



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

TRABAJO DE FIN DE MASTER

RIESGOS EN UNA EMPRESA DE  
FABRICACIÓN DE ENCIMERAS DE  
PIEDRA

MÁSTER EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

2015/2016

**AUTOR:** JUAN ANTONIO ALCAIDE NADALES  
**TUTOR:** TESIFÓN PARRÓN CARREÑO  
**COTUTORES:** MANUEL GÁMEZ OREA  
MIGUEL ÁNGEL MAÑAS RODRÍGUEZ

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO. ....	3
Descripción del sector y su evolución.....	3
Datos de la empresa. ....	4
Instalaciones y ubicación. ....	4
Maquinaria, herramienta y vehículos.....	5
Organización de la prevención en la empresa.....	6
Ciclo de producción. ....	6
Puestos de trabajo y tareas. ....	7
Comercial.....	7
Administrativo. ....	8
Empleado en taller. ....	8
Montador.....	8
Trabajadores.....	9
3. SEGURIDAD LABORAL. ....	10
Introducción. ....	10
La especialidad Seguridad Laboral.....	10
Riesgos típicos del taller. ....	11
Metodología. ....	11
1. Clasificación de las actividades de trabajo .....	12
2. Análisis de riesgos .....	12
3. Valoración de riesgos.....	13
4. Plan de control. ....	14
5. Revisión del plan.....	15
Resultados. ....	16
Acciones preventivas a tomar. ....	25
Puesto de trabajo: Comercial. ....	25
Puesto de trabajo: Administrativo. ....	27
Puesto de trabajo: Empleado de taller. ....	28
Puesto de trabajo: Montador de Cocinas. ....	31
Medidas preventivas transversales: .....	34
4. ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA .....	35
Introducción. ....	35
¿Qué es la manipulación manual de cargas? .....	36

Efectos de la manipulación manual de cargas sobre la salud. ....	36
La manipulación manual de cargas en la empresa estudiada. ....	37
El problema de la carencia de ayudas mecánicas en la instalación de encimeras. ....	38
Metodología. ....	39
Resultados. ....	47
Conclusiones. ....	53
Medidas preventivas.....	54
<b>5. HIGIENE INDUSTRIAL. ....</b>	<b>55</b>
Introducción. ....	55
La Higiene Industrial. ....	55
Enfermedad profesional.....	55
Ramas de la higiene. ....	56
Valores de Referencia. ....	56
Riesgos higiénicos en la empresa.....	57
Polvo de sílice. Silicosis. ....	57
¿Qué es la sílice? ....	57
Sílice cristalina respirable.....	58
Aglomerados de cuarzo. ....	58
Efectos del polvo de sílice sobre la salud. ....	59
Metodología de evaluación de la exposición a la sílice respirable. ....	60
Fundamento del método analítico.....	61
Equipo y material necesario.....	61
Condiciones de muestreo.....	62
Procedimiento de muestreo.....	63
Número de muestras y duración, número de trabajadores. Tipos de procedimientos de muestreo. ....	65
Sistema de decisión a partir de un pequeño número de muestras inicial....	66
Transporte y almacenamiento de las muestras. ....	69
Instrumentos usados.....	69
Resultados. ....	71
Conclusiones. ....	80
Medidas preventivas.....	80
Medidas preventivas en el taller. ....	80
Medidas preventivas para el trabajo de instalación. ....	81
Medidas higiénicas personales. ....	82

Información y formación.....	82
Vigilancia de la salud.....	82
6. BIBLIOGRAFÍA.....	83
7. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA .....	84
8. ANEXOS.....	86
Imágenes de maquinaria.....	86
Fichas técnicas de maquinaria.....	89
NTP 890.....	92

## **1. INTRODUCCIÓN.**

La preocupación por parte de los legisladores por los accidentes laborales y las enfermedades profesionales, y en definitiva el trabajo en condiciones seguras, ha ido en aumento en las últimas décadas. La ingente cantidad de normativas, leyes y reales decretos que han ido surgiendo a partir de la emisión en el año 1995 de la *Ley de Prevención de Riesgos Laborales* (ley que sirve como pilar maestro para el resto de normativas), así lo demuestra.

La propia *Constitución Española* en su artículo 40.2, ya exigía a los poderes públicos que velen por la seguridad y la higiene en el trabajo.<sup>1</sup> Por tanto, trabajar en condiciones seguras es uno de los derechos primarios que todo ciudadano posee, y es comprensible la exigencia por parte de la administración para garantizar que la prevención de riesgos laborales sea una realidad integrada en cada empresa y en cada puesto de trabajo.

Así lo indica la *Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales* en su artículo 14, estableciendo por un lado que los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo; y por otro, que el empresario tiene el deber de proteger y garantizar la seguridad y salud de sus trabajadores mediante la integración plena de la prevención en la empresa y la adopción de cuantas medidas sean necesarias.<sup>2</sup> El artículo 16 de la misma ley establece que la integración de la prevención de riesgos laborales en el sistema general de gestión de la empresa, y en cada una de sus actividades y niveles jerárquicos; deberá realizarse por medio de la implantación y aplicación de un Plan de prevención.<sup>3</sup>

El *Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención*, detalla la definición del Plan de prevención de riesgos laborales como “la herramienta a través de la cual se integra la actividad preventiva de la empresa en su sistema general de gestión y se establece su política de prevención de riesgos laborales”. Añade que los instrumentos esenciales para la gestión y aplicación del Plan de prevención son la evaluación de riesgos y la planificación de la acción preventiva.<sup>4</sup>

En este trabajo de fin de master, que pretende abordar riesgos encuadrados en tres de las especialidades en las cuales queda dividida la Prevención de Riesgos Laborales (concretamente Seguridad Laboral, Higiene industrial, y Ergonomía y psicología) realizaremos primeramente una evaluación de riesgos que reflejará los riesgos apreciables en el ámbito de la Seguridad Laboral y de las demás especialidades, en la que, tal como define el artículo 3 del *Real Decreto 39/1997*, estimaremos la magnitud de los riesgos no evitados y obtendremos información acerca de la necesidad de recomendar medidas preventivas y qué tipo de medidas, si las hubiese.<sup>5</sup>

Seguidamente, analizaremos los riesgos propios del manejo de cargas pesadas, dentro de la especialidad de ergonomía y psicología.

Y para finalizar, en el ámbito de la Higiene Industrial, analizaremos los riesgos relacionados con la exposición al polvo de sílice, presente en los aglomerados de cuarzo con los que esta empresa trabaja, quedando de esta forma abarcadas las tres especialidades requeridas.

---

<sup>1</sup> Constitución Española. Artículo 40.2.

<sup>2</sup> Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales. Artículo 14.

<sup>3</sup> Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales. Artículo 16.

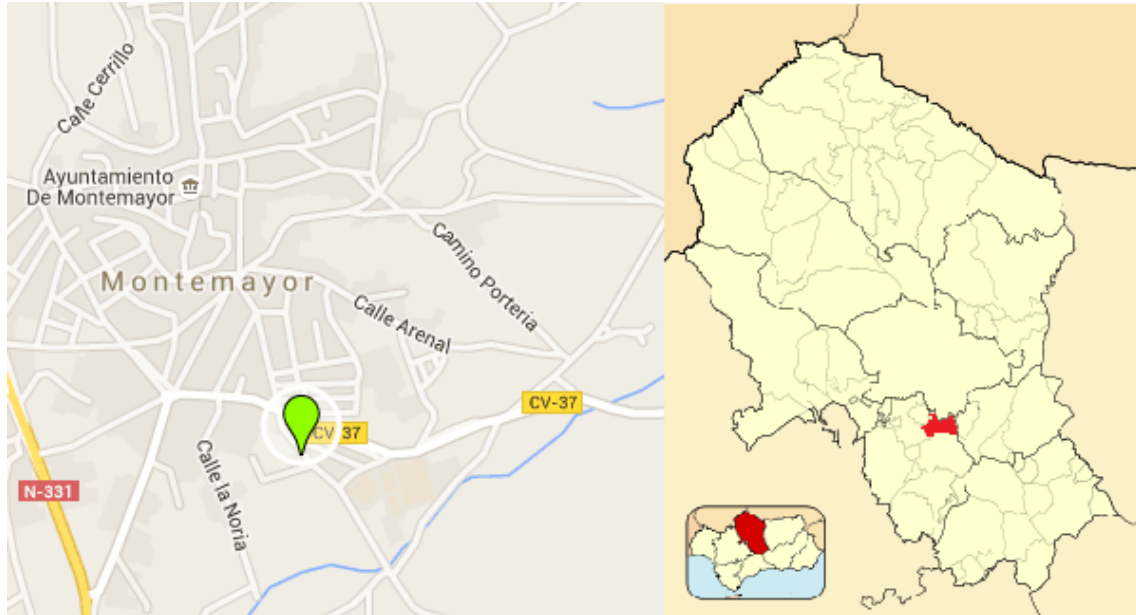
<sup>4</sup> Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Artículo 2.

<sup>5</sup> Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Artículo 3.

## **2. EMPRESA OBJETO DE ESTUDIO.**

La empresa objeto de esta evaluación de riesgos, “Mármoles Cordobeses S.L” es una Sociedad Limitada dedicada a la fabricación e instalación de encimeras de mármol, granito y conglomerados artificiales de cuarzo.

Fue fundada en el año 2003 por dos trabajadores, y establecida en una nave industrial situada en la calle Cooperativas del municipio Montemayor, en la provincia de Córdoba.



*Ilustración 1. A la derecha, Montemayor en mapa de la provincia de Córdoba. A la izquierda, situación de las instalaciones en mapa de Montemayor.*

### ***Descripción del sector y su evolución.***

El sector de la piedra natural es un sector tradicional en España, a la vez que ocupa una posición destacada a nivel mundial, aunque en los últimos años se ha visto afectado por el brusco ajuste sufrido por la construcción. En 2009, España ocupaba la séptima posición como productor mundial de piedra natural en bruto, tras China, India, Turquía, Irán, Italia y Brasil. Dentro de la UE, España es el segundo país productor, tras Italia, contando con algo más de 5.000 empresas, unas 4.000 dedicadas al corte, tallado y acabado de la piedra, y otras 1.000 dedicadas a la extracción de piedra ornamental y para la construcción.<sup>1</sup>

El sector está compuesto por empresas dedicadas a la extracción, y empresas dedicadas a la transformación y distribución. Andalucía es la CC.AA. con un mayor número de industrias dedicadas a la piedra natural, contando a 1 de enero de 2012 con 941 empresas en la rama de corte, tallado y acabado de la piedra (23% del total nacional) y 399 de la rama extractiva. No obstante, el número de empresas de este sector ha disminuido en comparación con el año 2008 un 17,4%.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Diagnóstico del sector del mármol de Macael – Junta de Andalucía. Año 2013.

<sup>2</sup> Diagnóstico del sector del mármol de Macael – Junta de Andalucía. Año 2013

Por otra parte, y en un contexto como el actual, el sector exterior está logrando contrarrestar, al menos en parte, el intenso retroceso de la demanda interior. La evolución tecnológica que ha sufrido el sector en las últimas décadas ha llevado a unos niveles de calidad y producción que invitan a competir en los mercados internacionales, en los que se ha alcanzado un alto grado de penetración.<sup>3</sup> De hecho, el valor de las exportaciones españolas de piedra natural (mármol, pizarra y granito) ha crecido en 2012 por tercer año consecutivo, hasta los 879,6 millones de euros, tras registrar en 2008 y 2009 descensos superiores al 10%. Aun así, el valor de estas exportaciones es sólo ligeramente superior al de principios de la pasada década (852,4 millones en el año 2000). En cuanto al volumen exportado, se observa una trayectoria similar, aunque las ventas (2.748,8 miles de toneladas en 2012) superan en casi un 40% a las exportaciones del año 2000 (1.976,5 miles de toneladas). Este diferente crecimiento en términos de valor y volumen no hace sino reflejar una caída en los precios de exportación a lo largo de los últimos años.<sup>4</sup>

Por lo tanto, nos encontramos con un sector que, pese a estar sufriendo las consecuencias de la grave crisis económica, está manteniendo su competitividad dada la calidad del producto gracias al comercio exterior.

#### ***Datos de la empresa.***

- Nombre: Mármoles Cordobeses SL.
- Año de fundación: 2003.
- Ubicación: Polígono industrial de Montemayor. Calle Cooperativas.
- Sector y actividad: Sector de la piedra natural. Actividad: Fabricación y distribución de encimeras de cocina en piedra natural y conglomerados de cuarzo.
- Número de trabajadores: Los dos socios fundadores y ocho trabajadores contratados.

#### ***Instalaciones y ubicación.***

Las instalaciones de la empresa están contenidas en una parcela ubicada en el polígono industrial de la población de Montemayor (Córdoba). El perímetro de la misma está vallado y dispone de una puerta corredera de 5 metros que proporciona un excelente acceso a las instalaciones. La parcela tiene 600 m<sup>2</sup>, de los cuales 300 pertenecen a una explanada y 300 son dedicados a una nave industrial.

La explanada sirve, por un lado como aparcamiento para los trabajadores, y además, proporciona un espacio de desahogo en el que la empresa coloca los contenedores para el escombros que posteriormente será recogido. Además, en la parte trasera está colocada la tolva que recoge el polvo procedente de la decantación del agua del sistema húmedo de las máquinas. Este polvo es recogido por una empresa especializada.

La nave industrial tiene unas dimensiones de 15 x 20 metros, resultando una superficie de 300 m<sup>2</sup>. Tiene una altura de XX metros y dispone de una cubierta a dos aguas. La nave dispone de 8 ventanas de 2 x 1 en su perímetro, a una altura de 5 metros. El cerramiento

---

<sup>3</sup> Dos décadas de expansión en el sector español del mármol – Anselmo Carretero Gómez. Universidad de Almería.

<sup>4</sup> Diagnóstico del sector del mármol de Macael – Junta de Andalucía. Año 2013.



está constituido por paneles de hormigón prefabricado. Dispone de una puerta abatible de 5 x 5 metros. Dentro de la nave industrial, el espacio se reparte entre cuatro zonas diferenciadas y separadas físicamente mediante tabiques: la oficina, los aseos, el almacén, y la zona de taller.

La oficina tiene una superficie de 12 m<sup>2</sup>, y dispone de un ventanal practicable de 3x1 metros y una puerta con cristal que da acceso desde la zona de taller. Dentro se realizan labores de administración, por lo que encontramos un mobiliario y distribución típica de un pequeño despacho: escritorio con ordenador, teléfono, impresora y fax, silla para el administrativo y una silla para el cliente. Posee un climatizador de la marca LG.

Los aseos tienen una superficie de 20 m<sup>2</sup>. Disponen de lavabo, aseo y ducha.

El almacén tiene una superficie de 25 m<sup>2</sup> y sirve como depósito de los útiles necesarios tanto para la fabricación en el taller como para el montaje de las encimeras. Entre otros, alberga recambios para las máquinas de corte y pulido, disolventes y otros líquidos abrillantadores, rollos de tela que sirven de trapos, pegamentos y masillas, etc.

Por último, la zona de taller abarca el resto de superficie disponible en la nave industrial. Esta zona es la más importante para el ciclo de producción ya que es donde se realiza la fabricación de las encimeras, y por tanto, es donde se instalan las máquinas de corte. También en esta zona son almacenados los tableros de piedra que sirven como materia prima, además de albergar la mayor parte de la maquinaria así como el puente grúa y demás medios mecánicos de apoyo para el movimiento de cargas.

#### ***Maquinaria, herramienta y vehículos.***

- Coche:
  - Peugeot 207 “confort” (año 2006). 1.4 HDI 70 cV. 5 plazas/5 puertas.
    - Equipamiento: Airbags, ABS y ESP. ITV en vigor y mantenimientos regulares en taller especializado.
- Furgonetas. Todas las furgonetas son de tres plazas con compartimento trasero de carga adaptado con caballetes para llevar el producto fabricado:
  - Mercedes Vito 111 CDI 109 cV (año 2006).
    - Equipamiento: Airbags, ABS y ESP. ITV en vigor y mantenimientos regulares en taller especializado.
  - Renault Traffic 1.9DCI 125 cV (año 2014).
    - Equipamiento: Airbags, ABS y ESP. Mantenimientos regulares en taller especializado.
- Máquinas del área de taller: Todas disponen de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones en castellano.
  - Cortadora de puente con carro abatible.
    - Marca CANIGO
    - Modelo HTO-1/B.
    - Potencia total: 19.000 W.
    - Disco de 350 a 625 mm.
  - Máquina pulidora de cantos.
    - Omega 10C.
  - Cortina de agua.

- CINQUEEMME.
- Puente grúa monorraíl.
  - Marca: GH.
  - Capacidad: 5 toneladas.
- Lijadora neumática:
  - Marca BOSCH.
  - Sistema de lijado en húmedo.
- Cortadora de fregaderos con sistema húmedo.
- Equipamiento en la oficina:
  - Ordenador equipado con impresora y escáner.
  - Silla ergonómica con reposapiés.
  - Climatizador: LG.
- Herramienta portátil:
  - Radial
  - Lijadora.
  - Pistola de silicona.
  - Espátulas.
  - Disolvente.
  - Masilla pegadora y tintes.

En el anexo I se exponen algunas fotografías de la maquinaria, vehículos y herramienta mencionados.

#### ***Organización de la prevención en la empresa.***

La modalidad de organización de la prevención elegida en la empresa ha sido el servicio de prevención ajeno.

El empresario no podría optar a la asunción personal de la prevención en esta empresa independientemente de los trabajadores, por estar su actividad incluida en el anexo I del Reglamento de los Servicios de Prevención (Trabajos que produzcan concentraciones elevadas de polvo silíceo), artículo 11.1.b.<sup>5</sup>

#### ***Ciclo de producción.***

La empresa trabaja en asociación con tiendas de mobiliario de cocina que hacen de nexo entre el cliente final y la empresa marmolista. Por otra parte, también atienden pedidos directos de clientes particulares. El ámbito comercial suelen ser las provincias de Sevilla y Córdoba, aunque también aparecen clientes puntuales en Málaga o incluso Madrid.

Una vez recibido el pedido, el comercial se desplaza al domicilio del cliente para efectuar las mediciones que deben plasmarse en las dimensiones de la encimera a fabricar.

Tras esto, piden los tableros apropiados (tipo y dimensión) al distribuidor, y al recibirlos se puede comenzar la fase de fabricación de la encimera en el taller, que consiste en el corte de los tableros con las dimensiones adecuadas, el pulido y aclimatación de la superficie, fabricación del canto y encaje del mismo, y la fabricación de las superficies

---

<sup>5</sup> Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

acesorias como rodapiés (colocados entre los armarios y el suelo) o plintos (que proporcionan un adorno ornamental entre el final de la encimera y la pared).

Una vez terminada la encimera y sus accesorios, se almacena adecuadamente a la espera de ser enviada para montaje. La fase de montaje comienza con la carga de las piezas acabadas en las furgonetas, que llevan acopladas un caballete en su interior para facilitar su almacenaje. Después, el equipo montador, (compuesto por dos montadores) se desplaza al domicilio del cliente en la fecha y hora acordadas y realizan la instalación de la misma.

Posteriormente, y tras recibir la aprobación del cliente, se realiza el cobro del servicio, ya sea a la tienda o al cliente directo.

De forma auxiliar, se realizan tareas administrativas como facturación, nóminas, control de inventarios, pedidos, citas con los clientes finales, organización de las rutas de los montadores, etc.

Además, el comercial realiza también sus labores de búsqueda de clientes mediante asociaciones con tiendas o clientes directos, además de relacionarse con proveedores de material pétreo y proveedores de materiales auxiliares como líquidos disolventes, pulimentos, recambios de herramienta, etc., en busca de mejorar precios y ampliar beneficios.

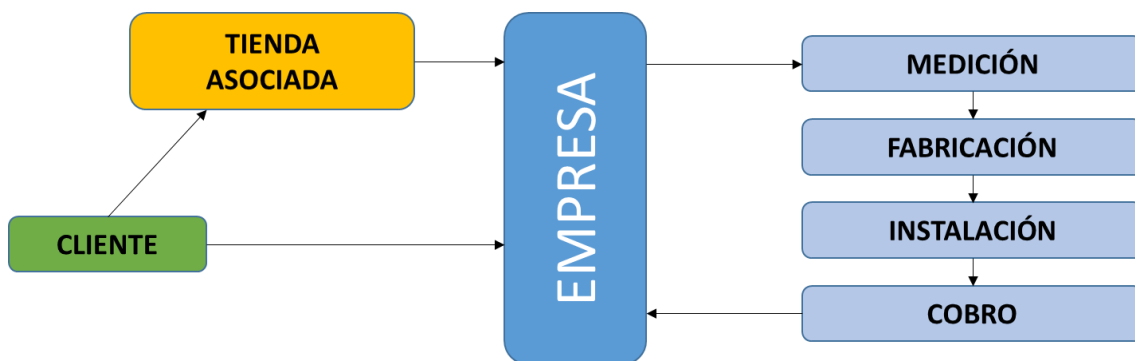


Ilustración 2. Esquema del ciclo de producción.

### ***Puestos de trabajo y tareas.***

#### Comercial.

Las tareas propias del puesto de comercial son:

- Búsqueda de tiendas asociadas y mantenimiento de relaciones con las mismas.
- Asesoramiento a clientes finales.
- Relacionarse con proveedores.
- Realizar mediciones para la fabricación de las encimeras.

