueléticas. Considerar que el asiento tenga una altura, profundidad y anchura adecuadas.
- ≤ Los sistemas de suspensión deben mantenerse correctamente.
- ≤ El diseño de la cabina debe ser apropiado para el uso, permitir la rotación del asiento y una buena visibilidad sin necesidad de adoptar posturas inadecuadas.

El modo o la forma de manejo del vehículo influye significativamente en los niveles de vibración a los que el operador se encuentra expuesto.

Combinaciones de factores de riesgo posturales como giros importantes y vibraciones, incrementan el riesgo de lesión y discomfort.

#### Recomendaciones:

- ≤ Evitar o reducir lo máximo posible los frenazos bruscos y las sacudidas.
- ≤ Usar dirección asistida para tomar adecuadamente las curvas cerradas, esto reduce la necesidad de realizar posturas asimétricas.
- ≤ Regular la velocidad, las velocidades pequeñas limitan la exposición a vibraciones, así como los movimientos inesperados.
- ≤ Ajustar el asiento a las características propias del usuario y de la tarea a realizar; las posturas inadecuadas combinadas con vibraciones son más dañinas.
- ≤ Realizar pausas frecuentes y cortas y cambiar la postura de trabajo para limitar las posturas forzadas o mantenidas.

#### Métodos para el control del riesgo:

- ≤ Limitar la exposición, reducir la duración del tiempo de conducción en especial cuando hay presentes otros factores de riesgo como terrenos rugosos, desiguales o requerimientos de posturas forzadas.
- ≤ Limitar la intensidad del trabajo, promover la realización de pausas frecuentes, cambios de postura y la rotación de puestos.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

- ≤ Garantizar el cumplimiento de los estándares, de tal forma que los operadores no se vean sometidos a niveles de vibración dañinos o incómodos.
- ≤ Organizar las tareas para disminuir los requerimientos de fuerza mediante la reorganización de las tareas.

La detección de vibraciones molestas transmitidas a través, del asiento, mandos y controles e incluso a través del suelo de la cabina, requiere de una evaluación de los niveles para determinar las medidas preventivas más eficaces. Aún así, es necesario proteger a los trabajadores de las vibraciones transmitidas a través del asiento, para ello existen actualmente asientos suspendidos que han sido especialmente diseñados para tractores y que reducen al mínimo las vibraciones transmitidas al trabajador.



Figura 216: Asientos suspendidos

Suministrar a los trabajadores guantes antivibraciones para protegerlos de las vibraciones transmitidas a través del volante a la mano-brazo del trabajador



Figura 217: Guantes antivibraciones

Realizar un mantenimiento adecuado de los sistemas de aire acondicionado en los vehículos que dispongan del mismo.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 6 POSTURA DE TRABAJO DEL OPERADOR-VISIBILIDAD

Actualmente existen en el mercado tractores que disponen de regulación en giro del asiento, por lo que es posible realizar las tareas con el "apero" trasero sin necesidad de que el trabajador adopte posturas forzadas de cuello y tronco. Estos asientos proporcionan una buena movilidad y facilitan el control y la visibilidad. Los mandos se integran en la consola, por lo que se desplazan acompañando el asiento, de modo que resulta fácil, seguro y confortable controlar las funciones del tractor en cualquier posición del asiento.



Figura 218: Asiento con regulación en giro <http://www.deere.com>

### 7 OTRAS

En el diseño de nuevas máquinas es necesario considerar los siguientes aspectos:

- ≤ Escalones adecuados que permitan eliminar el barro, la superficie de los escalones debe ser rugosa y con rejillas para que el barro caiga a través del escalón.
- ≤ Los escalones deben ser más robustos y resistentes para que no se muevan fácilmente ni se rompan.
- ≤ El peldaño inferior debe ser móvil para evitar que se quite al interferir con irregularidades del terreno cuando se maneja el vehículo.
- ≤ Puertas y cabinas de dimensiones adecuadas atendiendo a los criterios antropométricos establecidos.
- ≤ Barandillas de diseño adecuado (altura, diámetro, longitud, etc.)
- ≤ Entre el asiento y la puerta de la cabina no debe haber elementos o palancas que dificulten el acceso al mismo.
- ≤ Las barandillas o pasamanos deben poder alcanzarse desde el suelo (si se han colocado a la altura adecuada).
- ≤ Antes de realizar un cambio importante, someterlo previamente a prueba y contar en todo momento con la opinión de los trabajadores.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

Recomendaciones para los operadores:

- ≤ Evitar saltar desde la cabina del vehículo.
- ≤ Subir y bajar frente a la cabina y mantener tres puntos de contacto.
- ≤ Tanto para bajar como para subir hacer uso de las barandillas.
- ≤ Mantener adecuadamente la máquina (limpieza de escalones, sustitución de partes dañadas o rotas, etc.).



## COMPACTADORA DE MANO

### DESCRIPCIÓN

Máquina de compactación autopropulsada provista de uno o más rulos metálicos (también pueden ser neumáticos), en la que los mandos para el desplazamiento, dirección, frenado y vibración están dispuestos de forma que el control de la máquina se realiza por un operador a pie.

La máquina está diseñada para aumentar la densidad de materiales por peso y vibración. Se utiliza en trabajos de terminación, fundamentalmente en obras lineales.



Figura 219: Compactadoras de mano

### USOS PRINCIPALES Y POSTURA DE TRABAJO

Se utilizan fundamentalmente para la realización de pequeños trabajos de compactación, construcción de aceras, aparcamientos, reparación de carreteras, tramos asfálticos pequeños, zanjas, etc.

La postura de trabajo durante el uso de la máquina, es de pie. El trabajador debe guiar la máquina desde el asa central y accionar las palancas del rodillo (adelante-atrás) y la de puesta en marcha del vibrador.



Figura 220: Postura de trabajo

## PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

### 1 ALTURA DE MANEJO

Se ha observado que algunos trabajadores manejan la máquina a una altura baja (flexión de espalda y cuello) o alta (flexión de brazos).

### 2 ACCIONAMIENTO

La mayoría de las compactadoras manuales analizadas, tienen un mango en forma de "D" doble para accionar la máquina, de tal forma que el trabajador debe mantener presionado constantemente el mango para que la máquina funcione. La necesidad de mantener contacto continuo durante periodos de trabajo más o menos largos, puede llegar a provocar presiones molestas en la palma, además de incrementar la exposición a vibraciones del trabajador.



Figura 221: Accionamiento

### 3 CONTROLES

Se ha observado que para el manejo de las palancas de accionamiento del vibrador y del rodillo, el trabajador debe aplicar fuerzas importantes.

## PRINCIPALES PROBLEMAS ERGONÓMICOS DETECTADOS

### 4 POSTURA DE TRABAJO

Posturas inadecuadas de miembros superiores en las operaciones de accionamiento de palancas, el brazo adquiere flexiones cercanas a los 90°.



Figura 222: Postura de miembros superiores

### 5 CONDICIONES AMBIENTALES

El nivel de **ruido** generado es muy elevado, constante y muy molesto. Se han medido niveles de ruido que superan los 100dB, a lo que debe unirse el ruido ambiental de otras máquinas, vehículos y herramientas que se estén usando en las proximidades.

Importante transmisión de **vibraciones** mano-brazo a los trabajadores que manipulan este tipo de máquinas.

Los trabajadores se encuentran expuestos a **temperaturas** muy variables en función de la época del año en la que desarrollen la tarea.

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 1 ALTURA DE MANEJO

Se aconseja una altura de manejo ligeramente por debajo de la altura de codos, de todas formas cada trabajador debería seleccionar la altura de trabajo más cómoda. En la mayoría de los rodillos vibrantes de mano, existe la posibilidad de regular la altura de manejo.



Figura 223: Compactadora con regulación en altura del mango

### 2 ACCIONAMIENTO

En el mercado existen máquinas con otro tipo de mangos que evitan la necesidad de mantener presión continua para que la máquina funcione.

En las compactadoras manuales con mangos de accionamiento en "D", es necesario realizar un mantenimiento para evitar tener que realizar fuerzas importantes de accionamiento.

Los fabricantes deben considerar para su diseño que el trabajador debe mantener un contacto continuo, por lo que la fuerza necesaria para su accionamiento debe ser la mínima posible para evitar presiones en las palmas por un accionamiento continuado.

Así mismo, debe considerarse en su diseño la antropometría de la mano, así como su recubrimiento para evitar presiones y transmisión de vibraciones.

Idealmente, un sistema de fijación tipo al que presentan herramientas manuales como los taladros sería la mejor solución, ya que el trabajador no debería accionar continuamente el mango para el funcionamiento de la máquina, pero este sistema puede ser incompatible con las medidas de seguridad que debe presentar la máquina.



Figura 224: Mango de compactadora manual

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

### 3 CONTROLES

Los controles deben requerir algo de resistencia al movimiento para que no puedan ser activados mediante un ligero contacto, pero tampoco en exceso de manera que el trabajador deba realizar esfuerzos para su activación.

Realizar un adecuado mantenimiento sobre las palancas de accionamiento, de tal manera que permanezcan engrasadas para evitar la necesidad de aplicar fuerzas.

Los detalles que deben considerarse al diseñar las palancas son:

- ≤ Fuerza de accionamiento: 9/123 N adelante/atrás, 9/90 N de lado a lado.
- ≤ Recorrido máximo: 350 mm adelante/atrás, 960 mm de lado a lado.
- ≤ Diámetro del pomo: 38/75 mm.
- ≤ Altura sobre el suelo: 75 cm (sentado), 125 cm (de pie).

Las palancas, al igual que el resto de los controles, se dispondrán según una secuencia lógica de operación, en este caso se recomienda:

- ≤ Hacia arriba o hacia delante = más velocidad, subir, levantar
- ≤ Hacia abajo o hacia atrás = menos velocidad, bajar.

Asegurarse que la máquina está provista de un dispositivo que impida el atrapamiento del operador cuando la máquina funcione marcha atrás, de tal manera que el trabajador no pueda quedar atrapado entre el rulo y los posibles obstáculos circundantes.

### 4 POSTURA DE TRABAJO

Para mejorar la postura de brazos, las palancas de accionamiento deben situarse en una zona más próxima al trabajador, en la denominada área de alcance primario. Se recomienda ubicar los controles entre los 15-40 cm, no sobrepasando los 40 cm ni en el recorrido que esté estipulado para las palancas.

### 5 CONDICIONES AMBIENTALES

Con los niveles de **ruido** actuales, los trabajadores tienen la obligación de usar protectores auditivos. Se recomienda estudiar la posibilidad de aislar las partes de la máquina que resulten más ruidosas, y en compras futuras, seleccionar aquellas herramientas que sean más "silenciosas".

Poner a disposición de los trabajadores diferentes tipos de protectores auditivos para que elijan aquel que le parezca más cómodo.



Figura 225: Protectores auditivos

## PROPUESTAS DE MEJORA ERGONÓMICA

La exposición continua a altos niveles de **vibración**, puede producir lesiones en los músculos y articulaciones, así como el desarrollo de ciertas enfermedades asociadas a la exposición a vibraciones. Se recomienda dotar a los trabajadores con guantes que aislen de las vibraciones, cubrir las empuñaduras y zonas de contacto con material aislante de las vibraciones y plantear la realización de pausas de al menos 10 minutos de duración, de tal forma que el periodo total de trabajo con la máquina no debe superar los 180 minutos por trabajador. En las pausas establecidas, el trabajador no debe estar expuesto a otras fuentes que produzcan vibraciones.



Figura 226: Guantes antivibraciones

La exposición a **condiciones térmicas** extremas, es un aspecto muy problemático en el sector de la construcción, sobre todo para los trabajadores que deben realizar trabajos al aire libre donde las condiciones ambientales son difícilmente controlables. Se recomienda en épocas de elevado calor realizar pausas a la sombra, suministrar bebidas isotónicas que ayuden a la reposición de sales evitando la deshidratación, proporcionar cremas solares de alta protección a los trabajadores y evitar que trabajen sin camiseta.

En invierno, proporcionar a los trabajadores ropa adecuada para protegerse del frío ambiental.

### 6 OTRAS

Es importante realizar un adecuado mantenimiento de las máquinas, los desajustes en los elementos de la misma pueden contribuir a incrementar los niveles de ruido y vibraciones.

El orden y limpieza de las zonas de trabajo también actúan positivamente en la transmisión de vibraciones.

Los operadores de este tipo de máquinas deben ir provistos de protección auditiva, guantes y calzado de seguridad.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 5.1. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Agencia Europea para la seguridad y la salud en el trabajo (2000). Prevención de los trastornos musculoesqueléticos de origen laboral. Semana Europea de la seguridad y la salud en el trabajo.
2. Alan G. Mayton, Joseph P. DuCarme, Christopher C. Jobes (2003). Laboratory investigation of seat suspension performance during vibration testing.
3. Alberta Human Resources and Employment (2000). Musculoskeletal Injuries, Part 1. Alberta Injury Statistics and Cost.
4. Alberta Human Resources and Employment (2000). Musculoskeletal Injuries, Part 2. Symptoms and types of Injuries. Ergonomics.
5. Alberta Human Resources and Employment (2000). Musculoskeletal Injuries, Part 3. Biomechanical Risk Factors. Ergonomics.
6. Alberta Human Resources and Employment (2000). Musculoskeletal Injuries, Part 4. Musculoskeletal Injuries. Ergonomics.
7. Alberta Human Resources and Employment (2000). Musculoskeletal Injuries, Part 5. Assessing Ergonomic hazard. Ergonomics.
8. Alberta Human Resources and Employment (2000). Musculoskeletal Injuries, Part 6. Reducing Ergonomic Hazard. Ergonomics.

9. Alberta Human Resources and Employment (2006). Occupational Injuries and Diseases in Alberta.
10. Australia Safety and Compensation Council (2006); Guidance on the principles of safe design for work.
11. Bernd Hartmann, Prevention of musculo-skeletal diseases in construction industry on basis of ergonomic and epidemiologic dates.
12. BETRASTÉN, Manuel., et al. Ergonomía. Ed: INSHT.1994
13. Bryan Buchholz, Victor Paquet, Helen Wellman, Martin Forde (2003). Quantification of ergonomic hazards for ironworkers performing concrete reinforcement task during heavy highway construction.
14. BWC's Division of Safety and Hygiene (2002). Ergonomics Best Practices for the Construction Industry.
15. CAL/OSHA (2004); Pocket Guide for the construction industry.
16. Calor y trabajo. Prevención de riesgos laborales debidos al estrés térmico por calor [http://www.mtas.es/insht/practice/f\\_termostres.htm#punto03](http://www.mtas.es/insht/practice/f_termostres.htm#punto03)
17. Carretero, R. M<sup>a</sup>., López, G. *Exposición a vibraciones en el lugar de trabajo*. Ed: INSHT. 1996.
18. Christopher C. Jobes, Alan G. Mayton; Evaluation of seat design relative to transmitted vehicle vibration underground mine transport vehicles.
19. Christopher S. Pan\*, Sharon S. Chiou, Hongwei Hsiao, James T. Wassell, Paul R. Keane (1999). Assessment of perceived traumatic injury hazard during drywall hanging. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25: 29-37.
20. Comisión Nacional de seguridad y salud en el trabajo, Grupo de trabajo "Construcción".
21. Construction Program. Occupational Health. Idea genial N°1: Espátula. El problema: Coger azulejos.
22. Construction Safety association of Ontario (2006); Construction Health and Safety manual.