Jornada: La jornada es de 8:30 a 13:30 y de 16:00 a 19:00, de lunes a viernes.

Lugar de trabajo: Realiza una labor representativa de la empresa, por lo que usualmente el comercial está fuera de la oficina realizando visitas a clientes, proveedores o tiendas. Para ello usa un coche de empresa.

Administrativo.

Las tareas propias del puesto de administrativo son:

- Elaboración de nóminas, facturas, y resto de documentación mercantil.
- Control de inventario de material auxiliar y pedidos a proveedores.
- Pedidos a proveedores de material pétreo.
- Control de tesorería.
- Mantenimiento y limpieza de la oficina.

Jornada: La jornada es de 8:30 a 13:30 y de 16:00 a 19:00, de lunes a viernes.

Lugar de trabajo: Las tareas del administrativo son cumplidas casi íntegramente en la oficina.

Empleado en taller.

Las tareas propias del puesto de empleado en taller son:

- Recibir las mediciones del comercial y plasmarlas en los tableros.
- Descarga de tableros cuando los suministra el proveedor.
- Movimiento de tableros de mármol desde el lugar de acopio hasta las mesas.
- Fabricación en si misma de la encimera. Corte, pulido y remate.
- Fabricación de los accesorios de la encimera: plintos y rodapiés.
- Acopio de los materiales terminados, a la espera de entrar en fase de montaje.
- Control de inventario, y comunicar al administrativo la compra próxima de material.
- Mantenimiento y limpieza de la zona de taller y almacén.

Jornada: La jornada es de 8:30 a 13:30 y de 16:00 a 19:00, de lunes a viernes.

Lugar de trabajo: Las tareas del empleado del taller son realizadas en la zona de taller.

Montador.

Las tareas propias del montador son:

- Cargar las cocinas terminadas en las furgonetas.
- Preparar el material y la herramienta necesaria antes de la salida del taller.
- Desplazamiento a domicilio del cliente.
- Montaje de la encimera y sus accesorios (plintos y rodapiés) en el domicilio del cliente.
- En ocasiones, realizar pequeños arreglos in situ que reparan fallos de la fase de fabricación: rodapiés o plintos que vienen más largos, abrillantar alguna pieza, etc.
- Realizar arreglos en clientes que hayan quedado insatisfechos (Usualmente desniveles, desajustes, etc.).
- Control de inventario, y comunicar al administrativo la compra próxima de material.

Jornada: La jornada es de 8:30 a 13:30 y de 16:00 a 19:00, de lunes a viernes.

Lugar de trabajo: La jornada comienza en el taller con la carga de las cocinas, y después se desplazan a los domicilios de los clientes que suelen ser en la provincia de Sevilla o Córdoba. La jornada termina con la vuelta al taller donde se guardan los vehículos y herramienta.

***Trabajadores.***

La plantilla de trabajadores es estable y está compuesta por:

PUESTO DE TRABAJO	NÚMERO	SEXO	EDAD	ANTIGÜEDAD
COMERCIAL	01	HOMBRE	33	8
ADMINISTRATIVO	02	MUJER	28	8
MONTADOR 1	03	HOMBRE	35	13
MONTADOR 2	04	HOMBRE	25	5
MONTADOR 3	05	HOMBRE	31	6
MONTADOR 4	06	HOMBRE	27	3
EMPLEADO EN TALLER 1	07	HOMBRE	36	13
EMPLEADO EN TALLER 2	08	HOMBRE	31	8
EMPLEADO EN TALLER 3	09	HOMBRE	29	6
EMPLEADO EN TALLER 4	10	HOMBRE	25	3

Ninguno de los trabajadores está considerado como trabajador de riesgo o de especial atención, es decir, no existen trabajadores menores, discapacitados, embarazadas, ni de condiciones físicas especiales entre la plantilla.

Para mantener la privacidad no se facilitarán datos personales de los mismos en este trabajo.

### **3. SEGURIDAD LABORAL.**

#### ***Introducción.***

##### La especialidad Seguridad Laboral

La Seguridad Laboral la especialidad de la Prevención de Riesgos Laborales que se ocupa de los riesgos que originan accidentes de trabajo. Consiste en el desarrollo de técnicas de seguridad que se aplican a maquinaria, lugares de trabajo, y equipos de trabajo para garantizar la seguridad de los trabajadores.

Las situaciones de riesgo en el lugar de trabajo pueden generar daños a las personas, pero también defectos en la producción, averías, errores y diversidad de incidentes, todos ellos generadores de costes.<sup>1</sup>

Los accidentes de trabajo son el resultado de una alteración imprevista que afecta a la integridad física del trabajador y que ha sido debida a causas naturales que se pueden evitar. Se distinguen de otros tipos de daños por sus lesiones inmediatas.<sup>2</sup>

El artículo 156 de la Ley General de Seguridad Social (2015) desarrolla la definición del accidente de trabajo con más complejidad, pero en esencia podemos señalar que se considera accidente de trabajo:<sup>3</sup>

- toda lesión corporal que el trabajador sufra con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecute por cuenta ajena.
- Los accidentes in itinere (los que sufra el trabajador al ir o al volver del lugar de trabajo).
- Los accidentes en misión.
- Los accidentes debidos a imprudencia profesional.

Sin embargo no serán considerados accidentes de trabajo los producidos:

- Por fuerza mayor.
- Por dolo o imprudencia temeraria.

La *Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales* establece como una obligación del empresario el evaluar los riesgos y planificar la acción preventiva a partir de una evaluación inicial de riesgos. Esta obligación es desarrollada en el capítulo II, artículos 3 al 7 del *Real Decreto 39/1997, Reglamento de los Servicios de Prevención*.

La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad

---

<sup>1</sup> Evaluación de las condiciones de trabajo en pequeñas y medianas empresas. Metodología Práctica. INSHT.

<sup>2</sup> Evaluación de las condiciones de trabajo en pequeñas y medianas empresas. Metodología Práctica. INSHT.

<sup>3</sup> Ley General de Seguridad Social (2015). Artículo 156.

de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.<sup>4</sup>

Si de la evaluación de riesgos se deduce la necesidad de adoptar medidas preventivas, se deberá eliminar o reducir el riesgo mediante la aplicación de medidas de prevención (en el origen, organizativas, de protección colectiva, de protección individual o de formación e información a los trabajadores) y controlar periódicamente las condiciones, la organización y los métodos de trabajo y el estado de salud de los trabajadores.<sup>5</sup>

La evaluación inicial de riesgos deberá hacerse en todos y cada uno de los puestos de trabajo de la empresa, teniendo en cuenta tanto las condiciones de trabajo existentes o previstas como la posibilidad de que el trabajador que lo ocupe sea especialmente sensible a alguna de dichas condiciones por sus características personales o estado biológico conocido.<sup>6</sup>

#### *Riesgos típicos del taller.*

En una empresa del tipo que analizamos, los riesgos más importantes serán los producidos por cortes con maquinaria y herramientas mecánicas, aplastamientos de dedos y manos durante la manipulación de los tableros, golpes, caídas al mismo nivel o a distinto nivel, riesgos higiénicos relacionados con el polvo de sílice, ruido, y riesgos ergonómicos como discomfort térmico derivado de las condiciones termohigrométricas y de ventilación, iluminación inadecuada (con el agravante de graves lesiones si se producen errores) y por último los riesgos relacionados con el movimiento de cargas pesadas y fatiga física.

Además, también deberemos valorar el riesgo por accidentes de tráfico de los montadores, cuyo trabajo pasa obligatoriamente por el desplazamiento por carretera diario de varios cientos de kilómetros.

Realizaremos una evaluación general de riesgos basándonos en el método del INSHT, tal como describiremos en el siguiente apartado. Una vez determinados y valorados los riesgos, apuntaremos las medidas necesarias a tomar para controlar los riesgos no tolerables.

#### ***Metodología.***

Para esta evaluación de riesgos usaremos la metodología del INSHT, que será descrita a continuación.

Podemos resumir el método de la siguiente manera, de forma esquematizada:

---

<sup>4</sup> Evaluación de Riesgos Laborales – INSHT - 1996

<sup>5</sup> Evaluación de Riesgos Laborales – INSHT - 1996

<sup>6</sup> Evaluación de Riesgos Laborales – INSHT - 1996

1. Clasificación de las actividades de trabajo					
2. Análisis de riesgos	2.1 Identificación de peligros				
	2.2 Estimación del riesgo	Severidad	Ligeramente dañino	2.3 Clasificación del riesgo	Trivial
			Dañino		Tolerable
			Extremadamente dañino.		Moderado
	Probabilidad	Baja	Importante		
		Media	Intolerable		
Alta					
3. Valoración de riesgos					
4. Plan de control					
5. Revisar el plan					

Tabla 1. Esquema de la metodología general de evaluación de riesgos del INSHT.

1. Clasificación de las actividades de trabajo

La primera etapa consiste en elaborar un listado que recoja las actividades de trabajo. De cada actividad puede ser necesario obtener información como la que sigue, entre otras:

- Tareas a realizar.
- Lugar donde se realiza el trabajo.
- Quien realiza el trabajo.
- Qué formación han recibido los trabajadores.
- Maquinaria, equipos y herramientas manuales movidas a motor que se usan.
- Tamaño, forma y peso de los materiales a manejar.
- Productos utilizados.

2. Análisis de riesgos

Esta segunda etapa consta de tres fases:

2.1 *Identificación de peligros*

En esta fase se indagará sobre las fuentes de daño, las personas que pueden ser dañadas o cómo puede producirse ese daño. Se elaborará una lista de los peligros encontrados.

Es útil categorizar los peligros encontrados, por ejemplo según sean peligros mecánicos, eléctricos, radiaciones, sustancias, explosiones, etc.

2.2 *Estimación del riesgo*

El objetivo de esta fase es conocer la importancia de los riesgos señalados en la fase anterior. Para ello nos basaremos en dos variables: la severidad de los posibles daños producidos por los riesgos, y la probabilidad de que se den los daños.

*Severidad*

Para determinar la potencial severidad del daño debe considerarse:



- a) Partes del cuerpo que se verán afectadas (todo el cuerpo, extremidades, etc.).
- b) Naturaleza del daño:
  - a. Ligeramente dañino: Daños superficiales, molestias e irritación.
  - b. Dañino: Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, sordera, dermatitis, asma, trastornos musculoesqueléticos, enfermedad que conduce a incapacidad menor.
  - c. Extremadamente dañino: Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales, cáncer y otras enfermedades que acorten severamente la vida.

*Probabilidad*

La probabilidad se suele evaluar con el siguiente criterio:

- a) Baja: El daño ocurrirá a veces.
- b) Media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones.
- c) Alta: El daño ocurrirá siempre.

Debemos tener en cuenta, a la hora de evaluar la probabilidad, factores como los siguientes:

- Trabajadores especialmente sensibles.
- Frecuencia de exposición.
- Posibles fallos en servicios (electricidad, agua) o en los componentes de las máquinas.
- Actos inseguros de las personas.

*2.3 Clasificación del riesgo*

Teniendo en cuenta los resultados de severidad y probabilidad de daño, y usando el siguiente cuadro, clasificaremos el riesgo.

**Niveles de riesgo**

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

*Tabla 2. Nivel de riesgo según consecuencias y probabilidad (Fuente: INSHT)*

*3. Valoración de riesgos.*

El método nos indica mediante una tabla la acción que debemos llevar a cabo según la clasificación del riesgo y el periodo de tiempo disponible para aplicarla.

Riesgo	Acción y temporización
Trivial (T)	No se requiere acción específica
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Tabla 3. Acciones según nivel de riesgo. Fuente: INSHT

#### 4. Plan de control.

El resultado de una evaluación de riesgos debe servir para hacer un inventario de acciones, con el fin de diseñar, mantener o mejorar los controles de riesgos. Es necesario contar con un buen procedimiento para planificar la implantación de las medidas de control que sean precisas después de la evaluación de riesgos.

Los métodos de control deben escogerse teniendo en cuenta los siguientes principios<sup>7</sup>:

- 1) Combatir los riesgos en su origen.
- 2) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.

<sup>7</sup> Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales. Artículo 15 “Principios de la acción preventiva”.

- 3) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- 4) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- 5) Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- 6) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores

5. Revisión del plan.

El plan de actuación debe revisarse antes de su implantación, considerando lo siguiente:

- a) Si los nuevos sistemas de control de riesgos conducirán a niveles de riesgo aceptables.
- b) Si los nuevos sistemas de control han generado nuevos riesgos.
- c) La opinión de los trabajadores afectados sobre la necesidad y la operatividad de las nuevas medidas de control.

La evaluación de riesgos debe ser, a modo general, un proceso continuo. Por lo tanto, la adecuación de las medidas de control debe estar sujeta a una revisión continua y modificarse si es preciso. De igual forma, si cambian las condiciones de trabajo, y con ello varían los peligros y los riesgos, habrá de revisarse la evaluación de riesgos.

**Resultados.**

<b>Puesto de trabajo</b>	COMERCIAL			
<b>Tareas</b>	- Búsqueda de tiendas asociadas y mantenimiento de relaciones con las mismas. - Asesoramiento a clientes finales. - Relacionarse con proveedores. - Realizar mediciones para la fabricación de las encimeras.			
<b>Trabajadores</b>	Trabajador #1	<b>Horario</b>	08:30 a 13:30 y 16:00 a 19:00	
<b>Maquinaria y equipo</b>	Coche de empresa, ordenador personal y accesorios de oficina (escáner, impresora, etc).			
<b>Riesgos</b>	<b>Factores</b>	<b>Severidad</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valoración</b>
<i>Caídas al mismo nivel</i>	- Suelos irregulares.	Ligeramente dañino	Baja	Trivial
	- Suelos sucios o resbaladizos.			
	- Desniveles.			
	- Trepiezos.			
	- Calzado inadecuado.			
	- Obstáculos en los pasos o accesos.			
	- Falta de iluminación.			
<i>Pisadas sobre objetos</i>	- Falta de orden y limpieza en el area de tabajo del taller.	Ligeramente dañino	Media	Tolerable
	- Falta de orden y limpieza en lugares visitados por trabajo.			
	- Calzado inadecuado.			
	- Falta de iluminación.			
<i>Choques contra objetos inmóviles</i>	- Falta de orden y limpieza en el area de tabajo del taller.	Ligeramente dañino	Baja	Trivial
	- Falta de orden y limpieza en lugares visitados por trabajo.			
	- Falta de iluminación.			
<i>Atropellos o golpes con vehículos</i>	- Convivencia de vehículos y personas en el área de taller durante las tareas de carga y descarga de materiales.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Falta de iluminación.			
<i>Accidentes in itinere</i>	- Conducción en condiciones meteorológicas adversas.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Falta de formación en seguridad vial.			
	- Inexperiencia en la conducción.			
	- Mantenimiento adecuado de vehículos.			
<i>Accidentes en misión</i>	- Conducción en condiciones meteorológicas adversas.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Falta de formación en seguridad vial.			
	- Inexperiencia en la conducción.			
	- Mantenimiento adecuado de vehículos.			
<i>Ruido</i>	- Trabajo en ambientes ruidosos.	Ligeramente dañino	Baja	Trivial

<b><i>Iluminación inadecuada</i></b>	- Nivel de iluminación inadecuado en oficina.	Dañino	Baja	Tolerable
<b><i>Disconfort térmico</i></b>	- Condiciones termohigrométricas y/o de ventilación inadecuadas en oficina.	Ligeramente dañino	Baja	Trivial
<b><i>Fatiga mental</i></b>	- Recepción de la información.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Tratamiento de la información.			
	- Respuesta.			
<b><i>Insatisfacción</i></b>	- Monotonía y contenido.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Autonomía.			
	- Relaciones y comunicaciones.			
	- Tiempo de trabajo.			
<b><i>Riesgos por uso de PVD.</i></b>	- Puesto de trabajo poco ergonómico.	Ligeramente dañino	Baja	Trivial
	- Iluminación inadecuada.			
	- Ruido inadecuado.			
	- Ambiente tergoigrométrico inadecuado.			

<b>Puesto de trabajo</b>	ADMINISTRATIVO			
<b>Tareas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboración de nóminas, facturas, y resto de documentación mercantil.</li> <li>- Control de inventario de material auxiliar y pedidos a proveedores.</li> <li>- Pedidos a proveedores de material pétreo.</li> <li>- Control de tesorería.</li> <li>- Mantenimiento y limpieza de la oficina.</li> </ul>			
<b>Trabajadores</b>	Trabajador #2	<b>Horario</b>	08:30 a 13:30 y 16:00 a 19:00	
<b>Maquinaria y equipo</b>	Ordenador, escaner, impresora y material de oficina.			
<b>Riesgos</b>	<b>Factores</b>	<b>Severidad</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valoración</b>
<i><b>Caídas al mismo nivel</b></i>	- Suelos irregulares.	Ligeramente dañino	Baja	Trivial
	- Suelos sucios o resbaladizos.			
	- Desniveles.			
	- Tropiezos.			
	- Calzado inadecuado.			
	- Obstáculos en los pasos o accesos.			
	- Falta de iluminación.			
<i><b>Pisadas sobre objetos</b></i>	- Falta de orden y limpieza en el area de tabajo del taller.	Ligeramente dañino	Baja	Trivial
	- Falta de orden y limpieza en lugares visitados por trabajo.			
	- Calzado inadecuado.			
	- Falta de iluminación.			
<i><b>Choques contra objetos inmóviles</b></i>	- Falta de orden y limpieza en el area de tabajo del taller.	Ligeramente dañino	Baja	Trivial
	- Falta de orden y limpieza en lugares visitados por trabajo.			
	- Falta de iluminación.			
<i><b>Atropellos o golpes con vehículos</b></i>	- Convivencia de vehículos y personas en el área de taller durante las tareas de carga y descarga de materiales.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Falta de iluminación.			
<i><b>Accidentes in itinere</b></i>	- Conducción en condiciones meteorológicas adversas.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Falta de formación en seguridad vial.			
	- Inexperiencia en la conducción.			
	- Mantenimiento adecuado de vehículos.			
<i><b>Ruido</b></i>	- Trabajo en ambientes ruidosos.	Ligeramente dañino	Baja	Trivial
<i><b>Iluminación inadecuada</b></i>	- Nivel de iluminación inadecuado en oficina.	Dañino	Baja	Tolerable

<b><i>Discomfort térmico</i></b>	- Condiciones termohigrométricas y/o de ventilación inadecuadas en oficina.	Ligeramente dañino	Baja	Trivial
<b><i>Fatiga mental</i></b>	- Recepción de la información.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Tratamiento de la información.			
	- Respuesta.			
<b><i>Insatisfacción</i></b>	- Monotonía y contenido.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Autonomía.			
	- Relaciones y comunicaciones.			
	- Tiempo de trabajo.			
<b><i>Riesgos por uso de PVD.</i></b>	- Puesto de trabajo poco ergonómico.	Ligeramente dañino	Baja	Trivial
	- Iluminación inadecuada.			
	- Ruido inadecuado.			
	- Ambiente termohigrométrico inadecuado.			

<b>Puesto de trabajo</b>	EMPLEADO DE TALLER			
<b>Tareas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recibir las mediciones del comercial y plasmarlas en los tableros.</li> <li>- Descarga de tableros cuando los suministra el proveedor.</li> <li>- Movimiento de tableros de mármol desde el lugar de acopio hasta las mesas.</li> <li>- Fabricación en si misma de la encimera. Corte, pulido y remate.</li> <li>- Fabricación de los accesorios de la encimera: plintos y rodapiés.</li> <li>- Acopio de los materiales terminados, a la espera de entrar en fase de montaje.</li> <li>- Control de inventario, y comunicar al administrativo la compra próxima de material.</li> <li>- Mantenimiento y limpieza de la zona de taller y almacén.</li> </ul>			
<b>Trabajadores</b>	Trabajador #3, #4, #5 y #6.	<b>Horario</b>	08:30 a 13:30 y 16:00 a 19:00	
<b>Maquinaria y equipo</b>	Cortadora de puente, pulidora de cantos, puente grúa, lijadora, cortadora de fregaderos, amoladora.			
<b>Riesgos</b>	<b>Factores</b>	<b>Severidad</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valoración</b>
<i>Caídas al mismo nivel</i>	- Suelos irregulares.	Ligeramente dañino	Media	Tolerable
	- Suelos sucios o resbaladizos.			
	- Desniveles.			
	- Trepiezos.			
	- Calzado inadecuado.			
	- Obstáculos en los pasos o accesos.			
- Falta de iluminación.				
<i>Caída de objetos por desplome o derrumbamiento</i>	- Falta de orden y limpieza en el area de tabajo del taller.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Metodología de apilamiento del material petreo incorrecta.			
	- Errores en la manipulación de objetos pesados.			
<i>Caída de objetos en manipulación</i>	- Falta de orden y limpieza en el area de tabajo del taller.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Metodología de apilamiento del material petreo incorrecta.			
	- Errores en la manipulación de objetos pesados.			
<i>Pisadas sobre objetos</i>	- Falta de orden y limpieza en el area de tabajo del taller.	Ligeramente dañino	Media	Tolerable
	- Falta de orden y limpieza en lugares visitados por trabajo.			
	- Calzado inadecuado.			
	- Falta de iluminación.			
<i>Choques contra objetos inmóviles</i>	- Falta de orden y limpieza en el area de tabajo del taller.	Ligeramente dañino	Baja	Trivial
	- Falta de iluminación.			
<i>Choques contra objetos móviles</i>	- Falta de orden y limpieza en el area de tabajo del taller.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Presencia de personas mientras se usa el puente grúa.			
	- Falta de iluminación.			