23. Department of health and human services (2006); Preventing Worker Injuries and Deaths from mobile crane tip-over, Boom collapse, and uncontrolled hoisted loads.
24. Department of industrial relations (2004), A guide to selecting non-powered hand tools.
25. Department of Labour TE TARI MAHI (2002). The social and economic consequences of workplace injury and illness.
26. Department of labour Wellington New Zealand (1986); Code of practice for power operated elevating work platforms.
27. Enciclopedia de la OIT. Capítulo 50: Vibraciones. <http://www.mtas.es/insht/EncOIT/pdf/tomo2/50.pdf>
28. ERGA (2006), Revista Bibliográfica sobre condiciones de trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales 19(4).
29. Ernst A. P. Koningsveld (1997). History and future of ergonomics in building and construction. *Ergonomics*, 40(10):1025-1034.
30. Exposición a vibraciones mecánicas. REAL DECRETO 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. BOE núm. 265 de 5 noviembre. <http://www.mtas.es/insht/legislation/RD/vibracion.htm>
31. Federal Institute for Occupational Safety and Health ((2004). Prevención de trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo.
32. Federal transit Administration TCRP Report 25; Bus operator workstation evaluation and design guidelines.
33. Heath and safety executive (2005). Workplace transport safety.
34. HSE (2006); Using work equipment safely.
35. INSHT (2005). Encuesta de Condiciones de Trabajo 2005. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid.
36. INSL (2006); Protección de los trabajadores frente a las vibraciones mecánicas., Ficha técnica de prevención.

37. INTEL. Environment Health and safety. Construction Ergonomics.
38. International Labour Office Geneve (1992). Safety and health in construction.
39. Janet Torma-Krajewski, Lisa Steiner, Pauline Lewis, Paul Gust and Kean Johnson; Department of health and human services NIOSH; Ergonomics and mining: charting a path to safer workplace.
40. Jonathan Tyson, Designing to maximize operator visibility in LHD equipment; Ergonomics Australia.
41. José María Aizcorbe Sáez, Instituto Navarro de Salud Laboral; Seguridad en la obra civil, Operador de maquina en general.
42. José María Aizcorbe Sáez, Instituto Navarro de Salud Laboral; Seguridad en la obra civil, Albañil en general.
43. Kazys Algirdas Kamiskas (2003); The Prevention of trauma by ergonomic equipment in the construction industry; 4(7).
44. Kumar Kittusamy (2003) ;A checklist for a evaluation cab design of construction equipment; Applied Occupational and Environment Hygiene, 18: 721-723.
45. Laborers' Health & Safety Fund of North America, Washington, DC. (2002); Road Safety, A road construction industry consortium training program.
46. LACORS Promoting quality regulation (2005). Better Backs in Construction, Speaker's name.
47. Liz Ashby, Richard Parker, Brief Report COHFE (2004), farm tractors: Whole Body vibration, 2(9).
48. Liz Ashby, Richard Parker, Report COHFE (2003), Factor contributing to injury-results of case study interviews-, 4(8).
49. Liz Ashby, Richard Parker, Report COHFE (2004), Mobile machine Ergonomics, -Slips and falls while mounting and dismounting, 5(2).
50. Martin S Forde, Bryan Buchholza (2004). Content and physical ergonomic risk in construction ironwork.

51. Mason S, Pethick AJ, Simpson GC (1982), Historical Research Report. Ergonomic principles of underground locomotive design.
52. Michael Patkin; A Check-list for handle design.
53. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Instituto nacional de Seguridad e higiene en el trabajo (2006). Siniestralidad laboral periodo abril 2005 – marzo 2006.
54. N. Kumar Kittusamy (2003), Self-reported musculoskeletal symptoms among operators of heavy construction equipment.
55. N. Kumar Kittusamy, Bryan Buchholz. Whole-body vibration and postural stress among operators of construction equipment: A literature review. Spokane Research Laboratory.
56. N. Kumar Kittusamy, Ergonomic Risk Factors; A Study of Heavy earthmoving machinery operators.
58. Nancy Clark, Jonathan Dropkin, Lee Kaplan (2001); Ready Mixed Concrete Truck Drivers: Work-Related Hazards and Recommendations for controls.
58. National Education Association (2004) .Repetitive Stress Injuries Handbook.
59. National Institute for occupational safety and health (2004); Preventing Injuries when working with ride-on roller/compactors.
60. NIOSH (2004). Easy Ergonomics: A Guide to Selecting Non-Powered hand Tools, DHHS (NIOSH) Publication No 2004 - 164.
61. Occupational safety and health service, department of labour New Zealand (2002), Working on the Road, 13.
62. Occupational safety and health service, department of labour New Zealand (1995), Guidelines For the provision of facilities and general safety in the Construction Industry.
63. Occupational safety and health service, department of labour New Zealand (2001), Cranes, Includes the design, manufacture, supply, safe operation, maintenance and inspection of cranes.

64. Occupational safety and health service, department of labour New Zealand (2000), Approved code of practice for safety in Excavation and Shafts for foundations.
65. Occupational safety and health service, department of labour New Zealand (1995), Guidelines for the Prevention of falls. To meet the requirements of the Health and safety in employment Act 1992 and regulations 1995.
66. Occupational safety and health service, department of labour New Zealand (1992), Guidelines for guarding principles and general safety for machinery the Prevention of falls. To meet the requirements of the Health and safety in employment Act 1992 and regulations 1995.
67. Occupational safety and health service, department of labour New Zealand (2001), Guidelines for the safe use of Portable mechanically powered nailers and staplers.
68. Occupational safety and health service, department of labour New Zealand (1999), Operator protective structures on self-propelled mobile mechanical plant.
69. OSHA (2003). Ergonomic survival guide for sheet metal workers. <http://www.dir.ca.gov/dosh/puborder.asp>
70. Prevention Care Recovery; Workplace Safety Discounts, Self-assessment tool for road transport.
71. Queensland Government, Department of Industrial Relations (2006); Guide to safeguarding common machinery and plant. Workplace Health and Safety Queensland.
72. Ren Dong, Kristine Krajnak, Oliver Wirth, John Wu (2006), Proceedings of the first American Conference of Human Body.
73. Road Freight Transport Association of New Zealand, Getting in a out of trucks.
74. Road Freight Transport Association of New Zealand, Getting on and off trays, A road Freight transport injury prevention solution.
75. Road Freight Transport Association of New Zealand, Slips or trips on decks and trays. A road transport injury prevention solution.

76. Road Transport Forum New Zealand (2004); Guide to Health and safety in road transport.
77. Scott P. Schneider (2001). An Ergonomic Evaluation of Excavating Operations: A pilot Study. *Ergonomics* 16 (7): 723 – 726.
78. SEOPAN (2005). Informe anual sobre accidentabilidad laboral en el sector de la Construcción. Accidentabilidad 2005.
79. SEOPAN (2006); La Construcción en 2006.
80. SEOPAN Comisión de maquinaria (2005); Fichas Informativas para la prevención de riesgos en la utilización de equipos.
81. Site Safe New Zealand (1999); Construction Safety management Guide, Best practice Guidelines in the management of health and safety in construction.
82. Sten Gellerstedt (1993), A self-leveling and swiveling forestry machine cab.
83. The Center to protect workers rights (2001); Choosing Safer Hand Tools in Construction, Hazard Alert.
84. The construction chart book, the center to project worker's rights; Nonfatal injuries to the back and other body parts.
85. The Occupational and Industrial Orthopedic Center (2003). Ergonomics working for heavy and highway construction laborers. [www.OIOC.org](http://www.OIOC.org)
86. The Occupational and Industrial Orthopedic Center (2003). Ergonomics working for cement and concret construction laborers. [www.OIOC.org](http://www.OIOC.org)
87. Todd M. Ruff (2003), Evaluation of devices to prevent construction equipment backing incidents.
88. U.S Department of the interior Bureau Mines (1994). Improving safety at small underground mines. Special Publication 18-94.
89. Victorian Workcover Authority (2001); Safety by design, Eliminating manual handling injuries in road transport.

90. Victorian Workcover Authority (2004); What you need to know about....Suspended scaffolds.
91. Work Safe Alberta (2004); Workplace Health and Safety Bulletin, Selecting hand Tools.
92. Work Safe Alberta (2004); Workplace Health and Safety Bulletin; All Shook Up- Understanding Vibration.
93. Ziga Turk (2000). Construction IT: Definition, framework and research issues, ISBN 961-6167-33: 17 – 32.

## 5.2. NORMATIVA CONSULTADA

### Normativa relacionada con el diseño de vehículos

| Norma                | Título  |
|----------------------|---|
| UNE-EN ISO2860:1999  | Maquinaria para movimiento de tierras. Medidas mínimas de acceso. (ISO 2860:1992).  |
| UNE-EN ISO3411:1999  | Maquinaria para movimiento de tierras. Medidas ergonómicas de los operadores y espacio envolvente mínimo. (ISO 3411:1995).  |
| UNE 115441:2005      | Maquinaria para movimiento de tierras. Asiento del operador. Dimensiones y requisitos.  |
| UNE 115227:2006      | Maquinaria para movimiento de tierras. Mandos del operador.   |
| UNE-EN ISO3457:2004  | Maquinaria para movimiento de tierras. Resguardos. Definiciones y requisitos. (ISO 3457:2003).  |
| UNE 115226-1:1995    | Maquinaria para movimiento de tierras. Campo de visión del operador. Parte 1: método de ensayo.   |
| UNE 115226-2:1998    | Maquinaria para movimiento de tierras. Campo de visión del operador. Parte 2: Método de evaluación.   |
| UNE 115226-3:1998    | Maquinaria para movimiento de tierras. Campo de visión del operador. Parte 3: Criterios.  |
| UNE-EN ISO 6682:1995 | Maquinaria para movimiento de tierras. Zonas de comodidad y accesibilidad a los mandos. (ISO 6682:1986, incluyendo AMD 1:1989).   |
| UNE-EN 17287: 2004   | Vehículos de carretera. Aspectos ergonómicos de los sistemas de control y de información del transporte. Procedimiento para la evaluación de su utilización durante la conducción.  |
| UNE-EN 15006: 2005   | Vehículos de carretera. Aspectos ergonómicos de los sistemas de control y de información en el transporte. Especificaciones y procedimientos de conformidad relativos a la presentación de información auditiva a bordo del vehículo. |
| UNE-EN 15008:2003    | Vehículos a motor. Aspectos ergonómicos de los sistemas de información y control del transporte. Características técnicas y procedimientos de adaptabilidad para la presentación visual en el vehículo (ISO 15008:2003)               |
| UNE-EN 474-4:1996    | Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 4: Requisitos aplicables a retrocargadoras. (será anulada por PNE-prEN 474-4  |
| UNE-EN 474-3:1996    | Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 3: Requisitos para cargadoras (será anulada por PNE-prEN 474-3)   |

| Norma             | Título   |
|-------------------|--|
| UNE-EN 474-6:1997 | Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 6: Requisitos para dúmperes. (será anulada por la PNE-prEN 474-6)  |
| UNE 115422:2005   | Maquinaria para movimiento de tierras. Panel de instrumentos.  |
| UNE 115403-1:2005 | Maquinaria para movimiento de tierras. Definición de dimensiones y símbolos. Parte 1: Máquinas básicas   |
| UNE 115403-2:2005 | Maquinaria para movimiento de tierras. Definición de dimensiones y símbolos. Parte 2: Equipos y accesorios.  |
| UNE 115406-1:2005 | Maquinaria para el movimiento de tierras. Símbolos para los mandos del operador e indicadores. Parte 1: Símbolos comunes.  |
| UNE 115406-2:2005 | Maquinaria para movimiento de tierras. Símbolos para los mandos del operador e indicadores. Parte 2: Símbolos específicos de las máquinas, equipos y accesorios.                                       |
| UNE 115408:2005   | Maquinaria para movimiento de tierras. Dúmperes. Terminología y especificaciones comerciales   |
| UNE 115230-1:1999 | Maquinaria para movimiento de tierras. Condiciones ambientales en la cabina del operador. Parte 1: Definiciones y generalidades.   |
| UNE-EN 13510:2000 | Maquinaria para movimiento de tierras. Estructuras de protección contra el vuelco. Ensayos de laboratorio y requisitos de comportamiento. (ISO 3471:1994, incluida la Modificación 1:1997, modificada) |
| UNE 115225:1994   | Maquinaria para movimiento de tierras. Avisadores acústicos montados sobre la maquinaria y accionados marcha adelante y atrás. Método de ensayo acústico.  |
| UNE 115237:2004   | Maquinaria para movimiento de tierras. Dúmperes. Asiento suplementario para el instructor.   |
| UNE 115248:2006   | Maquinaria para movimiento de tierras. Manejo y mantenimiento. Guía de mantenimiento   |
| UNE 115407:2001   | Maquinaria para movimiento de tierras. Cargadoras. Terminología y especificaciones comerciales.  |
| UNE 115413:1991   | Maquinaria para movimiento de tierras. Cajas de Dúmperes. Evaluación volumétrica   |
| UNE 115446-1:2005 | Maquinaria para movimiento de tierras. Campo de visibilidad de espejos retrovisores de seguridad. Parte 1: Métodos de ensayo   |
| UNE 115449:2004   | Maquinaria para movimiento de tierras. Retrocargadoras. Terminología y especificaciones comerciales  |
| UNE-EN 15005:2003 | Vehículos de carretera. Aspectos ergonómicos de los sistemas de control y de información de transporte. Principios de gestión del diálogo y procedimientos de conformidad.                             |

## Normativa relacionada con el diseño de maquinaria

| Norma                     | Título  |
|---------------------------|---|
| UNE EN 614-2:2001         | Seguridad de las máquinas: principios de diseño ergonómico. Parte 2: Interacciones entre el diseño de las máquinas y las tareas de trabajo.   |
| UNE EN 614-1:1996         | Seguridad de las máquinas: principios de diseño ergonómico. Parte 1: Terminología y principios generales.   |
| UNE EN 894-3:2001         | Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y mandos. Parte 3: Mandos.  |
| UNE EN 13861 :2003        | Seguridad de las máquinas. Guía para la aplicación de las normas sobre ergonomía al diseño de máquinas.   |
| UNE EN 1005-1 :2002       | Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 1: Términos y definiciones.  |
| UNE EN 1005-2 :2004       | Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 2: Manejo de máquinas y de sus partes componentes.   |
| UNE EN 1005-3 :2002       | Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 3: Límites de fuerza recomendados para la utilización de máquinas.   |
| UNE EN 1005-4 :2005       | Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 4: Evaluación de las posturas y movimiento de trabajo en relación con las máquinas.  |
| UNE EN ISO 14738 :2003    | Seguridad de las máquinas. Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas.  |
| UNE EN ISO 14738/AC :2005 | Seguridad de las máquinas. Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas.  |
| UNE-EN 61310-3 :2001      | Seguridad de las máquinas. Indicación, marcado y maniobra. Parte 3: Requisitos para la ubicación y el funcionamiento de los órganos de accionamiento.   |
| UNE EN 626-2:1997         | Seguridad de las máquinas. Reducción de riesgos para la salud debido a sustancias peligrosas emitidas por las máquinas. Parte 2: Metodología para especificar los procedimientos de verificación. |
| UNE EN 1037: 1996         | Seguridad de las máquinas. Prevención de una puesta en marcha intempestiva.   |
| UNE-EN 1088:1996          | Seguridad de las máquinas. Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos. Principios para el diseño y la selección.  |
| UNE EN 61310-1 :1996      | Seguridad de las máquinas. Indicación, marcado y maniobra. Parte 1: especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles.  |