<b><i>Golpes/cortes por objetos y herramientas</i></b>	- Falta de uso de EPIS.	Extrem. Dañino	Baja	Moderado
	- Uso no recomendado de maquinaria / herramienta.			
	- Inexperiencia del trabajador.			
	- Falta de un método de trabajo seguro.			
<b><i>Proyección de fragmentos y partículas</i></b>	- No usar gafas protectoras.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Retirar carcasas o resguardos.			
	- Uso no recomendado de maquinaria / herramienta.			
<b><i>Contactos eléctricos indirectos</i></b>	- Defectos de aislamiento.	Extrem. Dañino	Baja	Moderado
	- Toma de tierra no revisada.			
<b><i>Atropellos o golpes con vehículos</i></b>	- Convivencia de vehículos y personas en el área de taller durante las tareas de carga y descarga de materiales.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Falta de iluminación.			
<b><i>Accidentes in itinere</i></b>	- Conducción en condiciones meteorológicas adversas.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Falta de formación en seguridad vial.			
	- Inexperiencia en la conducción.			
	- Mantenimiento adecuado de vehículos.			
<b><i>Riesgo por polvo de sílice</i></b>	- Trabajo con materiales que generan polvo de sílice.	Extrem. Dañino	Baja	Moderado
<b><i>Ruido</i></b>	- Trabajo en ambientes ruidosos.	Ligerament e dañino	Media	Tolerable
<b><i>Iluminación inadecuada</i></b>	- Nivel de iluminación inadecuado en zona de taller.	Dañino	Media	Moderado
<b><i>Disconfort térmico</i></b>	- Condiciones termohigrométricas y/o de ventilación inadecuadas en zona de trabajo.	Dañino	Media	Moderado
<b><i>Fatiga mental</i></b>	- Recepción de la información.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Tratamiento de la información.			
	- Respuesta.			
<b><i>Fatiga física</i></b>	- Posturas inadecuadas.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Esfuerzo.			
	- Manejo manual de cargas.			
<b><i>Insatisfacción</i></b>	- Monotonía y contenido.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Autonomía.			
	- Relaciones y comunicaciones.			
	- Tiempo de trabajo.			

<b>Puesto de trabajo</b>	MONTADOR DE COCINAS			
<b>Tareas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cargar las cocinas terminadas en las furgonetas.</li> <li>- Preparar el material y la herramienta necesaria antes de la salida del taller.</li> <li>- Desplazamiento a domicilio del cliente.</li> <li>- Montaje de la encimera y sus accesorios (plintos y rodapiés) en el domicilio del cliente.</li> <li>- En ocasiones, realizar pequeños arreglos in situ que reparan fallos de la fase de fabricación: rodapiés o plintos que vienen más largos, abrillantar alguna pieza, etc.</li> <li>- Realizar arreglos en clientes que hayan quedado insatisfechos (Usualmente desniveles, desajustes, etc.).</li> <li>- Control de inventario, y comunicar al administrativo la compra próxima de material.</li> </ul>			
<b>Trabajadores</b>	Trabajador #7, #8, #9 y #10	<b>Horario</b>	08:30 a 13:30 y 16:00 a 19:00	
<b>Maquinaria y equipo</b>	Furgonetas, sierra radial, lijadora portátil.			
<b>Riesgos</b>	<b>Factores</b>	<b>Severidad</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valoración</b>
<i>Caídas al mismo nivel</i>	- Suelos irregulares.	Ligeramente dañino	Media	Tolerable
	- Suelos sucios o resbaladizos.			
	- Desniveles.			
	- Trepiezos.			
	- Calzado inadecuado.			
	- Obstáculos en los pasos o accesos.			
	- Falta de iluminación.			
<i>Caídas a distinto nivel</i>	- Caídas al subir y bajar de las furgonetas durante la carga y descarga.	Ligeramente e dañino	Baja	Trivial
<i>Caída de objetos por desplome o derrumbamiento</i>	- Falta de orden y limpieza en el area de tabajo del taller.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Metodología de apilamiento del material petreo incorrecta.			
	- Errores en la manipulación de objetos pesados.			
<i>Caída de objetos en manipulación</i>	- Falta de orden y limpieza en el area de tabajo del taller.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Metodología de apilamiento del material petreo incorrecta.			
	- Errores en la manipulación de objetos pesados.			
<i>Pisadas sobre objetos</i>	- Falta de orden y limpieza en el area de tabajo del taller.	Ligeramente dañino	Media	Tolerable
	- Falta de orden y limpieza en lugares visitados por trabajo.			
	- Calzado inadecuado.			
	- Falta de iluminación.			

<b>Choque contra objetos inmóviles</b>	- Falta de orden y limpieza en el área de trabajo de la zona de trabajo.	Ligeramente dañino	Baja	Trivial
	- Falta de iluminación.			
<b>Choque contra objetos móviles</b>	- Falta de orden y limpieza en el área de trabajo del taller.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Presencia de personas mientras se usa el puente grúa.			
	- Falta de iluminación.			
<b>Golpes/cortes por objetos y herramientas</b>	- Falta de uso de EPIS.	Extrem. Dañino	Baja	Moderado
	- Uso no recomendado de maquinaria / herramienta.			
	- Inexperiencia del trabajador.			
	- Falta de un método de trabajo seguro.			
<b>Proyección de fragmentos y partículas</b>	- No usar gafas protectoras.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Retirar carcasas o resguardos.			
	- Uso no recomendado de maquinaria /			
<b>Atropellos o golpes con vehículos</b>	- Convivencia de vehículos y personas en el área de taller durante las tareas de carga y descarga de materiales.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Falta de iluminación.			
<b>Accidentes in itinere</b>	- Conducción en condiciones meteorológicas adversas.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Falta de formación en seguridad vial.			
	- Inexperiencia en la conducción.			
	- Mantenimiento adecuado de vehículos.			
<b>Accidentes en misión</b>	- Conducción en condiciones meteorológicas adversas.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Falta de formación en seguridad vial.			
	- Inexperiencia en la conducción.			
	- Mantenimiento adecuado de vehículos.			
<b>Riesgo por polvo de sílice</b>	- Trabajo con materiales que generan polvo de sílice.	Extrem. Dañino	Baja	Moderado
<b>Ruido</b>	- Trabajo en ambientes ruidosos.	Ligeramente dañino	Media	Tolerable
<b>Iluminación inadecuada</b>	- Nivel de iluminación inadecuado en zona de trabajo.	Dañino	Media	Moderado
<b>Disconfort térmico</b>	- Condiciones termohigrométricas y/o de ventilación inadecuadas en zona de trabajo.	Dañino	Media	Moderado

<i>Fatiga física</i>	- Posturas inadecuadas.	Dañino	Alta	Importante
	- Esfuerzo.			
	- Manejo manual de cargas.			
<i>Insatisfacción</i>	- Monotonía y contenido.	Dañino	Baja	Tolerable
	- Autonomía.			
	- Relaciones y comunicaciones.			
	- Tiempo de trabajo.			

### ***Acciones preventivas a tomar.***

A continuación se proponen algunas medidas preventivas contra riesgos observados o previsibles en la empresa. Algunas de estas medidas ya se han tomado y deben ser mantenidas.

Las medidas preventivas siguen los principios de acción preventiva indicados en la *Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales*.<sup>8</sup>

Los riesgos calificados como triviales no necesitan de ninguna acción preventiva específica, y suelen ser controlados indirectamente con medidas preventivas propuestas para otros riesgos (orden y limpieza, formación, epis, etc).

#### *Puesto de trabajo: Comercial.*

- **Riesgo: Caídas al mismo nivel.** El comercial está sujeto a caídas al mismo nivel tanto en las instalaciones propias de la empresa como en las visitas que realiza a obras o empresas privadas.
  - o Medidas propuestas:
    - Dado que para entrar a la oficina de la empresa hay que pasar por la zona de taller (aunque muy alejado de las máquinas), sería conveniente contemplar la realización de una puerta directa desde el exterior a la oficina. De esta forma se evitarían los riesgos debidos a una posible falta de orden o limpieza en el taller, además de evitar los riesgos relacionados con atropellos debido al paso de furgonetas.
    - Mantener todos los espacios de trabajo limpios y ordenados (oficina y taller). En la oficina, si existieran cables por el suelo se dispondrán por canaletas.
    - Se exigirá a las empresas con las que se trabaje que dispongan un espacio de trabajo ordenado y limpio que evite caídas y resbalones.
- **Riesgo: Pisadas sobre objetos:**
  - o Medidas propuestas:
    - Mantener orden y limpieza.
    - Uso de calzado de seguridad, especialmente en las visitas a obras.
- **Riesgo: Atropellos o golpes con vehículos.** Derivado de la convivencia de furgonetas y trabajadores en el área de taller, zona de paso hasta la oficina.
  - o Medidas propuestas:
    - Delimitar mediante una línea amarilla o algún tipo de separación la zona de paso de vehículos y la zona de personas.
    - Extremar precauciones por parte de los conductores, especialmente en maniobras marcha atrás.
- **Riesgo: Accidentes in itinere.**
  - o Medidas propuestas:

---

<sup>8</sup> Artículo 15. Principios de la acción preventiva. Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

- Realizar cursos de seguridad vial y de conducción defensiva en la empresa.
- Recomendar a los trabajadores el buen mantenimiento de sus vehículos privados.
- **Riesgo: Accidentes en misión.**
  - Medidas propuestas:
    - Realizar cursos de seguridad vial y de conducción defensiva en la empresa.
    - Realizar un mantenimiento de los vehículos en talleres especializados y con la periodicidad y meticulosidad especificada por el fabricante.
- **Riesgo: Ruido.**
  - Medidas propuestas:
    - Realizar mediciones de ruido en la oficina. Si estas resultasen desfavorables, proceder al mayor aislamiento de la oficina: Instalación de puerta exterior, cristales y puertas aislantes, material aislante de ruido dispuesto en paredes y techos.
- **Riesgo: Iluminación inadecuada.**
  - Medidas propuestas:
    - Realizar mediciones de iluminación en la zona de oficina, y proceder a su adecuación en cuanto a nivel de luminancia, reflejos, deslumbramientos, etc. si fuese necesario.
- **Riesgo: Disconfort térmico.** El comercial puede sufrir disconfort térmico tanto en su trabajo en la oficina como en las visitas a clientes.
  - Medidas propuestas:
    - En el caso de la oficina, se regularán adecuadamente las condiciones de temperatura y humedad usando el climatizador instalado. La temperatura a mantener será la considerada por la legislación específica (Real Decreto 486/1997), es decir, entre 17 y 27°C y humedad entre 30 y 50%.
    - En el caso de visitas, recomendar al trabajador realizar una correcta hidratación y llevar prendas adecuadas tanto en verano como en invierno, así como permanecer el tiempo mínimo posible en los lugares con disconfort térmico.
- **Riesgo: Fatiga mental.**
  - Medidas propuestas:
    - Realizar pausas adecuadas y controlar la carga de trabajo. Si fuese necesario, contratar más personal.
- **Riesgo: Insatisfacción:**
  - Medidas propuestas:
    - Realizar talleres en la empresa dedicados a combatir la insatisfacción, impartidos por profesionales, como podrían ser mindfulness, relajación, o algún otro tipo de terapia.
- **Riesgo: Riesgos por uso de PVD.**
  - Medidas propuestas:
    - Los equipos informáticos serán ergonómicos en cuanto a forma, color, peso, etc. Las pantallas serán ajustables en altura e

inclinación. El teclado será desplazable y ajustable en altura. El ratón será de tipo ergonómico.

- Se usará una silla ergonómica giratoria con 5 apoyos, reposacabezas y reposapiés.
- Se dispondrán reposapiés si así lo solicitan los trabajadores.

Puesto de trabajo: Administrativo.

- **Riesgo: Caídas al mismo nivel.**
  - Medidas propuestas:
    - Dado que para entrar a la oficina de la empresa hay que pasar por la zona de taller (aunque muy alejado de las máquinas), sería conveniente contemplar la realización de una puerta directa desde el exterior a la oficina. De esta forma se evitarían los riesgos debidos a una posible falta de orden o limpieza en el taller, además de evitar los riesgos relacionados con atropellos debido al paso de furgonetas.
    - Mantener todos los espacios de trabajo limpios y ordenados (oficina y taller). En la oficina, si existieran cables por el suelo se dispondrán por canaletas.
- **Riesgo: Atropellos o golpes con vehículos.** Derivado de la convivencia de furgonetas y trabajadores en el área de taller, zona de paso hasta la oficina.
  - Medidas propuestas:
    - Delimitar mediante una línea amarilla o algún tipo de separación la zona de paso de vehículos y la zona de personas.
    - Extremar precauciones por parte de los conductores, especialmente en maniobras marcha atrás.
- **Riesgo: Accidentes in itinere.**
  - Medidas propuestas:
    - Realizar cursos de seguridad vial y de conducción defensiva en la empresa.
    - Recomendar a los trabajadores el buen mantenimiento de sus vehículos privados.
- **Riesgo: Ruido.**
  - Medidas propuestas:
    - Realizar mediciones de ruido en la oficina. Si estas resultasen desfavorables, proceder al mayor aislamiento de la oficina: Instalación de puerta exterior, cristales y puertas aislantes, material aislante de ruido dispuesto en paredes y techos.
- **Riesgo: Iluminación inadecuada.**
  - Medidas propuestas:
    - Realizar mediciones de iluminación en la zona de oficina, y proceder a su adecuación en cuanto a nivel de luminancia, reflejos, deslumbramientos, etc. si fuese necesario.
- **Riesgo: Discomfort térmico.**
  - Medidas propuestas:

- Se regularán adecuadamente las condiciones de temperatura y humedad usando el climatizador instalado. La temperatura a mantener será la considerada por la legislación específica (Real Decreto 486/1997), es decir, entre 17 y 27°C y humedad entre 30 y 50%.
- **Riesgo: Fatiga mental.**
  - Medidas propuestas:
    - Realizar pausas adecuadas y controlar la carga de trabajo. Si fuese necesario, contratar más personal.
- **Riesgo: Insatisfacción:**
  - Medidas propuestas:
    - Realizar talleres en la empresa dedicados a combatir la insatisfacción, impartidos por profesionales, como podrían ser mindfulness, relajación, o algún otro tipo de terapia.
- **Riesgo: Riesgos por uso de PVD.**
  - Medidas propuestas:
    - Los equipos informáticos serán ergonómicos en cuanto a forma, color, peso, etc. Las pantallas serán ajustables en altura e inclinación. El teclado será desplazable y ajustable en altura. El ratón será de tipo ergonómico.
    - Se usará una silla ergonómica giratoria con 5 apoyos, reposacabezas y reposapiés.
    - Se dispondrán reposapiés si así lo solicitan los trabajadores.

*Puesto de trabajo: Empleado de taller.*

- **Riesgo: Caídas al mismo nivel.**
  - Medidas propuestas:
    - Mantener el espacio de trabajo limpio y ordenado, evitando la acumulación de residuos o herramientas que no se estén usando en ese momento.
    - Extremar las precauciones si el suelo estuviese mojado. El uso de herramientas con sistema húmedo puede ser una fuente de charcos, aunque se haya dispuesto un suelo drenante y antideslizante.
    - Se usará calzado de seguridad y antideslizante.
- **Riesgo: Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.** Se presentan dos problemas distintos: uno el desplome de material pétreo apilado incorrectamente y por otra parte la caída de material transportado con puente grúa.
  - Medidas propuestas:
    - Se usarán los caballetes de apilamiento de piedras correctamente. Se mantendrán nivelados y no se sobrepasará el peso de carga que comprometiera su estabilidad o estructura.
    - Se extremarán las precauciones en el manipulado de tableros.



- Se extremarán las precauciones en el manejo de tableros con el puente grúa. Se formará a los trabajadores en el manejo de puente grúa. El material se levantará solamente la altura mínima necesaria, y nadie debe estar cerca del material transportado.
- **Riesgo: Caída de objetos en manipulación.**
  - Medidas propuestas:
    - Uso de guantes y calzado de seguridad.
- **Riesgo: Pisada sobre objetos.**
  - Medidas propuestas:
    - Mantenimiento de orden y limpieza en el taller.
    - Uso de calzado de seguridad.
- **Riesgo: Choque contra objetos móviles.** El gancho del puente grúa podría golpear a los trabajadores.
  - Medidas propuestas:
    - Extremar las precauciones en el manejo de puente grúa, especialmente respeto a altura y velocidad de manejo.
    - Nadie debe permanecer en el área del material transportado.
- **Riesgo: Golpes/cortes por objetos y herramientas:**
  - Medidas propuestas:
    - Formación en el uso de herramientas y máquinas.
    - El uso de las herramientas será el recomendado por el fabricante y de la forma que indique el mismo.
    - Se dispondrá de las mejores herramientas y máquinas posibles, teniendo en cuenta el avance técnico.
    - Se comprobará que las máquinas y herramientas tienen disponibles sus resguardos de seguridad.
    - Se usarán los EPIs recomendados: Guantes, gafas, botas de seguridad.
- **Riesgo: Proyección de partículas.**
  - Medidas propuestas:
    - Se utilizarán EPIs de protección ocular como gafas.
    - Se comprobará que las máquinas tienen sus resguardos de seguridad disponibles.
- **Riesgo: Contactos eléctricos indirectos.**

- Medidas propuestas:
  - Se planificará una revisión de la toma de tierra y de las instalaciones eléctricas.
  - Si existiesen riesgos eléctricos siempre se contratará el servicio de reparación o mantenimiento y nunca lo realizarán los propios trabajadores.
- **Riesgo: Atropellos o golpes con vehículos.** Derivado de la convivencia de furgonetas y trabajadores en el área de taller.
  - Medidas propuestas:
    - Delimitar mediante una línea amarilla o algún tipo de separación la zona de paso de vehículos y la zona de personas.
    - Extremar precauciones por parte de los conductores, especialmente en maniobras marcha atrás.
- **Riesgo: Accidentes in itinere.**
  - Medidas propuestas:
    - Realizar cursos de seguridad vial y de conducción defensiva en la empresa.
    - Recomendar a los trabajadores el buen mantenimiento de sus vehículos privados.
- **Riesgo: Riesgo por polvo de sílice.**
  - Medidas propuestas: Las medidas para este riesgo están muy desarrolladas en el apartado 5, dedicado a los riesgos higiénicos.
    - Uso de herramientas de corte y maquinaria con sistema húmedo.
    - Evitar barrer el polvo o usar sistemas de aire comprimido. Se limpiará con aspiración o métodos húmedos.
    - Uso de mascarillas respiratorias filtrantes.
- **Riesgo: Ruido.** La zona de taller está muy expuesta a ruido debido al uso de maquinaria y herramientas.
  - Medidas propuestas:
    - Se realizarán mediciones de ruido y se dispondrán las medidas adecuadas según los resultados.
    - De manera preventiva, usar cascos protectores auditivos en toda la zona de taller.
- **Riesgo: Iluminación inadecuada.** Los niveles de iluminación se deben mantener por encima de 1000 lux para labores de este tipo según el anexo IV del Real Decreto 486/1997 (500 para tareas de exigencia alta) y multiplicado por dos por peligros de corte).
  - Medidas propuestas:
    - Mantener el nivel de iluminación adecuado mediante el uso de una buena iluminación general y específica si fuese necesaria.
- **Riesgo: Discomfort térmico:**
  - Medidas propuestas.
    - Mantener la temperatura conforme al Anexo III del Real Decreto 486/1997: para trabajos ligeros, temperaturas entre 14 y 25 °C.

- **Riesgo: Fatiga mental.**
  - Medidas propuestas:
    - Realizar pausas adecuadas y controlar la carga de trabajo. Si fuese necesario, contratar más personal.
- **Riesgo: Fatiga física.**
  - Realizar pausas adecuadas y controlar la carga de trabajo. Si fuese necesario, contratar más personal.
  - Utilizar siempre que se pueda medios mecánicos para el manejo de cargas, como el puente grúa, los carros con ruedas disponibles o el sistema de mesa abatible de la cortadora puente.
- **Riesgo: Insatisfacción:**
  - Medidas propuestas:
    - Realizar talleres en la empresa dedicados a combatir la insatisfacción, impartidos por profesionales, como podrían ser mindfulness, relajación, o algún otro tipo de terapia.

*Puesto de trabajo: Montador de Cocinas.*

- **Riesgo: Caídas al mismo nivel.**
  - Medidas propuestas:
    - Mantener el espacio de trabajo limpio y ordenado, evitando la acumulación de residuos o herramientas que no se estén usando en ese momento.
    - Extremar las precauciones si el suelo estuviese mojado. El uso de herramientas con sistema húmedo puede ser una fuente de charcos, aunque se haya dispuesto un suelo drenante y antideslizante.
    - Se usará calzado de seguridad y antideslizante.
- **Riesgo: Caídas a distinto nivel.** Especialmente al subir y bajar de la furgoneta para cargarla/descargarla.
  - Medidas propuestas:
    - Extremar las precauciones y usar un método de trabajo seguro.
    - Contemplar la construcción de un muelle de carga en el taller que iguale el nivel del suelo del taller con el nivel de carga de la furgoneta.
- **Riesgo: Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.** Se presentan dos problemas distintos: uno el desplome de material pétreo apilado incorrectamente y por otra parte la caída de material transportado con puente grúa.
  - Medidas propuestas:
    - Se usarán los caballetes de apilamiento de piedras correctamente. Se mantendrán nivelados y no se sobrepasará el peso de carga que comprometiera su estabilidad o estructura.