| Norma                                 | Título   |
|---------------------------------------|--|
| UNE EN 61310-2 :1997                  | Seguridad de las máquinas. Indicación, marcado y maniobra. Parte 2: especificaciones para el marcado.  |
| UNE EN 574:1997                       | Seguridad de las máquinas. Dispositivos de mando a dos manos. Aspectos funcionales. Principios para el diseño.   |
| UNE EN 547-1:1997<br>ISO 15534-1:2000 | Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 1: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para el paso de todo el cuerpo en las máquinas. (ISO 15534-1:2000. Diseño ergonómico para la seguridad de las máquinas. Parte 1: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para las aberturas de acceso del cuerpo completo a las máquinas.). |
| UNE EN 547-2:1997<br>ISO 15534-2:2000 | Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 2: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para las aberturas de acceso. (ISO 15534-2:2000. Diseño ergonómico para la seguridad de las máquinas. Parte 2: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para las aberturas de acceso).   |
| UNE EN 547-3:1997<br>ISO 15534-3:2000 | Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 3: Datos antropométricos. (ISO 15534-3:2000. Diseño ergonómico para la seguridad de las máquinas. Parte 3: datos antropométricos).   |
| UNE EN 811:1997                       | Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros inferiores.  |
| UNE EN 842: 1997                      | Seguridad de las máquinas. Señales visuales de peligro. Requisitos generales, diseño y ensayo.   |
| UNE EN 981: 1997                      | Seguridad de las máquinas. Sistemas de señales de peligro y de información auditiva y visual.  |
| UNE-EN 1050:1997                      | Seguridad de las máquinas. Principios para la evaluación del riesgo  |
| UNE-EN 1837:1999                      | Seguridad de las máquinas. Alumbrado integral de las máquinas.   |
| UNE EN 292-1:1993                     | Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología.  |
| UNE EN 292-2:1993                     | Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: principios y especificaciones técnicas.  |
| UNE EN 292-2/A1 :1996                 | Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: principios y especificaciones técnicas.  |
| UNE EN 563:1996                       | Seguridad de las máquinas. Temperaturas de las superficies accesibles. Datos ergonómicos para establecer los valores de las temperaturas límites de las superficies calientes.   |

| Norma                    | Título  |
|--------------------------|---|
| UNE EN 626-1:1995        | Seguridad de las máquinas. Reducción de riesgos para la salud debido a sustancias peligrosas emitidas por las máquinas. Parte 1: Principios y especificaciones para los fabricantes de maquinaria.                    |
| UNE EN 894-1:1997        | Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y mandos. Parte 1: Principios generales de la interacción entre el hombre y los dispositivos de información y mandos. |
| UNE EN 894-2:1997        | Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y órganos de accionamiento. Parte 2: Dispositivos de información.   |
| UNE EN 953: 1998         | Seguridad en máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.  |
| UNE EN 954-1: 1997       | Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: principios generales para el diseño.  |
| UNE-EN 7250:1998         | Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico.   |
| UNE-EN ISO 6385 :2004    | Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo.   |
| UNE-EN ISO 10075-1 :2001 | Principios ergonómicos relativos a la carga de trabajo mental. Parte 1: Términos y definiciones generales. (ISO 10075:1991)   |
| UNE-EN ISO 10075-2 :2001 | Principios ergonómicos relativos a la carga de trabajo mental. Parte 2: Principios de diseño. (ISO 10075-2:1996)  |
| UNE-EN ISO 10075-3 :2005 | Principios ergonómicos relativos a la carga de trabajo mental. Parte 3: Principios y requisitos referentes a los métodos para la medida y evaluación de la carga de trabajo mental (ISO10075-3:2004)                  |
| UNE EN 294:1993          | Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores. (EQUIV. ISO 13852)  |
| UNE EN 418:1993          | Seguridad de las máquinas. Equipos de parada de emergencia, aspectos funcionales. Principios para el diseño.  |
| UNE EN 457:1993          | Seguridad de las máquinas. Señales audibles de peligro. Requisitos generales, diseño y ensayos.   |
| UNE EN 349:1994          | Seguridad de las máquinas. Distancias mínimas para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo humano.   |
| prEN 1005-5:2003         | Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 5: Evaluación de riesgos por manejo repetitivo de alta frecuencia.   |
| ISO 8995                 | Principles of visual ergonomics. The lighting of indoor work systems.   |

| Norma                  | Título   |
|------------------------|--|
| UNE EN 12464-1         | Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: lugares de trabajo interiores.  |
| UNE-EN ISO 13407 :2000 | Procesos de diseño para sistemas interactivos centrados en el operador humano. (ISO 13407:1999).   |
| UNE-EN 60073:2005      | Principios básicos y de seguridad para interfaces hombre-máquina, el marcado y la identificación. Principios de codificación para dispositivos indicadores y actuadores. |
| EN 60447:1993          | Interfaz hombre-máquina: principios de maniobra (ratificada por AENOR en noviembre de 1995.)   |
| UNE-EN 61029-2-9:2003  | Seguridad de las máquinas herramientas eléctricas semifijas. Parte 2-9: Requisitos particulares para sierras ingletadoras  |

## 5.3. ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA | PROCEDENCIA  |
|--------|--|
| 1.     | a.- Estudio de campo<br>b.- <a href="http://www.voegele-ag.de">www.voegele-ag.de</a>   |
| 2.     | IBV a partir de los datos del Informe Anual sobre accidentabilidad laboral en el Sector de la Construcción 2005, elaborado por la Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional, SEOPAN                      |
| 3.     | IBV a partir de los datos del Informe Anual sobre accidentabilidad laboral en el Sector de la Construcción 2005, elaborado por la Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional, SEOPAN                      |
| 4.     | a y b.- Liz Ashby, Richard Parker, Report COHFE (2004), Mobile machine Ergonomics, -Slips and falls while mounting and dismounting, 5(2)   |
| 5.     | IBV a partir de los datos del Informe Anual sobre accidentabilidad laboral en el Sector de la Construcción 2005, elaborado por la Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional, SEOPAN                      |
| 6.     | IBV a partir de los datos del Informe Anual sobre accidentabilidad laboral en el Sector de la Construcción 2005, elaborado por la Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional, SEOPAN                      |
| 7.     | a, b y c.- Estudio de Campo  |
| 8.     | a: Liz Ashby, Richard Parker, Report COHFE (2004), Mobile machine Ergonomics, -Slips and falls while mounting and dismounting, 5(2)  |
| 9.     | a y b.- NUTRISET S.L. (2004). Apostamos por tu salud. CDROM. Agencia Grammer para España y Portugal.<br><a href="http://www.nutriset.com">www.nutriset.com</a> // <a href="http://www.grammer.com">www.grammer.com</a> |
| 10.    | a.- Estudio de Campo<br>b.- <a href="http://www.voegele-ag.de">www.voegele-ag.de</a>   |
| 11.    | a y b.- <a href="http://www.mercedes-benz.es">www.mercedes-benz.es</a>   |
| 12.    | IBV  |
| 13.    | a, b y c.- Estudio de Campo  |
| 14.    | Swedish University of Agricultural Sciences. (2006). European ergonomic and safety guidelines for forest machines 2006. ISBN: 91-576-6877-9.(ADAPTACIÓN IBV)   |
| 14.    | NORMA UNE 115441:2005. (ADAPTACIÓN IBV)  |
| 16.    |  |
| 17.    |  |
| 18.    |  |
| 19.    |  |
| 20.    |  |
| 21.    |  |
| 22.    | Swedish University of Agricultural Sciences. (2006). European ergonomic and safety guidelines for forest machines 2006. ISBN: 91-576-6877-9.(ADAPTACIÓN IBV)   |
| 23.    |  |
| 24.    |  |
| 25.    |  |

| FIGURA | PROCEDENCIA   |
|--------|---|
| 26     | UNE-EN ISO 6682. Maquinaria para movimiento de tierras. Zonas de comodidad y de accesibilidad a los mandos. Septiembre 1995.  |
| 27.    | IBV   |
| 28.    | UNE-EN 14738 (ADAPTACIÓN IBV)   |
| 29.    | Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV).   |
| 30.    | Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV).   |
| 31.    | UNE-EN 14738 (ADAPTACIÓN IBV)   |
| 32.    | Manual de Ergonomía Renault   |
| 33.    | Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV).   |
| 34.    | NORMA UNE-EN 894-2  |
| 35.    | Diferentes Fuentes. (ADAPTACIÓN IBV)  |
| 36.    | EASTMAN KODAK COMPANY (1983). Ergonomic design for people at work. Volume 1. Van Nostrand Reinhold, New York.   |
| 37.    | ILO. (1996). Ergonomic checkpoints. Practical and easy-to-implement solutions for improving safety, health and working conditions. International Labour Office (ILO), Geneva.   |
| 38.    | a, b y c.- Estudio de Campo   |
| 39.    | a, b y c.- Estudio de Campo   |
| 40.    | a.- <a href="http://www.pce-iberica.es">www.pce-iberica.es</a><br>b.- <a href="http://www.pce-italia.it">www.pce-italia.it</a>  |
| 41.    | Laborers' Health & Safety Fund of North America, Washington, DC. (2002); Road Safety, A road construction industry consortium training program  |
| 42.    | INSHT Calor y trabajo. Prevención de riesgos laborales debidos al estrés térmico por calor  |
| 43.    |   |
| 44.    | <a href="http://www.mtas.es/insh/ptactice/f_termostres.htm#punto03">http://www.mtas.es/insh/ptactice/f_termostres.htm#punto03</a>   |
| 45     | a.- <a href="http://www.ucdavis.edu/">www.ucdavis.edu/</a><br>b.- INSHT Calor y trabajo. Prevención de riesgos laborales debidos al estrés térmico por calor<br><a href="http://www.mtas.es/insh/ptactice/f_termostres.htm#punto03">http://www.mtas.es/insh/ptactice/f_termostres.htm#punto03</a> |
| 46     | Laborers' Health & Safety Fund of North America, Washington, DC. (2002); Road Safety, A road construction industry consortium training program  |
| 47.    | a, b, c y d.- <a href="http://www.naisa.es/index.php">www.naisa.es/index.php</a><br>e y f.- <a href="http://www.rodielepi.com">www.rodielepi.com</a>  |
| 48.    | <a href="http://www.volvoce.com">www.volvoce.com</a>  |
| 49.    | Laborers' Health & Safety Fund of North America, Washington, DC. (2002); Road Safety, A road construction industry consortium training program  |
| 50.    |   |
| 51.    | a, b y c.- Estudio de Campo   |
| 52.    | a.- <a href="http://www.ctrade.com.ar">www.ctrade.com.ar</a><br>b.- <a href="http://www.hhworkwear.net">www.hhworkwear.net</a><br>c.- OIOC (2003). Ergonomics working for Heavy and Higdway Construction Laborers   |

| FIGURA | PROCEDENCIA  |
|--------|--|
| 53.    | a.- <a href="http://www.pce-iberica.es">www.pce-iberica.es</a><br>b.- <a href="http://www.pce-italia.it">www.pce-italia.it</a>   |
| 54.    | a.- <a href="http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish">www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish</a><br>b.- <a href="http://www.comosalvarvidas.info">www.comosalvarvidas.info</a>   |
| 55.    | Laborers' Health & Safety Fund of North America, Washington, DC. (2002); Road Safety, A road construction industry consortium training program   |
| 56.    | a. - Laborers' Health & Safety Fund of North America, Washington, DC. (2002); Road Safety, A road construction industry consortium training program<br>b. y c.- <a href="http://www.vestuariodetrabajo.com/">www.vestuariodetrabajo.com/</a><br>d, e, f y g.- <a href="http://www.rodielepi.com">www.rodielepi.com</a>   |
| 57.    | a y b.- <a href="http://www.mercedes-benz.es">www.mercedes-benz.es</a>   |
| 58.    | INSHT (2005). Encuesta de Condiciones de Trabajo 2005. Instituto Nacional de   |
| 59.    | Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid. <a href="http://www.tecnomarket.it">www.tecnomarket.it</a>  |
| 60.    | a.- Estudio de campo<br>b. - OIOC (2003). Ergonomics working for Cement and Concrete Construction Laborers.<br>c.- <a href="http://www.cadena88.com/6maquinaria/taladro/index.html">http://www.cadena88.com/6maquinaria/taladro/index.html</a><br>d. <a href="http://www.worksafebc.com/publications/health_and_safety/bulletins/constructive_ideas/assets/pdf/ci0620.pdf">http://www.worksafebc.com/publications/health_and_safety/bulletins/constructive_ideas/assets/pdf/ci0620.pdf</a><br>e. - ILO. (1996). Ergonomic checkpoints. Practical and easy-to-implement solutions for improving safety, health and working conditions. International Labour Office (ILO), Geneva.<br>f.- <a href="http://www.constructioncomplete.com">www.constructioncomplete.com</a> |
| 61.    | <a href="http://www.miwian.nl">www.miwian.nl</a>   |
| 62.    | <a href="http://www.carenewengland.org">www.carenewengland.org</a>   |
| 63.    | NUTRISET S.L. (2004). Apostamos por tu salud. CDROM. Agencia Grammer para España y Portugal.   |
| 64.    | <a href="http://www.nutriset.com">www.nutriset.com</a> // <a href="http://www.grammer.com">www.grammer.com</a>   |
| 65.    |  |
| 66.    | a.- <a href="http://www.alimed.com/">www.alimed.com/</a><br>b y c.- <a href="http://www.treballo.com">www.treballo.com</a> // <a href="http://www.rodielepi.com">www.rodielepi.com</a>   |
| 67.    | a.- <a href="http://www.mercedes-benz.es">www.mercedes-benz.es</a><br>b.- <a href="http://www.mzimer.com">www.mzimer.com</a>   |
| 68.    | a, b y d.- Estudio de campo<br>c.- <a href="http://www.logisblog.com/cin.jpg">www.logisblog.com/cin.jpg</a> (imágenes google)  |
| 69.    | a.- Estudio de campo<br>b.- <a href="http://www.mercedes-benz.es">www.mercedes-benz.es</a>   |
| 70.    | Road Freight Transport Association of New Zealand. Getting in a out of trucks.   |
| 71.    | a.- Estudio de campo<br>b.- <a href="http://www.euroloc.es">www.euroloc.es</a>   |
| 72.    | a, b, c y d.- Estudio de campo   |
| 73.    | Estudio de campo   |