- Se extremarán las precauciones en el manipulado de tableros.
- Se extremarán las precauciones en el manejo de tableros con el puente grúa. Se formará a los trabajadores en el manejo de puente grúa. El material se levantará solamente la altura mínima necesaria, y nadie debe estar cerca del material transportado.
- **Riesgo: Caída de objetos en manipulación.**
  - Medidas propuestas:
    - Uso de guantes y calzado de seguridad.
- **Riesgo: Pisada sobre objetos.**
  - Medidas propuestas:
    - Mantenimiento de orden y limpieza en el taller.
    - Uso de calzado de seguridad.
- **Riesgo: Choque contra objetos móviles.** El gancho del puente grúa podría golpear a los trabajadores.
  - Medidas propuestas:
    - Extremar las precauciones en el manejo de puente grúa, especialmente respeto a altura y velocidad de manejo.
    - Nadie debe permanecer en el área del material transportado.
- **Riesgo: Golpes/cortes por objetos y herramientas:**
  - Medidas propuestas:
    - Formación en el uso de herramientas y máquinas.
    - El uso de las herramientas será el recomendado por el fabricante y de la forma que indique el mismo.
    - Se dispondrá de las mejores herramientas y máquinas posibles, teniendo en cuenta el avance técnico.
    - Se comprobará que las máquinas y herramientas tienen disponibles sus resguardos de seguridad.
    - Se usarán los EPIs recomendados: Guantes, gafas, botas de seguridad.
- **Riesgo: Proyección de partículas.**
  - Medidas propuestas:
    - Se utilizarán EPIs de protección ocular como gafas.
    - Se comprobará que las máquinas tienen sus resguardos de seguridad disponibles.

- **Riesgo: Atropellos o golpes con vehículos.** Derivado de la convivencia de furgonetas y trabajadores en el área de taller.
  - Medidas propuestas:
    - Delimitar mediante una línea amarilla o algún tipo de separación la zona de paso de vehículos y la zona de personas.
    - Extremar precauciones por parte de los conductores, especialmente en maniobras marcha atrás.
- **Riesgo: Accidentes in itinere.**
  - Medidas propuestas:
    - Realizar cursos de seguridad vial y de conducción defensiva en la empresa.
    - Recomendar a los trabajadores el buen mantenimiento de sus vehículos privados.
- **Riesgo: Accidentes en misión.**
  - Medidas propuestas:
    - Realizar cursos de seguridad vial y de conducción defensiva en la empresa.
    - Realizar un mantenimiento de los vehículos en talleres especializados y con la periodicidad y meticulosidad especificada por el fabricante.
- **Riesgo: Riesgo por polvo de sílice.**
  - Medidas propuestas: Las medidas para este riesgo están muy desarrolladas en el apartado 5, dedicado a los riesgos higiénicos.
    - Uso de herramientas de corte y maquinaria con sistema húmedo. En operaciones en las que no estén disponibles este tipo de máquinas, reducir al máximo la generación de polvo usando velocidades de corte lentas. Realizar los trabajos en zonas ventiladas (patio, jardín, etc).
    - Evitar barrer el polvo o usar sistemas de aire comprimido. Se limpiará con aspiración o métodos húmedos.
    - Uso de mascarillas respiratorias filtrantes.
- **Riesgo: Ruido.** La zona de taller está muy expuesta a ruido debido al uso de maquinaria y herramientas.
  - Medidas propuestas:
    - Se realizarán mediciones de ruido y se dispondrán las medidas adecuadas según los resultados.
    - De manera preventiva, usar cascos protectores auditivos en toda la zona de taller.
    - Es recomendable usar también protectores auditivos en operaciones con máquinas fuera de la zona de taller.
- **Riesgo: Iluminación inadecuada.** Los niveles de iluminación se deben mantener por encima de 1000 lux para labores de este tipo según el anexo IV del Real Decreto 486/1997 (500 para tareas de exigencia alta) y multiplicado por dos por peligros de corte).
  - Medidas propuestas:

- Mantener el nivel de iluminación adecuado mediante el uso de una buena iluminación general y específica si fuese necesaria.
- **Riesgo: Disconfort térmico:**
  - Medidas propuestas.
    - Mantener la temperatura conforme al Anexo III del Real Decreto 486/1997: para trabajos ligeros, temperaturas entre 14 y 25 °C.
    - Fuera del taller, debido a la imposibilidad de regular la temperatura, recurrir a una hidratación constante y uso de ropa adecuada.
- **Riesgo: Fatiga mental.**
  - Medidas propuestas:
    - Realizar pausas adecuadas y controlar la carga de trabajo. Si fuese necesario, contratar más personal.
- **Riesgo: Fatiga física.** Se ha detectado un importante riesgo ergonómico debido a la manipulación habitual de cargas superiores a 25 kg. En el capítulo 4 se desarrolla dicho riesgo.
  - Disminuir de forma urgente el tamaño de las piedras para reducir la carga a manejar de forma que no se sobrepasen la carga máxima permitida. No está permitido el trabajo habitual con cargas tan elevadas.
  - Aumentar el número de trabajadores si las cargas fuesen superiores a las permitidas.
  - Usar en la medida de lo posible sistemas mecánicos (por ejemplo en trabajos que no presenten escaleras y puedan usarse carros).
  - Realizar descansos en el transporte de la carga si este es prolongado o requiere un elevado esfuerzo (por ejemplo descansar en cada tramo de escaleras, etc).
  - Realizar una correcta alimentación, hidratación y descanso.
  - Realizar pausas adecuadas y controlar la carga de trabajo. Si fuese necesario, contratar más personal.
- **Riesgo: Insatisfacción:**
  - Medidas propuestas:
    - Realizar talleres en la empresa dedicados a combatir la insatisfacción, impartidos por profesionales, como podrían ser mindfulness, relajación, o algún otro tipo de terapia.

Medidas preventivas transversales:

A nivel general se mantendrán las siguientes medidas:

- Se mantendrán ordenados y limpios todos los espacios de trabajo.
- Se formará a los trabajadores sobre los riesgos en sus puestos de trabajo, así como en el uso de las máquinas y herramientas necesarias.
- Se realizarán cursos de seguridad vial y de conducción defensiva.
- Se realizarán cursos de primeros auxilios.
- Los empleados conocerán la posición de los extintores y estarán formados en su uso y tipo.

#### **4. ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA**

##### ***Introducción.***

La Ergonomía es la especialidad de la prevención de riesgos laborales que se encarga de conseguir la mayor eficiencia proporcionando al trabajador el máximo confort físico y mental durante la realización de su tarea. Se puede definir como: *“La ciencia aplicada al medio laboral, que trata del estudio y diseño de los puestos y lugares de trabajo, de manera que se consiga una adaptación entre estos y las personas que los ocupen, proporcionando una mayor comodidad, evitando la fatiga y eliminando situaciones de riesgo, sobre todo las derivadas del error humano, a la vez que se consigue un aumento del rendimiento”*<sup>1</sup>

La ergonomía surge como una contraposición a la dinámica de diseño establecida anteriormente, en la que era la persona la que debía adaptarse a las características de la máquina,<sup>2</sup> siendo la tendencia actualmente establecida la de adaptar el trabajo al trabajador.

En una empresa como la que nos ocupa, se detectan una variedad de riesgos ergonómicos que se listan a continuación:

- Ambiente termohigrométrico: Las instalaciones en la nave son difíciles de aclimatar debido a la altura de techos y a la continua apertura de puertas. Los sistemas de extracción de aire y ventilación de aire, suplen en una pequeña medida las temperaturas que se puedan alcanzar, esperables sobre todo debido a la zona dónde se encuentran las instalaciones, en la que durante el verano es frecuente alcanzar temperaturas de más de 40°C en los exteriores.
- Iluminación: Se detecta una falta de iluminación debida principalmente a la altura de las luminarias. En un trabajo de esta precisión, y con riesgo de cortes, el nivel de iluminación mínimo exigible debería ser 1000 lux (500 por exigencia alta, multiplicado por 2 debido al riesgo de cortes y otros peligros)<sup>3</sup>
- Ruido y vibraciones: Derivadas del uso de máquinas necesarias para el trabajo de la piedra. El riesgo de ruido, aparte de producir hipoacusia en caso de sobrepasar los umbrales límite<sup>4</sup>, tiene también efectos no auditivos como un aumento de la frecuencia respiratoria, de la incidencia de trastornos como hipertensión arterial y arteriosclerosis, de la incidencia de las úlceras gastroduodenales y de la acidez, alteraciones de la agudeza visual, así como provocar modificaciones en el normal funcionamiento de diversas glándulas como la hipófisis, tiroides suprarrenales y

---

<sup>1</sup> Manual de Prevención de Riesgos Laborales. José Ignacio García Ninet. 2012.

<sup>2</sup> Manual de Prevención de Riesgos Laborales. José Ignacio García Ninet. 2012.

<sup>3</sup> Art.3 del Anexo IV del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

<sup>4</sup> Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

trastornos de sueño, cansancio, irritabilidad, inquietud, entre otros efectos [Márques Márques et al.].<sup>5</sup>

- Manejo manual de cargas pesadas: Debido al peso de los productos que se fabrican y a la imposibilidad del uso de ayudas mecánicas para su manejo durante la instalación en domicilios particulares, a menudo los trabajadores se ven forzados a transportar una carga de varias decenas de kilogramos usando solamente su fuerza física. Este tipo de trabajos genera, a largo plazo, trastornos musculoesqueléticos que pueden abarcar desde molestias en los hombros y brazos, hasta series problemas dorsolumbares como lumbalgias, hernias discales, problemas con el nervio ciático, etc.

En este trabajo vamos a desarrollar los riesgos por manejo manual de cargas, así como su método de evaluación y las medidas correctoras adecuadas para evitarlos.

### ¿Qué es la manipulación manual de cargas?

El “*Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores*” nos define en su artículo 2 la manipulación manual de cargas como: “*cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.*”<sup>6</sup>

El INSHT, en su “*Guía para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas*” añade que que la manipulación manual de toda carga que pese más de 3 kg puede entrañar un potencial riesgo dorsolumbar no tolerable, ya que a pesar de ser una carga bastante ligera, si se manipula en unas condiciones ergonómicas desfavorables (alejada del cuerpo, con posturas inadecuadas, muy frecuentemente, en condiciones ambientales desfavorables, con suelos inestables, etc.), podría generar un riesgo.

Además, dispone también que la manipulación de cargas superiores a 25 kg suponen probablemente un riesgo en sí mismas, aunque no existan condiciones ergonómicas desfavorables.<sup>7</sup>

### Efectos de la manipulación manual de cargas sobre la salud.

Los efectos y lesiones más comunes derivados de la manipulación manual de cargas son:<sup>8</sup>

- Aparición de fatiga física.

---

<sup>5</sup> Manual de Prevención de Riesgos Laborales. José Ignacio García Ninet. 2012.

<sup>6</sup> *Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.*

<sup>7</sup> *Guía para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. INSHT.*

<sup>8</sup> *Guía para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. INSHT.*



- Lesiones inmediatas o por acumulación de pequeños traumatismos: contusiones, cortes, heridas, fracturas, y sobre todo lesiones musculoesqueléticas. Las zonas del cuerpo más sensibles son los miembros superiores, y la espalda, en especial la zona dorsolumbar.
- Las lesiones dorsolumbares pueden ir desde un lumbago a alteraciones de los discos intervertebrales (hernias discales) o incluso fracturas vertebrales por sobreesfuerzo.

La OIT afirma que la manipulación manual es una de las causas más frecuentes de accidentes laborales con un 20-25% del total de los producidos.

Estas lesiones, aunque no son mortales, pueden tener larga y difícil curación, y en muchos casos requieren un largo período de rehabilitación, originando grandes costes económicos y humanos, ya que el trabajador queda muchas veces incapacitado para realizar su trabajo habitual y su calidad de vida puede quedar deteriorada.<sup>9</sup>

#### *La manipulación manual de cargas en la empresa estudiada.*

En una empresa dedicada a la fabricación e instalación de encimeras fabricadas con materiales pétreos, es evidente que se manejarán elevados pesos en todo momento. El peso de los materiales manejados depende directamente de:

- Las dimensiones de la piedra (longitud y anchura). El ancho estándar es de 0,63 metros, mientras que la longitud es variable, siendo habituales productos de dos metros de largo o más. El mercado demanda terminaciones con el menor número posible de juntas, por lo que se intenta diseñar un producto de una sola pieza o con el menor número de piezas posibles. Esto incrementa enormemente las dimensiones y el peso de la carga a manejar.
- El material: La densidad de estos materiales puede variar desde los 2400 kg/m<sup>3</sup> en los compuestos artificiales de conglomerado de cuarzo hasta los 2800 kg/m<sup>3</sup> en los mármoles naturales más oscuros. Es habitual, por tanto, encontrar productos terminados con un peso de alrededor de 100 kg.
- El espesor: Los espesores vienen determinados por los fabricantes de tableros (materia prima para la elaboración de encimeras). Lo habitual es usar espesores de 12, 20 o 30 mm, siendo 20 mm el más habitual.
- Los huecos practicados en la piedra. Es obligatorio prever la posición de los grifos y vitrocerámicas en la piedra final, y practicar los huecos necesarios para su instalación. Estos huecos disminuyen el peso a manejar.
- El canto. Es usual la colocación de un remate en el borde visto de la encimera, lo que aporta una sensación de robustez y estética rígida. El canto aporta un pequeño peso extra a la carga a manejar.

---

<sup>9</sup> Guía para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. INSHT.

De manera orientativa, podemos calcular el peso de las piedras de un proyecto de tamaño mediano. Una encimera de mármol de  $2800 \text{ kg/m}^3$  con un espesor de 20 mm, compuesta por una piedra de  $2,2 \times 0,63 \text{ m}$  con un hueco para vitrocerámica ( $0,45 \times 0,55 \text{ m}$ ) y otra de  $1,3 \times 0,63 \text{ m}$  con un hueco para grifos ( $0,45 \times 0,80 \text{ m}$ ), sumando un canto de 2 centímetros nos resultaría en una piedra de aproximadamente 66 kg y otra de aproximadamente 27 kg.

*El problema de la carencia de ayudas mecánicas en la instalación de encimeras.*

El RD 487/1997 establece en su artículo 3, “obligaciones del empresario” que: “*El empresario deberá adoptar las medidas técnicas u organizativas necesarias para evitar la manipulación manual de las cargas, en especial mediante la utilización de equipos para el manejo mecánico de las mismas, sea de forma automática o controlada por el trabajador.*”

Debemos tener en cuenta que las operaciones de manejo de cargas están divididas en dos procesos distintos:

- El proceso de fabricación de las encimeras.

El proceso consiste en la descarga de la materia prima (tableros de grandes dimensiones, usualmente de  $310 \times 150$  centímetros)) desde los camiones hasta el almacén, donde son almacenados hasta que se usan para la fabricación de la propia encimera, siendo transportados hasta las máquinas. Tras su mecanizado, se vuelve a almacenar el producto terminado a la espera de que los instaladores lo carguen en las furgonetas para su entrega final al cliente.

Dentro del taller se cumple el artículo 3 antes mencionado, ya que se usan continuamente medios mecánicos para el manejo de cargas. El trabajo se realiza apoyándose en el uso de medios como el puente grúa, o carros con ruedas. Las máquinas de corte, a su vez, disponen de una mesa abatible que automatiza la maniobra de cambiar el tablero desde la posición vertical a la horizontal, en la cual trabajan estas máquinas. Estos dispositivos evitan enormemente la necesidad de manipular manualmente las cargas, y como consecuencia de ello no es necesario evaluar sus riesgos.

- El proceso de montaje del producto terminado en domicilios particulares.

Este proceso consiste primeramente en una operación de carga de los materiales terminados desde el almacén hasta las furgonetas. Esta fase cuenta con apoyo mecánico como los carros con ruedas o carretillas elevadoras equipadas.

Tras la carga, el equipo de trabajadores montadores, compuesto usualmente por 2 trabajadores, se desplaza entonces al domicilio del cliente, donde comienza el transporte de las piedras desde la furgoneta hasta el emplazamiento definitivo. Esta operación es la que más esfuerzo físico requiere, ya que a menudo es imposible contar con el apoyo de medios mecánicos debido a los obstáculos que se encuentran habitualmente en el trayecto: escalones, pasillos estrechos, puertas, escaleras, esquinas, etc. En ocasiones como viviendas en planta baja es posible el uso de un carro con ruedas para las piedras más grandes, pero lo más habitual suele ser la presencia de obstáculos que imposibiliten el uso

de toda ayuda mecánica. En algunas ocasiones es posible elevar las piedras usando el ascensor, tomando las precauciones adecuadas respecto al peso máximo autorizado; aunque a veces no es posible si la longitud del producto es elevada. Es habitual también, que en este proceso se adopten posturas forzadas por ejemplo al subir escaleras, o al colocar la piedra en posiciones forzadas para salvar espacios estrechos.

En total, la distancia a salvar desde que se descarga la furgoneta hasta que se coloca el producto en la cocina podría exceder los 50 o 100 metros.

Es reseñable que estos esfuerzos serán ejecutados pocas veces a lo largo de la jornada, ya que habitualmente solo se suelen instalar 3 o 4 cocinas completas al día, lo que nos resultaría en un total de entre 6 y 12 transportes al día (teniendo en cuenta que cada cocina suele constar de dos piedras, una de alrededor de 2 metros y otra de inferior tamaño). Entre una instalación y la siguiente, suele transcurrir un tiempo de entre media y una hora, ya que el equipo de trabajadores montadores debe desplazarse al siguiente domicilio; por lo que en este lapso de tiempo los trabajadores se recuperan físicamente. Habitualmente los trabajos de acarreo de piedras no sobrepasarán la hora u hora y media, dentro de una jornada de 8 horas.

Dado que el esfuerzo manual en el manejo de cargas no puede ser evitado en este proceso, procederemos a la evaluación de riesgos, tal y cómo dicta el punto 2 del artículo 3 del *Real Decreto 487/1997*.

### ***Metodología.***

Para la evaluación del riesgo por la manipulación manual de cargas vamos a utilizar el método propuesto en la “*Guía para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas*” emitida por el INSHT. El método, en resumen consiste en el cálculo de un “Peso Aceptable de levantamiento” teniendo en cuenta condiciones ergonómicas (giros de tronco, distancia, frecuencia de levantamiento, etc), que se compara con el peso real de la carga manipulada. Si el peso real es mayor que el peso aceptable, tendremos una situación de riesgo no tolerable, en la cual habrá que tomar medidas correctoras.

Para un entendimiento más profundo del método, se recomienda la lectura completa de la guía antes mencionada. El método consta de dos apartados:

#### **FACTORES DE ANÁLISIS**

Estos factores están basados en los “factores de riesgo” del Anexo del Real Decreto 487/1997, agrupados en forma diferente para facilitar el proceso de evaluación.

Contempla los factores a tener en cuenta para evaluar el riesgo por la manipulación manual de cargas en una tarea, proporcionando indicaciones sobre la posible influencia de cada uno de ellos en el procedimiento de evaluación, y dando sugerencias acerca de las medidas preventivas que se puedan tomar para que no influyan negativamente. Para más información, se recomienda leer la guía técnica.

#### **PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN**

Esta parte tiene como finalidad analizar el puesto de trabajo y evaluar el posible riesgo derivado de la manipulación.

Consta de las siguientes fases:

- 1: Aplicación del diagrama de decisiones.

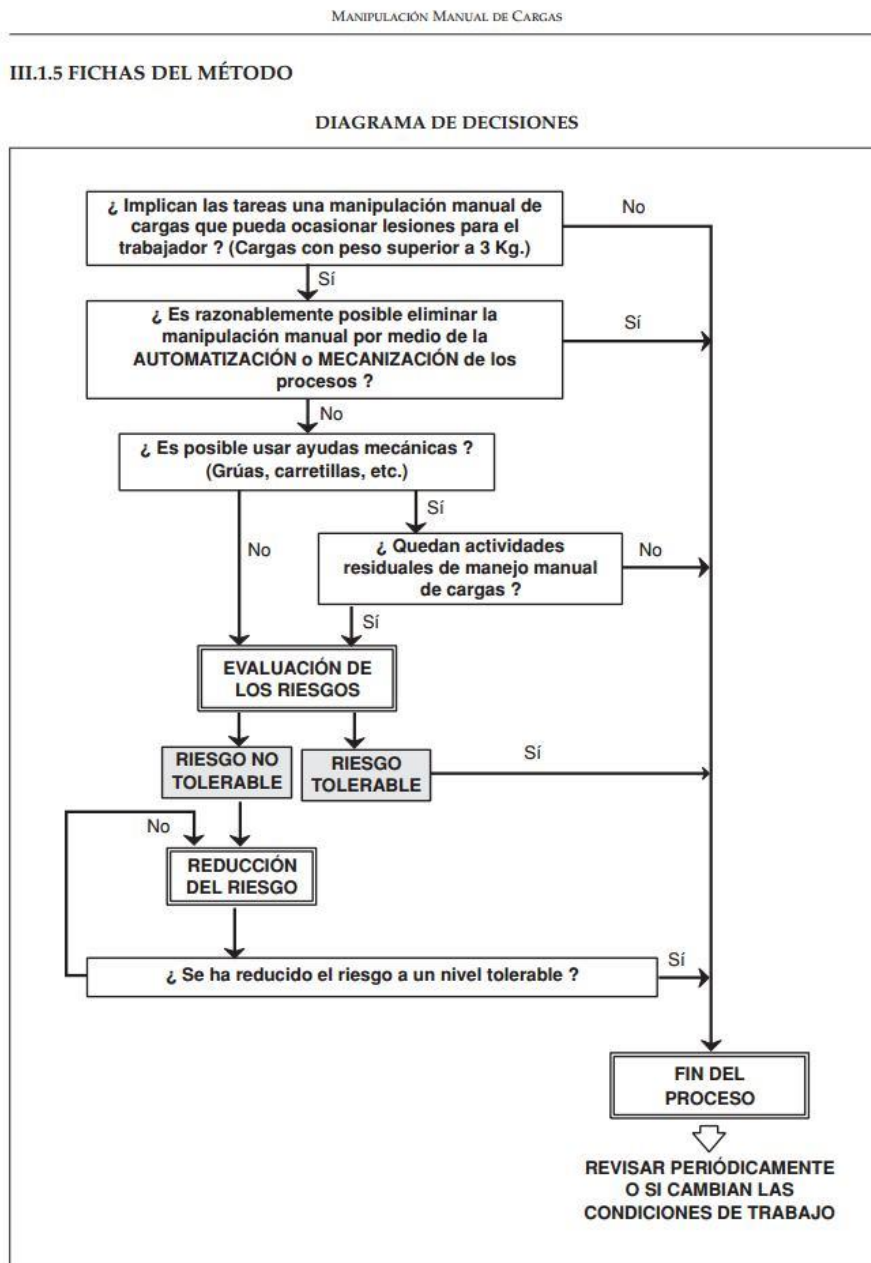


Ilustración 3. Diagrama de decisiones. Fuente: Guía INSHT para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas.