| FIGURA | PROCEDENCIA  |
|--------|--|
| 74.    | a y b.- Estudio de campo   |
| 75.    | www.iveco.es   |
| 76.    | a, b y c.- Estudio de campo  |
| 77.    | www.mercedes-benz.es   |
| 78.    | Estudio de campo   |
| 79.    | Estudio de campo   |
| 80.    | Estudio de campo   |
| 81.    | Estudio de campo   |
| 82.    | Estudio de campo   |
| 83.    | a y b.- www.mercedes-benz.es   |
| 84.    | Road Freight Transport Association of New Zealand. Getting in a out of trucks.   |
| 85.    | a: www.mzimer.com<br>b: www.volvoce.com  |
| 86.    | a: www.lemaitre.es<br>b.- www.seton.es<br>c.- www.calzadoslokus.cl   |
| 87.    | a.- www.mercedes-benz.es<br>b.- www.iveco.es   |
| 88.    | www.mercedes-benz.es   |
| 89.    | a, b, c, d, e.- www.obusforme.com/   |
| 90.    | www.mercedes-benz.es   |
| 91.    | a.- www.chricer.com.ar<br>b.- www.faru.es  |
| 92.    | www.mercedes-benz.es   |
| 93.    | www.mercedes-benz.es   |
| 94.    | a, b, c, y d.- www.logismarket.es // www.proteccionintegral.com<br>e.- www.rodielepi.com<br>f.- www.rodielepi.com<br>g y h.- www.alimed.com<br>i.- www.treballo.com // www.rodielepi.com |
| 95.    | www.piquersa.es  |
| 96.    | www.baryval.es   |
| 97.    | a.-www.lebrero.com<br>b.-www.dynapac.com   |
| 98.    | a.- www.bomag.com<br>b.-Estudio de campo<br>c.- www.bomag.com  |

| FIGURA | PROCEDENCIA  |
|--------|--|
| 99.    | Estudio de campo   |
| 100.   | Estudio de campo   |
| 101.   | Estudio de campo   |
| 102.   | a- Estudio de campo  |
|        | b.-www.lebrero.com   |
| 103.   | a.- Estudio de campo   |
|        | b.- FAUS., J.L.(1997). Hacia un diseño más ergonómico. Presentación Power Point. |
| 104.   | Estudio de campo   |
| 105.   | FAUS., J.L.(1997). Hacia un diseño más ergonómico. Presentación Power Point.     |
| 106.   | Estudio de campo   |
| 107.   | Estudio de campo   |
| 108.   | Estudio de campo   |
| 109.   | a, b.- www.dynapac.com<br>c, d.- Estudio de campo                                |
| 110.   | Estudio de campo   |
| 111.   | a, b.- Estudio de campo<br>c.- www.bomag.com                                     |
| 112.   | www.dynapac.com  |
| 113.   | a.- www.lemaitre.es<br>b.- www.seton.es  |
|        | c.- www.vestuariodetrabajo.com   |
| 114.   | a.- espana.cat.com/cda/jsp<br>b, c.- www.dynapac.com                             |
| 115.   | a, b, c, d y e.- www.obusforme.com/<br>g.- www.elcompas.com                      |
| 116.   | www.lebrero.com  |
| 117.   | www.volvoce.com  |
| 118.   | www.alimed.com   |
| 119.   | www.dynapac.com  |

| FIGURA | PROCEDENCIA  |
|--------|--|
| 120.   | <a href="http://www.dynapac.com">www.dynapac.com</a>   |
| 121.   | <a href="http://espana.cat.com/cda/jsp">espana.cat.com/cda/jsp</a>   |
| 122.   | Estudio de campo   |
| 123.   | Estudio de campo   |
| 124.   | Estudio de campo   |
| 125.   | Estudio de campo   |
| 126.   | Estudio de campo   |
| 127.   | Estudio de campo   |
| 128.   | a.- Estudio de campo<br>b, c.- <a href="http://www.voegele-ag.de">www.voegele-ag.de</a>  |
| 129.   | <a href="http://www.comaudi.com">www.comaudi.com</a>   |
| 130.   | a.- <a href="http://www.grammer.com">www.grammer.com</a><br>b.- <a href="http://www.alimed.com">www.alimed.com</a>   |
| 131.   | <a href="http://www.voegele-ag.de">www.voegele-ag.de</a>   |
| 132.   | <a href="http://www.voegele-ag.de">www.voegele-ag.de</a>   |
| 133.   | IBV adaptaciones de figuras procedentes de <a href="http://www.motus.mb.ca">www.motus.mb.ca</a>  |
| 134.   | <a href="http://www.ausa.com">www.ausa.com</a>   |
| 135.   | <a href="http://www.newholland.com.mx">www.newholland.com.mx</a>   |
| 136.   | Estudio de campo   |
| 137.   | Road Freight Transport Association of New Zealand. Getting in a out of trucks.   |
| 138.   | a.-Estudio de campo<br>b.- <a href="http://www.volvoce.com">www.volvoce.com</a>  |
| 139.   | Estudio de campo   |
| 140.   | a, b.- Estudio de campo<br>c.- <a href="http://www.volvoce.com">www.volvoce.com</a> // <a href="http://www.mercedes-benz.es">www.mercedes-benz.es</a>  |
| 141.   | Road Freight Transport Association of New Zealand. Getting in a out of trucks.   |
| 142.   | a.- <a href="http://www.jhayber.es/">www.jhayber.es/</a><br>b.- <a href="http://www.calzadoslokus.cl">www.calzadoslokus.cl</a><br>c.- <a href="http://www.lemaitre.es">www.lemaitre.es</a><br>d.- <a href="http://www.portaldelaindustria.com.ar">www.portaldelaindustria.com.ar</a> |

| FIGURA | PROCEDENCIA  |
|--------|--|
| 143.   | <a href="http://www.obusforme.com/">www.obusforme.com/</a>   |
| 144.   | <a href="http://www.tuningpedia.org">www.tuningpedia.org</a>   |
| 145.   | <a href="http://www.obusforme.com/">www.obusforme.com/</a>   |
| 146.   | <a href="http://www.volvoce.com">http://www.volvoce.com</a>  |
| 147.   | a.- <a href="http://www.chricer.com.ar">www.chricer.com.ar</a><br>b.- <a href="http://www.faru.es">www.faru.es</a>   |
| 148.   | <a href="http://www.volvoce.com">www.volvoce.com</a>   |
| 149.   | <a href="http://www.rodielepi.com">www.rodielepi.com</a>   |
| 150.   | <a href="http://www.liebherr.com">http://www.liebherr.com</a>  |
| 151.   | Estudio de campo   |
| 152.   | Estudio de campo   |
| 153.   | Estudio de campo   |
| 154.   | Estudio de campo   |
| 155.   | Estudio de campo   |
| 156.   | Estudio de campo   |
| 157.   | <a href="http://www.jhayber.es/">www.jhayber.es/</a>   |
| 158.   | <a href="http://www.obusforme.com/">www.obusforme.com/</a>   |
| 159.   | <a href="http://www.obusforme.com/">www.obusforme.com/</a>   |
| 160.   | a.- <a href="http://www.comaudi.com">www.comaudi.com</a><br>b.- Estudio de campo<br>c.- <a href="http://www.asepal.es">www.asepal.es</a>                   |
| 161.   | a.- <a href="http://www.alimed.com">www.alimed.com</a><br>b.- <a href="http://www.rodielepi.com">www.rodielepi.com</a>                                     |
| 162.   | a, b.- <a href="http://www.ctrade.com.ar">www.ctrade.com.ar</a><br>c, d, e, f.- <a href="http://www.vestuariodetrabajo.com">www.vestuariodetrabajo.com</a> |