2: Recogida de datos: En esta fase se recogen los datos y características concretas de la manipulación en el puesto de trabajo. Para ello se proporciona una ficha que consta de tres partes:

- Datos de la manipulación.(Ficha F1A).

MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

---

**FICHA 1  
RECOGIDA DE DATOS**

**F1A) DATOS DE LA MANIPULACIÓN**

1) PESO REAL DE LA CARGA:  Kg.




2) DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PESO ACEPTABLE:

2.1 PESO TEÓRICO RECOMENDADO EN FUNCIÓN DE LA ZONA DE MANIPULACIÓN  Kg.




2.2 DESPLAZAMIENTO VERTICAL

	Factor corrección
Hasta 25 cm	1
Hasta 50 cm	0,91
Hasta 100 cm	0,87
Hasta 175 cm	0,84
Más de 175 cm	0

2.3 GIRO DEL TRONCO

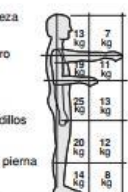
	Factor corrección
Sin giro	1
Poco girado (Hasta 30°) 	0,9
Girado (Hasta 60°) 	0,8
Muy girado (90°) 	0,7

2.4 TIPO DE AGARRE

	Factor corrección
Agarre bueno 	1
Agarre regular 	0,95
Agarre malo 	0,9

2.5 FRECUENCIA DE MANIPULACIÓN

	Duración de la manipulación		
	≤ 1h/día	> 1h y ≤ 2h	> 2h y ≤ 8h
	Factor corrección		
1 vez cada 5 minutos	1	0,95	0,85
1 vez / minuto	0,94	0,88	0,75
4 veces / minuto	0,84	0,72	0,45
9 veces / minuto	0,52	0,30	0,00
12 veces / minuto	0,37	0,00	0,00
> 15 veces / minuto	0,00	0,00	0,00



Altura de la cabeza

Altura del hombro

Altura del codo

Altura de los nudillos

Altura de media pierna

3) PESO TOTAL TRANSPORTADO DIARIAMENTE  Kg

4) DISTANCIA DE TRANSPORTE  m

53

Ilustración 4. Ficha F1A: Datos de la manipulación. Fuente: Guía INSHT para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas.

Juan Antonio Alcaide Nadales

- Datos ergonómicos.(Ficha F1B).

MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

---

**FICHA 1  
RECOGIDA DE DATOS**

**F1B) DATOS ERGONÓMICOS**

- ¿ Se inclina el tronco al manipular la carga ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Se ejercen fuerzas de empuje o tracción elevadas ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ El tamaño de la carga es mayor de 60 x 50 x 60 cm ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Puede ser peligrosa la superficie de la carga ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Se puede desplazar el centro de gravedad ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Se pueden mover las cargas de forma brusca e inesperada ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Son insuficientes las pausas ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Carece el trabajador de autonomía para regular su ritmo de trabajo? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Se realiza la tarea con el cuerpo en posición inestable ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Son los suelos irregulares o resbaladizos para el calzado del trabajador ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Es insuficiente el espacio de trabajo para una manipulación correcta ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Hay que salvar desniveles del suelo durante la manipulación ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Se realiza la manipulación en condiciones termohigrométricas extremas ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Existen corrientes de aire o ráfagas de viento que puedan desequilibrar la carga ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Es deficiente la iluminación para la manipulación ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Está expuesto el trabajador a vibraciones ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO

**Observaciones:**

.....

.....

.....

.....

*Ilustración 5. Ficha F1B: Datos ergonómicos. Fuente: Guía INSHT para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas.*

- Datos individuales.(Ficha F1C).

MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

---

**FICHA 1  
RECOGIDA DE DATOS**

**F1C) DATOS INDIVIDUALES**

- ¿ La vestimenta o el equipo de protección individual dificultan la manipulación ? .....  SI  NO

- ¿ Es inadecuado el calzado para la manipulación ? .....  SI  NO

- ¿ Carece el trabajador de información sobre el peso de la carga ? .....  SI  NO

- ¿ Carece el trabajador de información sobre el lado más pesado de la carga o sobre su centro de gravedad (En caso de estar descentrado) ? .....  SI  NO

- ¿ Es el trabajador especialmente sensible al riesgo (mujeres embarazadas, trabajadores con patologías dorsolumbares, etc) ? .....  SI  NO

- ¿ Carece el trabajador de información sobre los riesgos para su salud derivados de la manipulación manual de cargas ? .....  SI  NO

- ¿ Carece el trabajador de entrenamiento para realizar la manipulación con seguridad ? .....  SI  NO

**Observaciones:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....


*Ilustración 6. Ficha F1C: Datos individuales. Fuente: Guía INSHT para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas.*

3: Cálculo del peso aceptable: Esta ficha permite calcular un peso límite de referencia (peso aceptable), que se comparará con el peso real de la carga al realizar la evaluación de la ficha 3.

**FICHA 2  
CÁLCULO DEL PESO ACEPTABLE**

**· SELECCIONAR EL PESO TEÓRICO RECOMENDADO**

Altura de la cabeza	13	7
Altura del hombro	19	11
Altura del codo	25	13
Altura de los nudillos	20	12
Altura de media pierna	14	8



**Peso teórico recomendado**

 Kg.

**· CÁLCULO DEL PESO ACEPTABLE**

Este peso se calcula multiplicando el PESO TEÓRICO por los factores de reducción que se hayan marcado en los apartados 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5, correspondientes al desplazamiento vertical, el giro del tronco, el tipo de agarre y la frecuencia de manipulación, respectivamente.

PESO (\*)  
ACEPTABLE

=

PESO  
TEÓRICO

x

F.C. (\*\*)  
DESPL.  
VERTICAL

x

F.C.  
GIRO

x

F.C.  
AGARRE

x

F.C.  
FRECUENCIA

=

Peso  
aceptable

Kg.

(\*) Si se desea proteger al 95% de la población, el peso Aceptable se deberá multiplicar por un factor de corrección nuevo (0.6), que equivaldría a tener como punto de partida un Peso Teórico máximo de 15 kg, en lugar de 25 kg.

Para situaciones esporádicas, con trabajadores jóvenes y entrenados, se puede multiplicar por un factor de corrección de 1.6, equivalente a tener como punto de partida un Peso Teórico máximo de 40 kg, en lugar de 25 kg. Naturalmente, el porcentaje de la población cubierta en este caso sería mucho menor del 85%, aunque no está determinado concretamente el porcentaje.

(\*\*) Factor de Corrección

Ilustración 7. Ficha 2: Cálculo del peso aceptable. Fuente: Guía INSHT para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas.



4: Evaluación: Una vez finalizada la fase de recogida de datos, será necesario realizar una evaluación global del posible riesgo, teniendo en cuenta todos los factores de análisis. En la ficha 3 (F3) “Evaluación del riesgo”, se proporcionan indicaciones del Método a seguir para realizar tal evaluación.

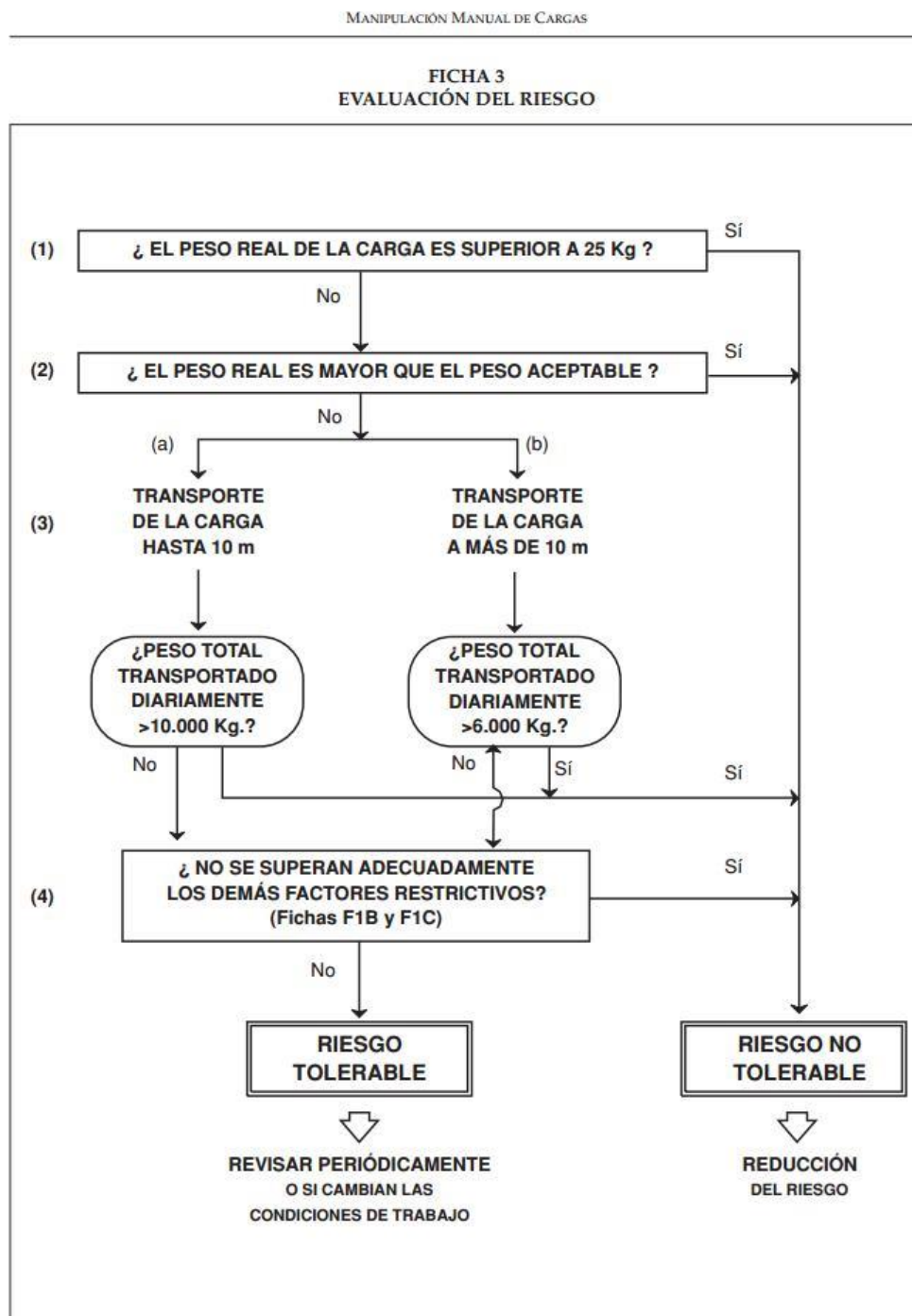


Ilustración 8. Ficha 3: Evaluación del riesgo. Fuente: Guía INSHT para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas.

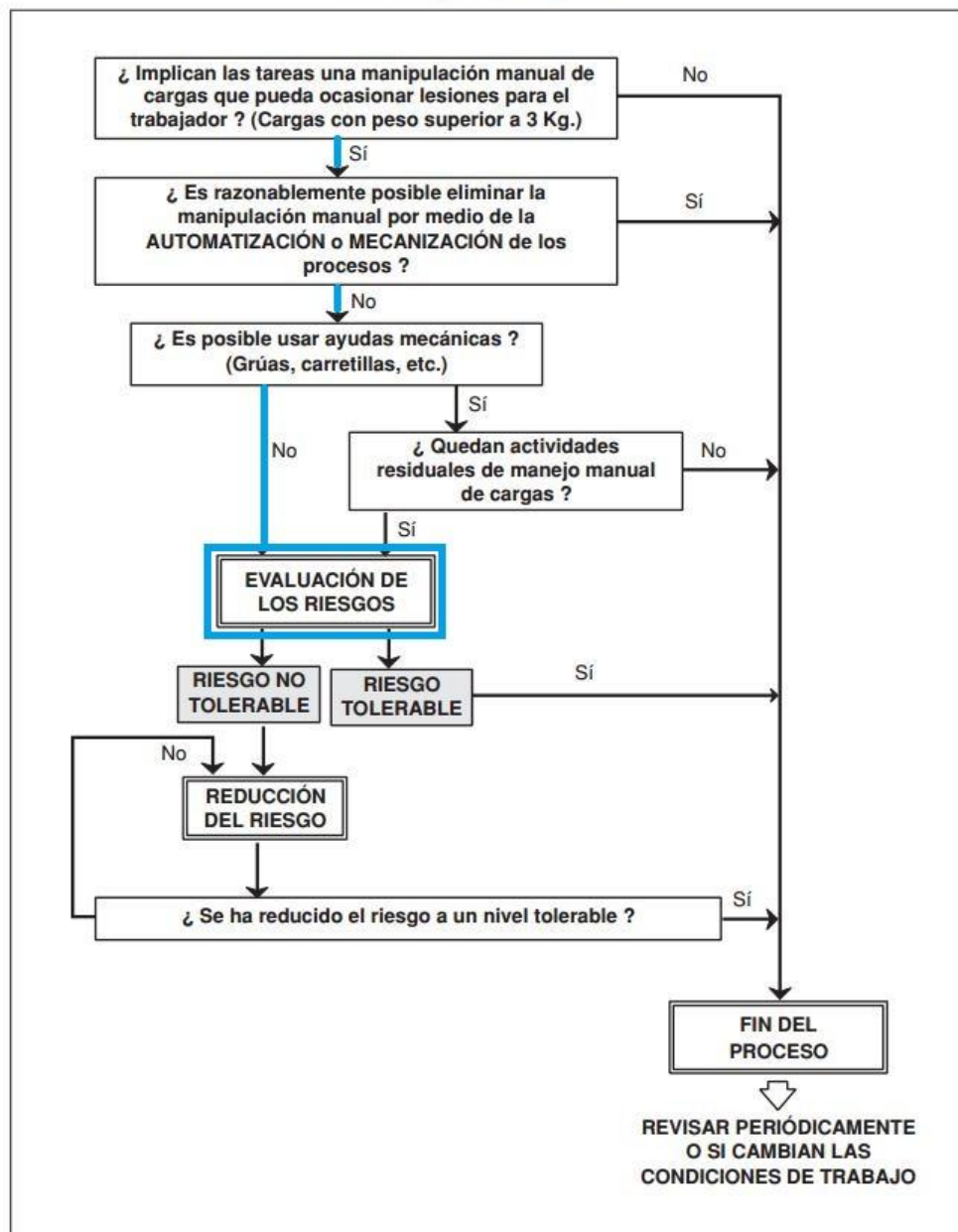


**Resultados.**

Los resultados han sido los siguientes:

III.1.5 FICHAS DEL MÉTODO

DIAGRAMA DE DECISIONES



FICHA 1  
RECOGIDA DE DATOS

F1A) DATOS DE LA MANIPULACIÓN

1) PESO REAL DE LA CARGA: **35** Kg.

2) DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PESO ACEPTABLE:

2.1 PESO TEÓRICO RECOMENDADO EN FUNCIÓN DE LA ZONA DE MANIPULACIÓN

**25** Kg.



2.2 DESPLAZAMIENTO VERTICAL

	Factor corrección	
Hasta 25 cm	1	
Hasta 50 cm	0,91	<b>0.91</b>
Hasta 100 cm	0,87	
Hasta 175 cm	0,84	
Más de 175 cm	0	

2.3 GIRO DEL TRONCO

	Factor corrección	
Sin giro	1	
Poco girado (Hasta 30°)	0,9	<b>1</b>
Girado (Hasta 60°)	0,8	
Muy girado (90°)	0,7	

2.4 TIPO DE AGARRE

	Factor corrección	
Agarre bueno	1	<b>0.95</b>
Agarre regular	0,95	
Agarre malo	0,9	

2.5 FRECUENCIA DE MANIPULACIÓN

	Duración de la manipulación		
	≤ 1h/día	> 1h y ≤ 2h	> 2h y ≤ 8h
	Factor corrección		
1 vez cada 5 minutos	1	0,95	0,85
1 vez / minuto	0,94	0,88	0,75
4 veces / minuto	0,84	0,72	0,45
9 veces / minuto	0,52	0,30	0,00
12 veces / minuto	0,37	0,00	0,00
> 15 veces / minuto	0,00	0,00	0,00

3) PESO TOTAL TRANSPORTADO DIARIAMENTE **1200** Kg

4) DISTANCIA DE TRANSPORTE **100** m

FICHA 1  
RECOGIDA DE DATOS

**F1B) DATOS ERGONÓMICOS**

- ¿ Se inclina el tronco al manipular la carga ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO
- ¿ Se ejercen fuerzas de empuje o tracción elevadas ? .....	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ El tamaño de la carga es mayor de 60 x 50 x 60 cm ? .....	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Puede ser peligrosa la superficie de la carga ? .....	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Se puede desplazar el centro de gravedad ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO
- ¿ Se pueden mover las cargas de forma brusca e inesperada ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO
- ¿ Son insuficientes las pausas ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO
- ¿ Carece el trabajador de autonomía para regular su ritmo de trabajo? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO
- ¿ Se realiza la tarea con el cuerpo en posición inestable ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO
- ¿ Son los suelos irregulares o resbaladizos para el calzado del trabajador ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO
- ¿ Es insuficiente el espacio de trabajo para una manipulación correcta ? .....	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Hay que salvar desniveles del suelo durante la manipulación ? .....	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- ¿ Se realiza la manipulación en condiciones termohigrométricas extremas ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO
- ¿ Existen corrientes de aire o ráfagas de viento que puedan desequilibrar la carga ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO
- ¿ Es deficiente la iluminación para la manipulación ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO
- ¿ Está expuesto el trabajador a vibraciones ? .....	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO

**Observaciones:**

**Existen 5 factores ergonómicos afirmativos.**

.....

.....

.....

.....

FICHA 1  
RECOGIDA DE DATOS

F1C) DATOS INDIVIDUALES

- ¿ La vestimenta o el equipo de protección individual dificultan la manipulación ? .....  SI  NO
- ¿ Es inadecuado el calzado para la manipulación ? .....  SI  NO
- ¿ Carece el trabajador de información sobre el peso de la carga ? .....  SI  NO
- ¿ Carece el trabajador de información sobre el lado más pesado de la carga o sobre su centro de gravedad (En caso de estar descentrado) ? .....  SI  NO
- ¿ Es el trabajador especialmente sensible al riesgo (mujeres embarazadas, trabajadores con patologías dorsolumbares, etc) ? .....  SI  NO
- ¿ Carece el trabajador de información sobre los riesgos para su salud derivados de la manipulación manual de cargas ? .....  SI  NO
- ¿ Carece el trabajador de entrenamiento para realizar la manipulación con seguridad ? .....  SI  NO

Observaciones:

**No existen factores individuales que empeoren el peso aceptable.**

.....

.....

.....

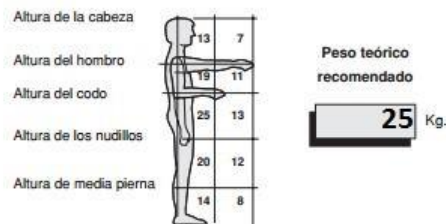
.....

.....

.....

FICHA 2  
CÁLCULO DEL PESO ACEPTABLE

· SELECCIONAR EL PESO TEÓRICO RECOMENDADO



· CÁLCULO DEL PESO ACEPTABLE

Este peso se calcula multiplicando el PESO TEÓRICO por los factores de reducción que se hayan marcado en los apartados 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5, correspondientes al desplazamiento vertical, el giro del tronco, el tipo de agarre y la frecuencia de manipulación, respectivamente.

$$\begin{array}{c} \text{PESO (*)} \\ \text{ACEPTABLE} \end{array} = \begin{array}{c} \text{PESO} \\ \text{TEÓRICO} \end{array} \times \begin{array}{c} \text{F.C. (**)} \\ \text{DESPL.} \\ \text{VERTICAL} \end{array} \times \begin{array}{c} \text{F.C.} \\ \text{GIRO} \end{array} \times \begin{array}{c} \text{F.C.} \\ \text{AGARRE} \end{array} \times \begin{array}{c} \text{F.C.} \\ \text{FRECUENCIA} \end{array} = \begin{array}{c} \text{Peso} \\ \text{aceptable} \end{array}$$

25 x 0.91 x 1 x 0.95 x 0.95 = 20.53 Kg.