| FIGURA | PROCEDENCIA  |
|--------|--|
| 163.   | Estudio de campo   |
| 164.   | <a href="http://www.haulotte.es">www.haulotte.es</a>   |
| 165.   | Estudio de campo   |
| 166.   | <a href="http://www.socaflex.be">www.socaflex.be</a>   |
| 167.   | Estudio de campo   |
| 168.   | Estudio de campo   |
| 169.   | <a href="http://www.matilsa.es">www.matilsa.es</a>   |
| 170.   | Estudio de campo   |
| 171.   | <a href="http://www.rodielepi.com">www.rodielepi.com</a>   |
| 172.   | <a href="http://www.alimed.com">www.alimed.com</a>   |
| 173.   | a, b.- <a href="http://www.logismarket.es">www.logismarket.es</a><br>c.- <a href="http://www.proteccionintegral.com">www.proteccionintegral.com</a>          |
| 174.   | <a href="http://www.umesa.com">www.umesa.com</a>   |
| 175.   | <a href="http://www.umesa.com">www.umesa.com</a>   |
| 176.   | <a href="http://www.umesa.com">www.umesa.com</a>   |
| 177.   | a.- <a href="http://www.gruasrubiopubill.com">www.gruasrubiopubill.com</a><br>b.- <a href="http://www.ideconsa.com">www.ideconsa.com</a>                     |
| 178.   | Estudio de campo   |
| 179.   | Estudio de campo   |
| 180.   | Road Freight Transport Association of New Zealand. Getting in a out of trucks.   |
| 181.   | Estudio de campo   |
| 182.   | Estudio de campo   |
| 183.   | a.- <a href="http://www.renault-trucks.es">www.renault-trucks.es</a><br>b, c, d.- Estudio de campo   |
| 184.   | <a href="http://www.renault-trucks.es">www.renault-trucks.es</a>   |
| 185.   | a.- <a href="http://www.portaldelaindustria.com.ar">www.portaldelaindustria.com.ar</a><br>b.- <a href="http://www.calzadoslokus.cl">www.calzadoslokus.cl</a> |

| FIGURA | PROCEDENCIA  |
|--------|--|
| 186.   | Road Freight Transport Association of New Zealand. Getting in a out of trucks.   |
| 187.   | <a href="http://www.renault-trucks.es">www.renault-trucks.es</a>   |
| 188.   | <a href="http://www.renault-trucks.es">www.renault-trucks.es</a>   |
| 189.   | a, b, c.- <a href="http://www.rodielepi.com">www.rodielepi.com</a>   |
| 190.   | Estudio de campo   |
| 191.   | Estudio de campo   |
| 192.   | a.- <a href="http://espana.cat.com/cda/jsp">espana.cat.com/cda/jsp</a><br>b.- <a href="http://www.volvoce.com">www.volvoce.com</a>   |
| 193.   | Estudio de campo   |
| 194.   | a.- Estudio de campo<br>b.- Liz Ashby, Richard Parker, Report COHFE (2004), Mobile machine Ergonomics, -<br>Slips and falls while mounting and dismounting, 5(2).                                |
| 195.   | Estudio de campo   |
| 196.   | Estudio de campo   |
| 197.   | Estudio de campo   |
| 198.   | Estudio de campo   |
| 199.   | a.- <a href="http://www.lemaitre.es">www.lemaitre.es</a><br>b.- <a href="http://www.seton.es">www.seton.es</a><br>c.- <a href="http://www.vestuariodetrabajo.com">www.vestuariodetrabajo.com</a> |
| 200.   | a.- <a href="http://www.volvoce.com">www.volvoce.com</a><br>b.- <a href="http://www.mercedes-benz.es">www.mercedes-benz.es</a>   |
| 201.   | a.- <a href="http://www.hitachi-c-m.com/">http://www.hitachi-c-m.com/</a><br>b.- <a href="http://www.volvoce.com">www.volvoce.com</a>  |
| 202.   | <a href="http://www.obusforme.com/">www.obusforme.com/</a>   |
| 203.   | <a href="http://www.volvoce.com">www.volvoce.com</a>   |
| 204.   | <a href="http://www.volvoce.com">www.volvoce.com</a>   |
| 205.   | <a href="http://www.alimed.com">www.alimed.com</a>   |
| 206.   | <a href="http://www.comaudi.com">www.comaudi.com</a>   |
| 207.   | <a href="http://www.hitachi-c-m.com/">http://www.hitachi-c-m.com/</a>  |
| 208.   | <a href="http://www.newholland.com">www.newholland.com</a>   |
| 209.   | <a href="http://www.deere.com">www.deere.com</a>   |

| FIGURA | PROCEDENCIA  |
|--------|--|
| 210.   | Liz Ashby, Richard Parker, Report COHFE (2004), Mobile machine Ergonomics, -Slips and falls while mounting and dismounting, 5(2).  |
| 211.   | Liz Ashby, Richard Parker, Report COHFE (2004), Mobile machine Ergonomics, -Slips and falls while mounting and dismounting, 5(2).  |
| 212.   | www.nutriset.com //www.grammer.com<br>c, d.- Estudio de campo  |
| 213.   | NUTRISET S.L. (2004). Apostamos por tu salud. CDROM. Agencia Grammer para España y Portugal.<br>www.nutriset.com //www.grammer.com |
| 214.   | a.- www.newholland.com<br>b.- FAUS., J.L.(1997). Hacia un diseño más ergonómico. Presentación Power Point.                         |
| 215.   | www.obusforme.com/   |
| 216.   | NUTRISET S.L. (2004). Apostamos por tu salud. CDROM. Agencia Grammer para España y Portugal.<br>www.nutriset.com //www.grammer.com |
| 217.   | a. - OIOC (2003). Ergonomics working for Heavy and Higdway Construction Laborers<br>b.- www.alimed.com                             |
| 218.   | www.deere.com  |
| 219.   | a.- www.lebrero.es<br>b.- www.imcoinsa.es  |
| 220.   | www.lebrero.es   |
| 221.   | Estudio de campo   |
| 222.   | a, b.- Estudio de campo<br>c.- www.constructioncomplete.com  |
| 223.   | www.lebrero.com  |
| 224.   | www.lebrero.com  |
| 225.   | a, b, d.- www.logismarket.es<br>c.- www.proteccionintegral.com   |
| 226.   | a.- www.rodielepi.com<br>b.- www.logismarket.es  |

## 5.3. ÍNDICE DE TABLAS

| TABLA | TÍTULO Y PROCEDENCIA  |
|-------|---|
| 1.    | Tabla 1: Distribución de accidentes según gravedad en el sector de la construcción.<br>Informe Anual sobre accidentabilidad laboral en el Sector de la Construcción 2005, elaborado por la Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional, SEOPAN. |
| 2.    | Tabla 2: Accidentes por tipología de obra en el sector de la construcción 2005.<br>Informe Anual sobre accidentabilidad laboral en el Sector de la Construcción 2005, elaborado por la Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional, SEOPAN      |
| 3.    | Tabla 3: Accidentes en el subsector obra civil por tipología de obras.<br>Informe Anual sobre accidentabilidad laboral en el Sector de la Construcción 2005, elaborado por la Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional, SEOPAN               |
| 4.    | Tabla 4: Maquinaria seleccionada.<br>IBV  |
| 5.    | Tabla 5: Bloques temáticos de las Listas de Verificación.<br>IBV  |
| 6.    | Tabla 6: Resumen de los efectos de las vibraciones en función de su frecuencia<br>CORTÉS DÍAZ, J. M <sup>º</sup> . Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales. Ed: Tebar. 2004.  |



## Agradecimientos

### A los asistentes a los grupos de discusión:

Juan Luis Faus Asensio

José Lliso Burriel

Francisco Lucha Lucha

Juan Francisco Peña Serna

Inmaculada Ramiro Izquierdo

M<sup>a</sup> José Sanmartín Menargues

José Manuel Vázquez García

Juan Carlos Velázquez Palacios

### A las empresas visitadas