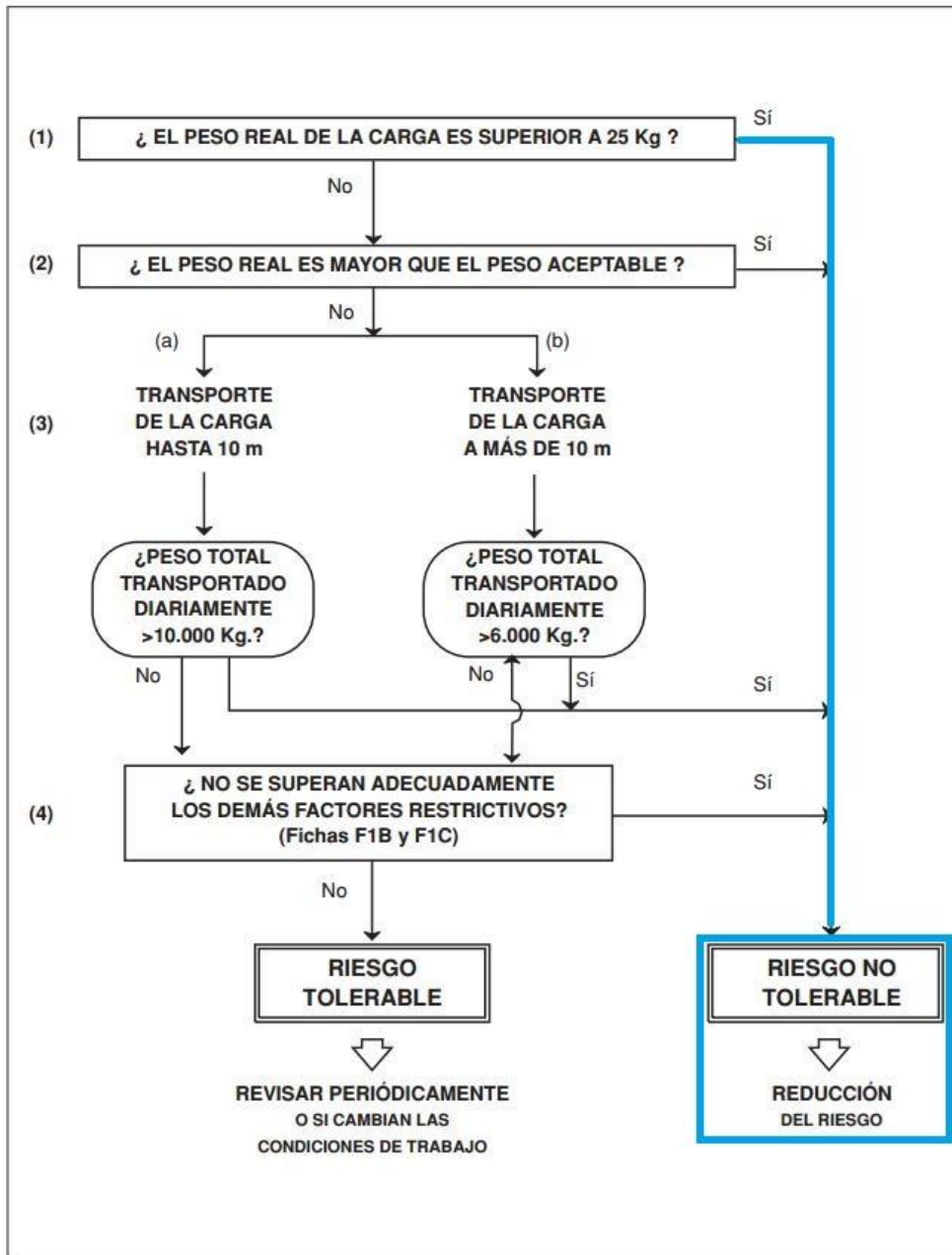
(\*) Si se desea proteger al 95% de la población, el peso Aceptable se deberá multiplicar por un factor de corrección nuevo (0.6), que equivaldría a tener como punto de partida un Peso Teórico máximo de 15 kg, en lugar de 25 kg.

Para situaciones esporádicas, con trabajadores jóvenes y entrenados, se puede multiplicar por un factor de corrección de 1,6, equivalente a tener como punto de partida un Peso Teórico máximo de 40 kg, en lugar de 25 kg. Naturalmente, el porcentaje de la población cubierta en este caso sería mucho menor del 85%, aunque no está determinado concretamente el porcentaje.

(\*\*) Factor de Corrección



FICHA 3  
EVALUACIÓN DEL RIESGO





***Conclusiones.***

El peso real (35 kg, por pesar una piedra mediana alrededor de 70 kilogramos y estar repartido en dos trabajadores) es superior al peso aceptable, que es 20,53 kg y debería ser reducido por los 5 factores ergonómicos afirmativos y por el hecho de que la carga es llevada entre dos trabajadores según indica el factor de análisis 2 de la guía: la posición de la carga con respecto al cuerpo:

*- Manipulación en equipo*

*Así mismo, cuando se maneja una carga entre dos o más personas, las capacidades individuales disminuyen, debido a la dificultad de sincronizar los movimientos o por dificultarse la visión unos a otros.*

*En general, en un equipo de dos personas, la capacidad de levantamiento es dos tercios de la suma de las capacidades individuales. Cuando el equipo es de tres personas, la capacidad de levantamiento del equipo se reduciría a la mitad de la suma de las capacidades individuales teóricas.<sup>10</sup>*

Por tanto, el riesgo por manipulación manual de cargas es **NO ACEPTABLE**, con lo que se deberán tomar medidas preventivas que mejoren la situación ergonómica.

---

<sup>10</sup> Guía para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. INSHT.

***Medidas preventivas.***

Debido a que el peso aceptable ya ronda el máximo posible (20,53 kg, siendo el máximo 25), las medidas preventivas no vendrán encaminadas a aumentar este peso aceptable, si no a reducir el peso real de la carga. Por tanto las medidas propuestas son:

- Dividir las encimeras en segmentos más pequeños que puedan ser transportados más fácilmente. Esto es una ventaja tanto en el aspecto del peso a transportar como en cuanto a las dimensiones de los objetos a transportar, siendo más fácil el paso por puertas, pasillos estrechos, etc.
- En encimeras muy pesadas, contemplar la ayuda de un tercer trabajador.

Otras medidas: Algunas de ellas ya se están tomando y deben mantenerse:

- Para facilitar la carga de las encimeras en las furgonetas, contemplar la posibilidad de construir un muelle de carga que deje en el mismo plano el taller y el suelo de la furgoneta.
- Uso de calzado de seguridad para evitar aplastamientos del pie en caso de caída de una piedra transportada.
- Uso de guantes para evitar cortes y ofrecer una protección en caso de aplastamiento.
- Realizar descansos breves si la distancia de transporte es larga. Descansar después de sobreesfuerzos como el ascenso por escaleras, o salvar obstáculos estrechos.
- En verano, debido a las altas temperaturas y a la imposibilidad de climatizar la tarea ya que a menudo transcurre por la vía pública, refrescarse continuamente bebiendo agua. Llevar una correcta alimentación para evitar caer en lipotimias. Realizar un correcto descanso.
- Realizar la carga y descarga de los materiales en la furgoneta de manera segura. Durante el transporte la carga irá bien atada y sujeta para evitar su vaivén por las maniobras de conducción. Evitar transportar herramientas u otros objetos en el habitáculo de conducción, y hacerlo siempre en la parte de carga.
- Realizar una conducción segura, que maximice la suavidad en la frenada y toma de curvas para evitar movimientos de la carga. Es recomendable la asistencia a cursos de seguridad vial y conducción eficiente.
- Respetar siempre los pesos máximos admisibles de los vehículos.
- Informar a los trabajadores sobre el método correcto de levantamiento de cargas.

## **5. HIGIENE INDUSTRIAL.**

### ***Introducción.***

#### ***La Higiene Industrial.***

La Higiene Industrial es la especialidad de la Prevención de Riesgos Laborales que se encarga de prevenir las enfermedades profesionales. Puede ser definida como “*el conjunto de métodos y actuaciones encaminadas a identificar, medir y evaluar el riesgo generado por los contaminantes presentes en el medio ambiente laboral; y de adoptar las medidas correctivas necesarias para evitar dicho riesgo, y, por tanto, las enfermedades profesionales*”<sup>1</sup>. Por contaminante podemos entender cualquier sustancia (contaminante químico), energía (contaminantes físicos tales como ruido, vibraciones, temperatura o radiación) u organismo vivo (contaminante biológico, como un hongo o un virus) que, a consecuencia de la actividad laboral, altera las condiciones ambientales, y puede incidir negativamente en la salud de los trabajadores.

#### ***Enfermedad profesional.***

La Ley General de Seguridad Social (*Real Decreto Legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social*) en su Artículo 157 define el concepto de enfermedad profesional:

*“Se entenderá por enfermedad profesional la contraída a consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena en las actividades que se especifiquen en el cuadro que se apruebe por las disposiciones de aplicación y desarrollo de esta ley, y que esté provocada por la acción de los elementos o sustancias que en dicho cuadro se indiquen para cada enfermedad profesional.”*<sup>2</sup>

El referido cuadro que recoge las enfermedades profesionales es el *Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro*. El cuadro admite la inclusión de nuevas enfermedades, y además incluye un anexo de enfermedades que aún no están reconocidas como profesionales pero que podrían estarlo próximamente.

Podemos entender entonces que, mientras que los accidentes laborales tienen lugar en un momento preciso y sus consecuencias son visibles inmediatamente (cortes, caídas, etc.), por su parte, las enfermedades profesionales se desarrollan durante un largo periodo de tiempo de exposición a un agente contaminante, disminuyendo paulatinamente la salud del trabajador. Tanto es así, que algunas enfermedades como la silicosis pueden manifestarse tras varias décadas de exposición al polvo de sílice que la provoca, incluso pudiendo estar el trabajador ya en otro trabajo o jubilado.

---

<sup>1</sup> Manual de Prevención de Riesgos Laborales. José Ignacio García Ninet. 2012.

<sup>2</sup> Ley General de Seguridad Social. Artículos mencionados.

Los factores que intervendrán en el desarrollo de una enfermedad profesional son la concentración del contaminante, el tiempo de exposición, y la propia persona afectada (edad, sexo, antecedentes médicos).

#### Ramas de la higiene.

Como se ha señalado al principio de esta sección, los objetivos de la Higiene Industrial son “*identificar, medir y evaluar el riesgo generado por los contaminantes presentes en el medio ambiente laboral*”. Para ello, la Higiene Industrial se divide a su vez en cuatro ramas que están relacionadas entre sí.

- Higiene Teórica: Establece, basándose en estudios y experimentos, la relación dosis-efecto de cada contaminante, así como los criterios de valoración (valores de referencia) que garanticen que la mayoría de trabajadores expuestos a dichos contaminantes no sufran daños en su salud.<sup>3</sup>
- Higiene de Campo: Estudia los problemas higiénicos en el ambiente de trabajo, recogiendo datos y muestras que permiten evaluar los riesgos.<sup>4</sup>
- Higiene Analítica: Actúa utilizando diversas técnicas de laboratorio para identificar cualitativa y cuantitativamente los contaminantes de las muestras recogidas por la Higiene de Campo.<sup>5</sup>
- Higiene Operativa: Comprende la elección y recomendación de las medidas de control que se deben implantar en los ambientes de trabajo para reducir los niveles de concentración hasta niveles no perjudiciales para la salud.<sup>6</sup>

#### Valores de Referencia.

Las metodologías de evaluación de riesgos higiénicos a menudo consisten en la recolección de datos relativos al tipo de contaminante y/o a su concentración (Higiene de campo/analítica) y la posterior comparación con unos valores establecidos por la Higiene Teórica. Estos son los llamados Valores Límite Ambientales: una concentración de cada contaminante que no se debe superar si queremos mantener las condiciones de seguridad.

Estos Valores Límite Ambientales (VAL) son publicados anualmente por el INSHT (*Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España*). Los valores pueden variar de un año a otro, ya que son sometidos a revisión constantemente.

Los Valores Límite Ambientales expresan la cantidad o concentración límite en el ambiente del puesto de trabajo. Estos valores representan la concentración de agentes químicos específicos (no mezclas de estos) en el aire del puesto de trabajo. Este mismo documento establece los VAL de exposición diaria (VLA-ED) y de exposición de corta duración (VLA-EC), además de los Valores Límite Biológicos (VLB)

---

<sup>3</sup> Manual de Prevención de Riesgos Laborales. José Ignacio García Ninet. 2012.

<sup>4</sup> <http://www.construmatica.com/>

<sup>5</sup> Manual de Prevención de Riesgos Laborales. José Ignacio García Ninet. 2012.

<sup>6</sup> <http://www.construmatica.com/>

- El VLA-ED representan condiciones en las que se cree que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos ocho horas diarias y 40 horas semanales durante toda su vida laboral sin sufrir efectos adversos para la salud.
- El VLA-EC es un valor de concentración en el aire que no debe superarse en ninguna exposición corta (EC) de la jornada laboral, entendiéndose como exposición de corta duración la concentración en un periodo de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral.

Por otra parte, los Valores Límite Biológicos indican la cantidad máxima de contaminante en el organismo del trabajador que no supone riesgo para la salud. Estos valores son comparados con los resultados obtenidos de los Indicadores Biológicos (IB), es decir, aquel parámetro que se mide en un medio biológico del trabajador, en un momento determinado, y que está asociado con la exposición global (es decir, por todas las vías de entrada) a un agente químico. Como medios biológicos se utilizan el aire exhalado, la orina, la sangre y otros. Según cuál sea el parámetro, la medida puede indicar la intensidad de una exposición reciente, la exposición promedio diaria o la cantidad total del agente acumulada en el organismo. El control biológico puede usarse para completar la valoración ambiental, para comprobar la eficacia de los equipos de protección individual o para detectar una posible absorción dérmica /o gastrointestinal.<sup>7</sup>

Es importante tener presente que el riesgo de exposición a un contaminante se valora no sólo teniendo en cuenta la cantidad o concentración de contaminante, sino también, el tiempo que dura la exposición a dicho contaminante, y otros posibles factores ambientales y/o individuales como, la penosidad de la tarea, la temperatura, el embarazo, la edad, las posibles patologías previas, etc.<sup>8</sup>

### ***Riesgos higiénicos en la empresa.***

Existen dos riesgos higiénicos destacables en una empresa como la que nos ocupa: el polvo de sílice, y el ruido.

Aunque existe un riesgo evidente de ruido, que debe ser medido y evaluado, en este trabajo nos vamos a centrar en el riesgo por polvo de sílice por ser mucho más evidente, típico, y grave, en este sector.

#### *Polvo de sílice. Silicosis.*

Basándonos en la “*Nota Técnica de Prevención 890: Aglomerados de cuarzo: medidas preventivas en operaciones de mecanizado*”, se exponen a continuación con claridad y de manera breve los principales problemas derivados del polvo de sílice, así como su metodología para la evaluación del riesgo y las medidas preventivas recomendadas.

#### *¿Qué es la sílice?*

La sílice (SiO<sub>2</sub>, Dióxido de sílice) es un componente presente en muchos minerales y que puede presentarse en forma cristalina o amorfa (no cristalina). La forma más común de la

---

<sup>7</sup> Manual de Prevención de Riesgos Laborales. José Ignacio García Ninet. 2012.

<sup>8</sup> Manual de Prevención de Riesgos Laborales. José Ignacio García Ninet. 2012.

sílice cristalina es el cuarzo, que se encuentra en la mayoría de los distintos tipos de roca. El cuarzo a temperaturas superiores a 800°C pasa a la forma de *tridimita*, y a 1400°C se forma *crystalita*. Para el caso de la sílice no cristalina, algunas de sus formas son: Tierra de diatomeas, Tierra de infusorios, Kieselguhr, diatomita, ópalo y trípoli.

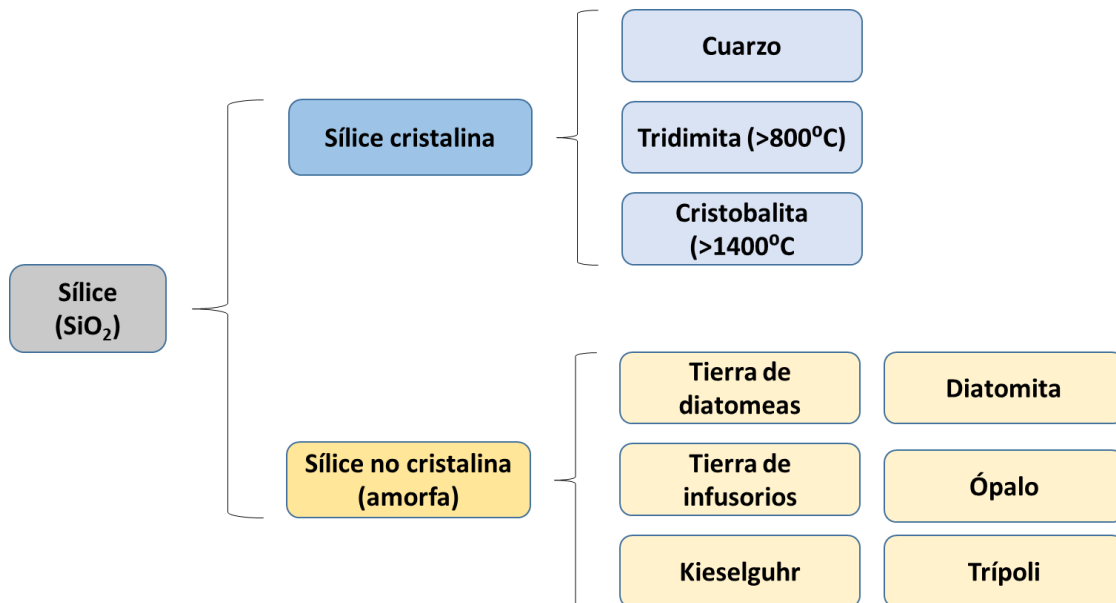


Ilustración 10. Formas de sílice.

Todas las formas cristalinas de la sílice se denominan “sílice libre cristalina”, y tienen muchas aplicaciones industriales que derivan de sus propiedades físicas y químicas: dureza o resistencia, resistencia química, alto punto de fusión, piezoelectricidad, piroelectricidad y transparencia.

La sílice forma parte de diversos minerales que intervienen en el proceso de producción de varios sectores industriales, entre ellos el sector de la piedra natural.

#### Sílice cristalina respirable.

En aquellas operaciones en las que se trituran, cortan, perforan, tallan o muelen materiales, productos o materias primas que contienen sílice cristalina (es decir, siempre que se genere polvo de sílice), se pueden liberar al ambiente de trabajo partículas de sílice cristalina respirable. Esta sílice cristalina respirable es la fracción de la masa de polvo de sílice inhalada que penetra hasta las vías respiratorias no ciliadas y se deposita en ellas. Usualmente son partículas de un tamaño inferior a 0,5 µm.

#### Aglomerados de cuarzo.

El contenido en sílice cristalina de los aglomerados de cuarzo puede variar entre el 70 y el 90%, en función del color y el acabado. Por tanto, es lógico que el sector de la manufacturación de la piedra natural, al incluir también el trabajo de aglomerados de cuarzo, se encuentre entre los sectores con más riesgo de silicosis.

Se entiende por aglomerado de cuarzo, o compacto de cuarzo, un material compuesto por arenas de sílice, cuarzo, en algunos casos con presencia de cristobalita, en granulometrías variables (siempre inferiores a 4,5 mm), cementado con otros componentes (vidrios,

feldespatos, colorantes, etc.) por medio de resinas de poliéster o acrílicas como elemento aglutinante para conseguir resultados de solidez y resistencia.

Este material aparece en el mercado en los años 90 como alternativa, y para las mismas aplicaciones, para las que tradicionalmente se han utilizado los tableros de las piedras naturales (p.e. granito y mármol). Presenta una gran variedad de colores y acabados superficiales, lo cual propició que en un principio se empleara ampliamente en la decoración de ambientes interiores, principalmente en encimeras de cocina y baño. Posteriormente, su uso se ha extendido, empleándose también en pavimentos de pequeño espesor, escaleras y revestimiento de pared.

Con los aglomerados de cuarzo se fabrican tableros de unas dimensiones superficiales aproximadas de 3 por 1,5 metros, de diferentes espesores, normalmente de 12 a 30 milímetros.

En la manipulación de estas piezas fabricadas con aglomerados de cuarzo se pueden diferenciar dos situaciones de trabajo:

1. *Elaboración de las piezas en el taller de marmolería, a partir de los tableros de aglomerado de cuarzo.*

La elaboración de piezas en el taller se inicia con el corte de los tableros de aglomerado a las dimensiones deseadas, mediante sierras de disco “de diamante”. Las piezas cortadas siguen otros procesos de acabado, como el contorneado o el pulido de cantos y el mecanizado de orificios para insertar lavabos, cocinas, grifos o cualquier otro tipo de elemento que forme parte de la instalación.

Finalmente, algunas de las piezas cortadas y mecanizadas se montan y encolan en el taller con el objeto de minimizar los trabajos de instalación en la obra.

En la actualidad muchas de estas operaciones se realizan mediante máquinas previamente programadas de funcionamiento automático (máquinas de control numérico).

Durante las operaciones de ensamblado puede ser necesaria la realización de operaciones de ajuste y de pulido de algunas piezas.

2. *Instalación de las piezas elaboradas, ya sea en edificios de nueva construcción o en obras de reforma o rehabilitación.*

La instalación (montaje) en obra de las piezas preparadas en el taller puede requerir en algunas ocasiones la realización de operaciones de mecanizado y ajuste en función de la precisión con que se han elaborado.

Además, para la adhesión de las piezas al soporte se necesita un adhesivo flexible como el cemento cola, con su mismo coeficiente de dilatación.

#### *Efectos del polvo de sílice sobre la salud.*

La sílice cristalina en contacto directo con la piel en estado seco causa irritación por abrasión mecánica; en contacto con los ojos puede provocar la irritación de los mismos; su ingestión en grandes cantidades puede provocar irritación y bloqueo gastrointestinal y su inhalación puede irritar la nariz, garganta y vías respiratorias.

Sin embargo, cuando las partículas de polvo son lo suficientemente pequeñas como para ser inhaladas y penetrar profundamente en los pulmones (sílice cristalina respirable), la exposición crónica a este polvo puede producir silicosis, enfermedad profesional de los pulmones atribuible a la inhalación de dióxido de silicio en forma cristalina, generalmente como cuarzo, pero también como cristobalita y tridimita.

La silicosis se enmarca en el grupo de las neumoconiosis, que son enfermedades pulmonares resultantes de la inhalación y acumulación de polvo inorgánico, así como de la reacción que se produce en el tejido pulmonar a consecuencia de las partículas depositadas. El riesgo de aparición de la enfermedad se relaciona con la cantidad de sílice cristalina inhalada a lo largo de la vida laboral y, una vez establecida, no se dispone de ningún tratamiento eficaz. La única medida para la prevención de esta enfermedad es el control del polvo respirable y el diagnóstico precoz.

Puede presentarse en tres formas:

- Silicosis crónica. La más común. Hace referencia a una enfermedad de evolución crónica, que aparece después de varios años (con frecuencia más de 20 años) de exposición a concentraciones moderadas o bajas de sílice cristalina respirable.
- Silicosis aguda. Es una forma clínica rápidamente progresiva que puede evolucionar en un corto periodo de tiempo (meses o muy pocos años) después de una exposición a concentraciones muy altas de sílice cristalina respirable.
- Silicosis acelerada. Se trata de otra forma clínica, no bien definida, intermedia entre la aguda y la crónica. Puede aparecer tras 5-10 años de exposición a concentraciones elevadas de sílice cristalina respirable.

Además, la inhalación de polvo de sílice cristalina está asociada también a otras enfermedades tales como cáncer de pulmón, enfermedad renal, pérdida de función pulmonar e incremento del riesgo de tuberculosis.

#### ***Metodología de evaluación de la exposición a la sílice respirable.***

El “*Real Decreto Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo*” establece en su artículo 3.5 las bases para las metodologías de evaluación de riesgos higiénicos como sigue:

*“La evaluación de los riesgos derivados de la exposición por inhalación a un agente químico peligroso deberá incluir la medición de las concentraciones del agente en el aire, en la zona de respiración del trabajador, y su posterior comparación con el valor límite ambiental que corresponda, según lo dispuesto en el apartado anterior. El procedimiento de medición utilizado deberá adaptarse, por tanto, a la naturaleza de dicho valor límite.*”

*El procedimiento de medición y, concretamente, la estrategia de medición (el número, duración y oportunidad de las mediciones) y el método de medición (incluidos, en su caso, los requisitos exigibles a los instrumentos de medida), se establecerán siguiendo la*



*normativa específica que sea de aplicación o, en ausencia de ésta, conforme a lo dispuesto en el artículo 5.3 del Reglamento de los Servicios de Prevención.*<sup>9</sup>

Por lo tanto, para establecer las condiciones en las que debemos de realizar las mediciones y la evaluación del riesgo de inhalación de polvo de sílice, acudiremos en primer lugar a la normativa específica. En este caso encontramos varias Normas Técnicas de Prevención relacionadas que se enumeran a continuación y en las que basaremos el proceso de medición y evaluación que describiremos:

- NTP 020. Toma de muestras de contaminantes con filtro. Norma general.
- NTP 553. Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (I).
- NTP 554. Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (II).
- NTP 060. Toma de muestras de sílice libre. Análisis difractométrico.
- NTP 777. Bombas de muestreo personal para agentes químicos (I): recomendaciones para su selección y uso.
- NTP 778. Bombas de muestreo personal para agentes químicos (II): verificación de las características técnicas.
- NTP 808. Exposición laboral a agentes químicos: requisitos de los procedimientos de medición.

#### Fundamento del método analítico.

Cada sustancia y cada método analítico suele ir ligado a un equipamiento y condiciones de muestreo específicas. El método de detección de partículas de sílice que vamos a utilizar es el de análisis difractométrico, que está contenido en la “*Nota Técnica de Prevención 060. Toma de muestras de sílice libre. Análisis difractométrico*”.

Este método abarca el área de la higiene industrial, en lo que respecta a la captación de polvo silicótico total o respirable y su posterior determinación mediante Difracción de Rayos-X.<sup>10</sup>

Este método consiste en la recogida de una muestra del polvo usando un equipamiento y condiciones específicas, y su posterior análisis en laboratorio mediante difracción por rayos X. En cada muestra se determina la presencia cualitativa y cuantitativa de sílice libre cristalina (cuarzo, tridimita y cristobalita).<sup>11</sup>

#### Equipo y material necesario.<sup>12</sup>

- **Bomba de aspiración:** Bomba para muestreo personal y ambiental, cuyo caudal se mantenga dentro del valor determinado, con una exactitud de  $\pm 5\%$ . La calibración

---

<sup>9</sup> Real Decreto Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

<sup>10</sup> NTP 060. Toma de muestras de sílice libre. Análisis difractométrico.

<sup>11</sup> NTP 060. Toma de muestras de sílice libre. Análisis difractométrico.

<sup>12</sup> NTP 060. Toma de muestras de sílice libre. Análisis difractométrico.

de la bomba debe realizarse con el mismo tipo de soporte o unidad de captación, con el fin de que, la pérdida de carga sea similar a la que se tendrá en el muestreo.

- Unidad de captación: Compuesta por:
  - Filtro: Filtro de membrana de cloruro de polivinilo (PVC), de 37 mm de diámetro y 0,5 micras de tamaño de poro, previamente tarado con una aproximación mínima de 0,01 mg.
  - Soporte de celulosa: Actúa como soporte físico del filtro, siendo su tamaño adecuado al diámetro del filtro.<sup>13</sup>
  - Portafiltros (cassette): Usaremos un cassette de dos cuerpos, tanto para la medición de polvo total como para la de fracción de polvo respirable.
  - Ciclón y portaciclón. Ciclón de nylon de 10 mm. Se usa solo cuando queramos muestrear la fracción de polvo respirable (es decir, partículas inhaladas que penetran en las vías respiratorias no ciliadas). El portaciclón es un soporte metálico para la unión del ciclón con el portafiltros.
  - Tubo flexible de silicona y adaptador. El tubo tendrá un diámetro interior de 6,4mm y una longitud aproximada de un metro. El adaptador facilita su conexión al portafiltros.
- Termómetro y manómetro, para la conversión del volumen de muestreo a condiciones normales (25°C y 760mmHg).

Condiciones de muestreo.

Es necesario señalar que debemos medir y evaluar la concentración de dos tipos de contaminantes químicos distintos. En una empresa como la que nos ocupa, debemos esperar la presencia de los siguientes contaminantes, extraídos del documento “*Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. Año 2016.*”.<sup>14</sup>

	NºCE	CAS	AGENTE QUÍMICO	VLA-ED (mg/m <sup>3</sup> )
POLVO INHALABLE			Partículas (insolubles o solubles) no especificadas de otra forma: Fracción inhalable.	10
POLVO RESPIRABLE			Partículas (insolubles o solubles) no especificadas de otra forma: Fracción respirable.	3
	238-455-4	144-64-46-1	Sílice cristalina: Cristobalita. Fracción respirable.	0,05
	238-878-4	14808-60-7	Sílice cristalina: Cuarzo. Fracción respirable.	0,05

Tabla 4. Contaminantes a medir, y concentraciones límite.. Fuente: INSHT. Texto "Límites de exposición profesional para agentes químicos en España (2016)."

<sup>13</sup> NTP 020. Toma de muestras de contaminantes con filtro. Norma general.

<sup>14</sup> Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. Año 2016.

La “*Nota Técnica de Prevención 808 – Exposición laboral a agentes químicos. Requisitos de los procedimientos de medición*” expone brevemente los tipos de polvo según su penetración en las vías respiratorias de los trabajadores, como sigue:

- Fracción inhalable: La fracción másica del aerosol total que se inhala a través de la nariz y la boca.
- Fracción extratorácica: La fracción másica de las partículas inhaladas que no penetran más allá de la laringe.
- Fracción torácica: La fracción másica de las partículas inhaladas que penetran más allá de la laringe.
- Fracción traqueobronquial: La fracción másica de las partículas inhaladas que penetran más allá de la laringe, pero que no pueden penetrar en las vías respiratorias no ciliadas.
- Fracción respirable: La fracción másica de las partículas inhaladas que penetran en las vías respiratorias no ciliadas.

El método contemplado en la NTP 060 propone dos métodos distintos para el muestreo según sea de polvo respirable o de polvo inhalable:

- Para captar el polvo total, indica que se debe usar un caudal de aire de 2 l/min, a través de un cassette de dos o tres cuerpos.
- Para captar la fracción respirable, se debe usar un caudal de aire de 1,7 l/min a través de un cassette de dos cuerpos acoplado a un ciclón.

Por lo que, en definitiva, se deberán hacer primero mediciones para el polvo inhalable en las condiciones adecuadas, y luego otras mediciones para el polvo respirable, con sus condiciones.

	Caudal	Ciclón	Portafiltros
Polvo total	2 lpm	NO	2 o 3 Cuerpos.
Polvo respirable	1,7 lpm	SI	2 Cuerpos.

*Tabla 5. Condiciones para la medición de partículas según NTP 060.*

Tras obtener la concentración de polvo respirable, se analizará la concentración de cuarzo y cristobalita.

#### Procedimiento de muestreo.

El procedimiento está descrito en la NTP 060:

Colocar la bomba de aspiración, convenientemente calibrada, en la parte posterior de la cintura del operario a muestrear, asegurándola con un cinturón apropiado.

Ajustar el tubo que conecta la bomba con el cassette, por la espalda y hombro del operario, de forma que el extremo del tubo quede a la altura de la clavícula del operario, fijándolo con una pinza a su vestimenta.

Retirar los tapones del portafiltros o cassette y conectar el orificio de salida al tubo de conducción del aire con ayuda de un adaptador (En las captaciones de polvo respirable, se conecta el conjunto cassette-ciclón).

Cuando deba utilizarse ciclón, éste previamente deberá ser desmontado e inspeccionado meticulosamente en su interior. Si en él aparece suciedad, deberá limpiarse frotando cuidadosamente con un trozo de algodón húmedo. Siempre que se aprecien muescas, o rayas, el ciclón deberá desecharse (Se alterarían las características granulométricas del polvo separado por el ciclón).

Antes de iniciarse el muestreo comprobar la perfecta estanqueidad del conjunto. En los casos que se utilice ciclón, asegurarse de que la alineación ciclón cassette sea perfecta (Un deficiente montaje conducirá a la obtención de resultados defectuosos o erróneos).

Poner la bomba en funcionamiento e iniciar la captación de la muestra.

Durante la captación, vigilar periódicamente que la bomba funciona correctamente. Caso de que se aprecien anomalías o variaciones sobre el caudal inicial, volver a recalibrar la bomba, o proceder a anular la muestra.

Transcurrido el tiempo de muestreo predeterminado, parar el funcionamiento de la bomba y anotar los datos siguientes: tiempo de muestreo, caudal, temperatura ambiental, y presión (si no puede averiguarse la presión, se estimará la altitud de la zona).

Finalizada la captación retirar el cassette y cerrar sus orificios con sus tapones, procurando que éstos ajusten perfectamente. El cassette no debe abrirse bajo ninguna circunstancia hasta el momento del análisis. Colocar sobre el cassette una etiqueta con indicación clara del número identificativo de la muestra tomada.

Acompañar con cada lote de filtros muestreados un "filtro blanco", el cual ha sido sometido a sus mismas manipulaciones, excepto que no se ha pasado aire a su través. Etiquetarlo con la palabra Blanco.



Tabla 6. Equipo para medición de polvo total (izquierda) y polvo respirable (derecha) (con uso de ciclón). Fuente: NTP 060.

Número de muestras y duración, número de trabajadores. Tipos de procedimientos de muestreo.

La “Nota Técnica de Prevención 553 - Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (I)” nos indica cómo debemos realizar nuestra medición en cuanto a número de ensayos, duración de los mismos, etc.

- **Número de muestras.**

El número de ensayos mínimo vendrá definido en función de la duración de los mismos. La norma UNE-EN 689 propone, cuando el periodo de exposición es uniforme (no se esperan fluctuaciones importantes de concentración), obtener un número de muestras que representen como mínimo el 25% del tiempo de la exposición. En nuestro ensayo, para quedar del lado de la seguridad, vamos a muestrear la totalidad de la jornada (8 horas), aun que realizando ensayos de 2 horas podríamos quedar legalmente cubiertos.

- **Número de trabajadores a muestrear.**

La existencia de varias personas que realizan tareas similares en condiciones ambientales parecidas, plantea la posibilidad de realizar mediciones de la exposición a parte de ellos y ahorrar medios, considerando una sola exposición común a todos. Los resultados son considerados entonces como correspondientes a una única exposición y se tratan como tales. Se denomina entonces Grupo Homogéneo de Exposición (GHE). En general se piensa que la variación entre las exposiciones de varios individuos que aparentemente forman un GHE, es grande, y debe tenderse a evaluar individualmente. Por ello, y dado que la empresa no tiene una cantidad excesiva de trabajadores, se realizará una medición por cada trabajador expuesto al riesgo, es decir, los de la zona de taller. Además muestrearemos al administrativo, ya que aunque en está directamente en la zona de taller, su cercanía con la misma podría exponerle a riesgo.

También muestrearemos a los montadores de cocinas, ya que aunque no tienen un tiempo de exposición tan prolongado como los empleados de taller, el hecho de manejar herramientas sin sistema húmedo y el escaso uso de mascarillas de protección respiratoria en este puesto de trabajo, unido al hecho de trabajar a veces en lugares pequeños y poco ventilados como la cocina de una vivienda resultan en suma en una situación de riesgo que debemos evaluar.

Sin embargo no muestrearemos al comercial, ya que realiza su trabajo casi siempre fuera del centro de trabajo.

- **Tipos de muestreo en una jornada de trabajo.**

La NTP 553 ofrece varios tipos de muestreo. Algunos consisten en la medición durante las 8 horas de la jornada de trabajo de forma ininterrumpida y otros en la medición de una parte de la jornada y la extrapolación a la totalidad de la misma. Se esquematizan a continuación los tipos de muestreo:

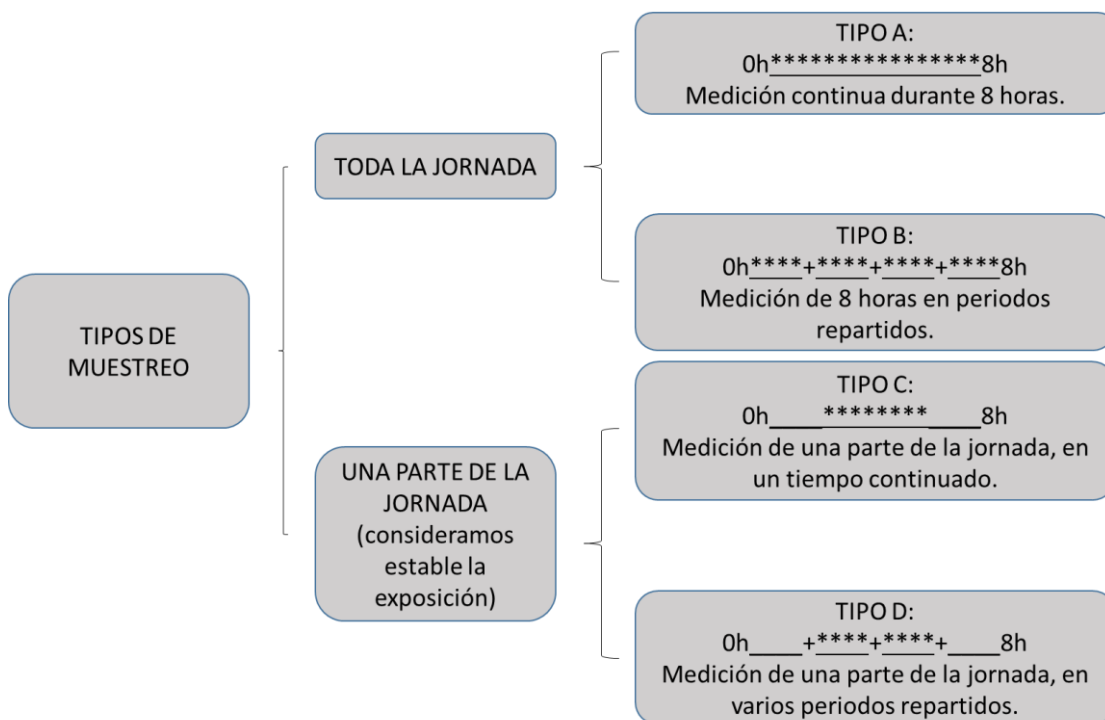


Tabla 7. Tipos de estrategias de muestreo. Fuente: NTP 553.

El resultado de los muestreos tipo A, B, C ó D, es decir la concentración media de la jornada referida a 8 horas (C8), sirve para comparar con el VLA-ED. Si sólo se dispone de un valor de C8, éste representa una sola jornada de trabajo. Extrapolar el resultado de una jornada al resto de días es muy arriesgado. La concentración ambiental, por repetitivo que sea el trabajo un día tras otro, varía entre jornadas, por lo que es preceptivo muestrear más de una jornada. Más adelante se explicará, basado en el procedimiento de la NTP 554, cómo extrapolar las muestras a la totalidad de los días de forma segura.

Cuando se dispone de datos de más de una jornada, el tratamiento estadístico engloba ya los errores del muestreo y análisis de las muestras. La distribución estadística de los errores se entiende integrada en la distribución global de los datos.

En nuestro caso vamos a optar por un muestreo de tipo B, repartido en 4 muestreos de 2 horas. Este tipo de muestreos son más seguros ya que nos aseguramos de que no vamos a llegar a la máxima capacidad de los filtros, y además ofrece más garantías si alguna muestra tuviese que ser desechada.

Sistema de decisión a partir de un pequeño número de muestras inicial.<sup>15</sup>

Como hemos comentado anteriormente, extrapolar la concentración de un contaminante químico en el trabajo en una jornada concreta a todas las jornadas de ese trabajo sería arriesgado. Para establecer con seguridad que estamos por debajo de un límite de exposición, la “Nota Técnica de Prevención 554 - Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (II)” nos define el sistema a seguir, extraído de la norma “UNE -

<sup>15</sup> NTP – 554. Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (II)

*689 Guía para la evaluación de la exposición a agentes químicos por comparación con el valor límite”.*

El procedimiento consiste en esencia en utilizar, primeramente, la concentración obtenida en una jornada, y, según el valor del parámetro “índice de exposición” (o sea, la concentración que hemos obtenido dividida por el VAL-ED del contaminante) podremos calificar el riesgo como aceptable, inaceptable, o iniciar un procedimiento que consistirá en la toma de muestras durante al menos dos jornadas más. De estas nuevas concentraciones también calcularemos el índice de exposición, y volveremos a compararlo con unos valores dados para decidir si, nuevamente, el riesgo es aceptable, inaceptable o debemos continuar con el proceso. Si estamos ante la última situación, lo que se hace es calcular la media geométrica de los tres índices de exposición, y comprobar si es mayor o menor que 0,5: si fuera menor, el riesgo sería aceptable, y si fuera mayor, deberíamos medir más jornadas aún hasta que llegemos a una situación de “aceptable” o inaceptable”.

Se adjunta un esquema que explica y facilita enormemente la comprensión de este sistema.

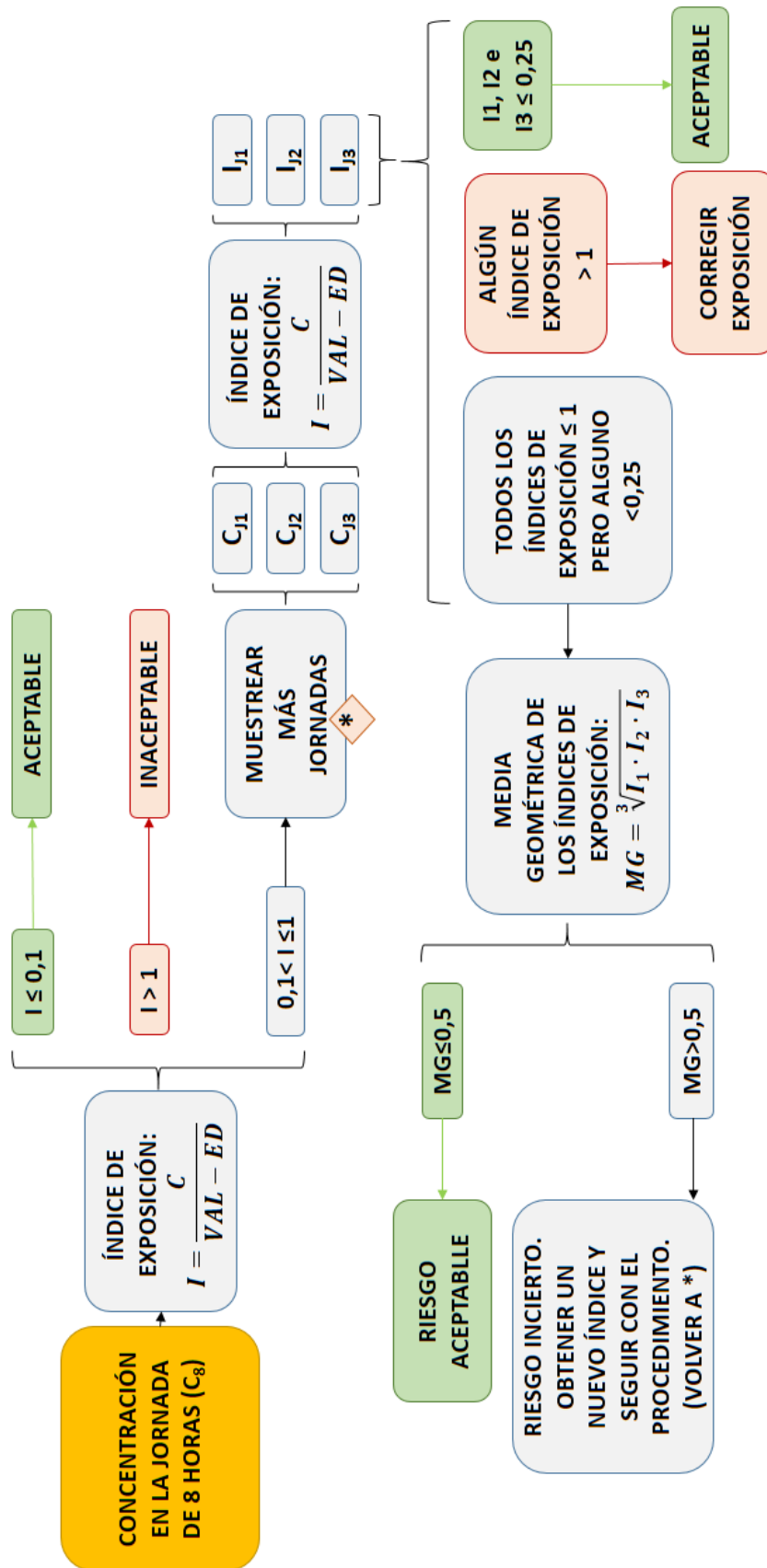


Ilustración 11. Proceso para valorar riesgo con pocas muestras. Fuente: NTP - 554.



Transporte y almacenamiento de las muestras.

Colocar los cassettes muestrados junto con el blanco (o blancos) en cajas, u otros envases o maletines convenientemente protegidos para evitar cualquier tipo de daño, alteración o pérdida de su contenido durante su envío o transporte al laboratorio.

Mantener las precauciones anteriores mientras dure el almacenamiento de las muestras, hasta el momento de su análisis.

El laboratorio que analizará nuestras muestras será el laboratorio técnico del Instituto Nacional de Silicosis situado en Oviedo.

Instrumentos usados.

El modelo de bomba de aspiración usado ha sido un Gillian 3500, cuyas características se dan a continuación:

- Bomba de muestreo digital en tiempo real para estudios de higiene ocupacional con el menor tamaño del mercado, versátil, robusta y liviana.
- Amplio rango de medición de 20 a 5000 cc/min con la tecnología patentada QuadMode que le permite tener flujos altos 450-5000 cc/min y bajos 20-499 cc/min en una misma unidad sin necesidad de utilizar adaptadores, es como tener dos bombas en una.
- Su desempeño y eficiencia le permiten compensar por temperatura y presión (STP) además de tener una capacidad datalogger para registrar hasta 16 eventos de muestreo con todas las variables necesarias durante todo el periodo de medición.
- Capacidad de contrapresión de hasta 40" H<sub>2</sub>O para flujo alto y de 20" H<sub>2</sub>O para flujo bajo, Sistema automático para garantizar la precisión de la medición, Detección automática de falla con hasta 10 intentos de reinicio cada tres minutos para evaluar si la condición de falla ha sido despejada.
- Fácil de usar, teclas para fácil manipulación, Fácil de programar tanto en la unidad como por medio de PC, Tecnología SmartCal para la calibración automática de la bomba, Intrínsecamente segura, Diseño ergonómico con un peso de tan solo 595 gramos y un tamaño de un tercio de las bombas convencionales para no interferir con las actividades y movimientos de las persona que esté siendo evaluada.
- Batería recargable de NiMH para mínimo 8 horas de operación, Conexión al PC por medio de su software que permite generar reportes y configurar la bomba.

La bomba será verificada conforme a la "Nota Técnica de Prevención 778 - Bombas de muestreo personal para agentes químicos (II): verificación de las características técnicas."



Ilustración 12. Modelo de bomba de muestreo usado.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> [http://www.hteltda.com/index.php/productos/2013-06-06-22-48-05/bombas-de-muestreo/item/78-gilair\\_plus](http://www.hteltda.com/index.php/productos/2013-06-06-22-48-05/bombas-de-muestreo/item/78-gilair_plus)

**Resultados.**

Tras realizar la toma de muestras siguiendo el proceso mencionado, se enviaron las muestras a un laboratorio autorizado que nos devolvió los siguientes resultados:

OPERARIO DE TALLER 1														
			CONTAMINANTE #1			CONTAMINANTE #2			CONTAMINANTE #3			CONTAMINANTE #4		
			DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3
Muestra 1	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	3,5450	3,4220	3,1270	1,1254	0,9845	1,0156	0,0156	0,0147	0,0112	0,0112	0,0165	
Muestra 2	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	3,8450	3,7540	3,1450	1,5482	1,4523	1,3542	0,0254	0,0365	0,0184	0,0248	0,0249	
Muestra 3	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	3,1240	3,1240	3,9850	1,6542	1,4687	1,6542	0,0364	0,0398	0,0256	0,0378	0,0248	
Muestra 4	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	2,1240	2,4520	2,9450	1,2548	1,2546	1,1256	0,0256	0,0258	0,0226	0,0348	0,0286	
<b>CONCENTRACIÓN JORNADA</b>		<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>3,1595</b>	<b>3,1880</b>	<b>3,3005</b>	<b>1,3957</b>	<b>1,2900</b>	<b>1,2874</b>	<b>0,0258</b>	<b>0,0292</b>	<b>0,0195</b>	<b>0,0272</b>	<b>0,0237</b>	

	Concent. C <sub>g</sub>	Valor límite	Índice de exposición	¿I < 0,1?	¿Todos los I <= 0,25?	¿Algún I > 1?	I1-I2-I3	Media geométrica	¿MG < 0,5?	¿MG > 0,5?
#1	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN INHALABLE</b>									
DIA1	3,1595	10	0,3160	NO	NO	NO	0,033	0,32154	ACEPTABLE	
DIA2	3,1880	10	0,3188	NO	NO	NO				
DIA3	3,3005	10	0,3301	NO	NO	NO				
#2	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN RESPIRABLE</b>									
DIA1	1,3957	3	0,4652	NO	NO	NO	0,086	0,44114	ACEPTABLE	
DIA2	1,2900	3	0,4300	NO	NO	NO				
DIA3	1,2874	3	0,4291	NO	NO	NO				
#3	<b>SÍLICE CRISTALINA: CRISTOBALITA: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>						Nº CE: 238-455-4		CAS: 14464-46-1	
DIA1	0,0258	0,05	0,5150	NO	NO	NO	0,117	0,48909	ACEPTABLE	
DIA2	0,0292	0,05	0,5840	NO	NO	NO				
DIA3	0,0195	0,05	0,3890	NO	NO	NO				
#4	<b>SÍLICE CRISTALINA: CUARZO: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>						Nº CE: 238-878-4		CAS: 14808-60-7	
DIA1	0,0272	0,05	0,5430	NO	NO	NO	0,109	0,47731	ACEPTABLE	
DIA2	0,0237	0,05	0,4740	NO	NO	NO				
DIA3	0,0211	0,05	0,4225	NO	NO	NO				

OPERARIO DE TALLER 2														
			CONTAMINANTE #1			CONTAMINANTE #2			CONTAMINANTE #3			CONTAMINANTE #4		
			DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3
Muestra 1	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	3,5126	3,4561	3,0144	0,9840	0,8455	0,9784	0,0145	0,0169	0,0147	0,0089	0,0098	0,0105
Muestra 2	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	3,7452	3,5150	3,1690	1,5658	1,5940	1,2880	0,0248	0,0201	0,0194	0,0246	0,0226	0,0299
Muestra 3	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	3,0147	3,2450	3,2640	1,7485	1,8451	2,1568	0,0365	0,0254	0,0258	0,0354	0,0287	0,0369
Muestra 4	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	2,2640	2,4510	2,8840	1,5684	1,5869	1,7890	0,0274	0,0269	0,0269	0,0348	0,0298	0,0280
<b>CONCENTRACIÓN JORNADA</b>			<b>3,1341</b>	<b>3,1668</b>	<b>3,0829</b>	<b>1,4667</b>	<b>1,4679</b>	<b>1,5531</b>	<b>0,0261</b>	<b>0,0223</b>	<b>0,0217</b>	<b>0,0259</b>	<b>0,0227</b>	<b>0,0263</b>

	Concent. C <sub>a</sub>	Valor límite	Índice de exposición	¿I < 0,1?	¿Todos los I <= 0,25?	¿Algún I > 1?	I1-I2-I3	Media geométrica	¿MG < 0,5?	¿MG > 0,5?
#1	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN INHALABLE</b>									
DIA1	3,1341	10	0,3134	NO	NO	NO	0,031	0,31277	ACEPTABLE	
DIA2	3,1668	10	0,3167	NO	NO	NO				
DIA3	3,0829	10	0,3083	NO	NO	NO				
#2	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN RESPIRABLE</b>									
DIA1	1,4667	3	0,4889	NO	NO	NO	0,124	0,49844	ACEPTABLE	
DIA2	1,4679	3	0,4893	NO	NO	NO				
DIA3	1,5531	3	0,5177	NO	NO	NO				
#3	<b>SÍLICE CRISTALINA: CRISTOBALITA: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>						Nº CE: 238-455-4		CAS: 14464-46-1	
DIA1	0,0261	0,05	0,5227	NO	NO	NO	0,101	0,46614	ACEPTABLE	
DIA2	0,0223	0,05	0,4465	NO	NO	NO				
DIA3	0,0217	0,05	0,4340	NO	NO	NO				
#4	<b>SÍLICE CRISTALINA: CUARZO: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>						Nº CE: 238-878-4		CAS: 14808-60-7	
DIA1	0,0259	0,05	0,5184	NO	NO	NO	0,124	0,49868	ACEPTABLE	
DIA2	0,0227	0,05	0,4545	NO	NO	NO				
DIA3	0,0263	0,05	0,5264	NO	NO	NO				

OPERARIO DE TALLER 3														
			CONTAMINANTE #1			CONTAMINANTE #2			CONTAMINANTE #3			CONTAMINANTE #4		
			DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3
Muestra 1	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	3,1548	3,1699	3,1647	0,4875	0,9840	1,0010	0,0099	0,0211	0,0149	0,0102	0,0158	0,0105
Muestra 2	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	3,7410	3,5984	3,1447	1,1484	1,4870	1,2584	0,0148	0,0269	0,0155	0,0198	0,0148	0,0299
Muestra 3	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	3,0114	3,2698	3,0114	1,4510	1,8452	2,1150	0,0248	0,0224	0,0208	0,0299	0,0156	0,0484
Muestra 4	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	2,2250	2,6980	2,4890	1,1259	1,5980	1,4780	0,0297	0,0311	0,0288	0,0358	0,0489	0,0147
<b>CONCENTRACIÓN JORNADA</b>			<b>3,0331</b>	<b>3,1840</b>	<b>2,9525</b>	<b>1,0532</b>	<b>1,4786</b>	<b>1,4631</b>	<b>0,0215</b>	<b>0,0254</b>	<b>0,0200</b>	<b>0,0239</b>	<b>0,0238</b>	<b>0,0259</b>

	Concent. C <sub>a</sub>	Valor límite	Índice de exposición	¿I < 0,1?	¿Todos los I <= 0,25?	¿Algún I > 1?	I1-I2-I3	Media geométrica	¿MG < 0,5?	¿MG > 0,5?
#1	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN INHALABLE</b>									
DIA1	3,0331	10	0,3033	NO	NO	NO	0,029	0,30550	ACEPTABLE	
DIA2	3,1840	10	0,3184	NO	NO	NO				
DIA3	2,9525	10	0,2952	NO	NO	NO				
#2	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN RESPIRABLE</b>									
DIA1	1,0532	3	0,3511	NO	NO	NO	0,084	0,43862	ACEPTABLE	
DIA2	1,4786	3	0,4929	NO	NO	NO				
DIA3	1,4631	3	0,4877	NO	NO	NO				
#3	<b>SÍLICE CRISTALINA: CRISTOBALITA: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>						Nº CE: 238-455-4		CAS: 14464-46-1	
DIA1	0,0215	0,05	0,4293	NO	NO	NO	0,087	0,44337	ACEPTABLE	
DIA2	0,0254	0,05	0,5075	NO	NO	NO				
DIA3	0,0200	0,05	0,4000	NO	NO	NO				
#4	<b>SÍLICE CRISTALINA: CUARZO: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>						Nº CE: 238-878-4		CAS: 14808-60-7	
DIA1	0,0239	0,05	0,4785	NO	NO	NO	0,118	0,49009	ACEPTABLE	
DIA2	0,0238	0,05	0,4755	NO	NO	NO				
DIA3	0,0259	0,05	0,5174	NO	NO	NO				

OPERARIO DE TALLER 4															
			CONTAMINANTE #1			CONTAMINANTE #2			CONTAMINANTE #3			CONTAMINANTE #4			
			DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	
Muestra 1	DURACIÓN	UNIDAD	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	3,2569	3,4870	3,0147	0,8840	0,8562	0,9441	0,0112	0,0197	0,0105	0,0074	0,0079	0,0089	
Muestra 2	DURACIÓN	UNIDAD	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	3,4569	3,5111	3,1450	1,5123	1,5239	1,1188	0,0201	0,0269	0,0194	0,0211	0,0214	0,0278	
Muestra 3	DURACIÓN	UNIDAD	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	3,0374	3,0294	3,1548	1,7850	1,8332	2,3410	0,0365	0,0398	0,0345	0,0315	0,0287	0,0345	
Muestra 4	DURACIÓN	UNIDAD	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	2,8451	2,9288	2,8814	1,5233	1,5288	1,7410	0,0274	0,0299	0,0148	0,0315	0,0254	0,0299	
<b>CONCENTRACIÓN JORNADA</b>			<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>3,1491</b>	<b>3,2391</b>	<b>3,0490</b>	<b>1,4262</b>	<b>1,4355</b>	<b>1,5362</b>	<b>0,0250</b>	<b>0,0291</b>	<b>0,0198</b>	<b>0,0229</b>	<b>0,0209</b>	<b>0,0253</b>
	Concent. C <sub>8</sub>	Valor límite	Índice de exposición	¿I < 0,1?	¿Todos los I <= 0,25?	¿Algún I > 1?	I1·I2·I3	Media geométrica	¿MG < 0,5?	¿MG > 0,5?					
#1	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN INHALABLE</b>														
DIA1	3,1491	10	0,3149	NO	NO	NO	0,031	0,31447	ACEPTABLE						
DIA2	3,2391	10	0,3239	NO	NO	NO									
DIA3	3,0490	10	0,3049	NO	NO	NO									
#2	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN RESPIRABLE</b>														
DIA1	1,4262	3	0,4754	NO	NO	NO	0,116	0,48838	ACEPTABLE						
DIA2	1,4355	3	0,4785	NO	NO	NO									
DIA3	1,5362	3	0,5121	NO	NO	NO									
#3	<b>SÍLICE CRISTALINA: CRISTOBALITA: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>							Nº CE: 238-455-4	CAS: 14464-46-1						
DIA1	0,0250	0,05	0,5007	NO	NO	NO	0,115	0,48670	ACEPTABLE						
DIA2	0,0291	0,05	0,5815	NO	NO	NO									
DIA3	0,0198	0,05	0,3960	NO	NO	NO									
#4	<b>SÍLICE CRISTALINA: CUARZO: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>							Nº CE: 238-878-4	CAS: 14808-60-7						
DIA1	0,0229	0,05	0,4573	NO	NO	NO	0,096	0,45850	ACEPTABLE						
DIA2	0,0209	0,05	0,4170	NO	NO	NO									
DIA3	0,0253	0,05	0,5055	NO	NO	NO									

ADMINISTRATIVO														
			CONTAMINANTE #1			CONTAMINANTE #2			CONTAMINANTE #3			CONTAMINANTE #4		
			DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3
Muestra 1	DURACIÓN	horas	2			2			2			2		
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	0,0040			0,0030			0,0007			0,0009		
Muestra 2	DURACIÓN	horas	2			2			2			2		
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	0,0054			0,0031			0,0008			0,0010		
Muestra 3	DURACIÓN	horas	2			2			2			2		
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	0,0051			0,0027			0,0008			0,0012		
Muestra 4	DURACIÓN	horas	2			2			2			2		
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	0,0042			0,0024			0,0009			0,0009		
<b>CONCENTRACIÓN JORNADA</b>		<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>0,0047</b>			<b>0,0028</b>			<b>0,0008</b>			<b>0,0010</b>		

	Concent. C <sub>a</sub>	Valor límite	Índice de exposición	¿I < 0,1?	¿Todos los I <= 0,25?	¿Algún I > 1?	I1-I2-I3	Media geométrica	¿MG < 0,5?	¿MG > 0,5?
#1	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN INHALABLE</b>									
DIA1	0,0047	10	0,0005	SI						
DIA2	No es necesario tomar más muestras ya que el índice de exposición es menor que el 10% del valor límite.									
DIA3										
#2	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN RESPIRABLE</b>									
DIA1	0,0028	3	0,0009	SI						
DIA2	No es necesario tomar más muestras ya que el índice de exposición es menor que el 10% del valor límite.									
DIA3										
#3	<b>SÍLICE CRISTALINA: CRISTOBALITA: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>						Nº CE: 238-455-4		CAS: 14464-46-1	
DIA1	0,0008	0,05	0,0160	SI						
DIA2	No es necesario tomar más muestras ya que el índice de exposición es menor que el 10% del valor límite.									
DIA3										
#4	<b>SÍLICE CRISTALINA: CUARZO: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>						Nº CE: 238-878-4		CAS: 14808-60-7	
DIA1	0,0010	0,05	0,0200	SI						
DIA2	No es necesario tomar más muestras ya que el índice de exposición es menor que el 10% del valor límite.									
DIA3										

En este caso solo ha sido necesaria una toma de muestras para polvo inhalable y otro para polvo respirable (una jornada para cada) ya que el índice de exposición resultó menor que 0,1. (ver “sistema de decisión a partir de un pequeño número de muestras”)

Montador 1														
			CONTAMINANTE #1			CONTAMINANTE #2			CONTAMINANTE #3			CONTAMINANTE #4		
			DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3
Muestra 1	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	1,0254	1,0156	1,0198	0,2480	0,2698	0,2369	0,0050	0,0056	0,0059	0,0054	0,0055	
Muestra 2	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	1,2150	1,2368	1,2498	0,4560	0,4215	0,4015	0,0064	0,0065	0,0068	0,0064	0,0055	
Muestra 3	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	1,3684	1,3659	1,3694	0,3487	0,3489	0,3487	0,0061	0,0066	0,0063	0,0063	0,0066	
Muestra 4	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	1,2159	1,2478	1,2654	0,2588	0,2599	0,2541	0,0048	0,0047	0,0042	0,0044	0,0041	
<b>CONCENTRACIÓN JORNADA</b>			<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,2062</b>	<b>1,2165</b>	<b>1,2261</b>	<b>0,3279</b>	<b>0,3250</b>	<b>0,3103</b>	<b>0,0056</b>	<b>0,0059</b>	<b>0,0058</b>	<b>0,0054</b>	
	Concent. C <sub>s</sub>	Valor límite	Índice de exposición	¿I < 0,1?	¿Todos los I <= 0,25?	¿Algún I > 1?	I1·I2·I3	Media geométrica	¿MG < 0,5?	¿MG > 0,5?				
#1	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN INHALABLE</b>													
DIA1	1,2062	10	0,1206	NO	SI									
DIA2	1,2165	10	0,1217	NO	SI									
DIA3	1,2261	10	0,1226	NO	SI									
#2	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN RESPIRABLE</b>													
DIA1	0,3279	3	0,1093	NO	SI									
DIA2	0,3250	3	0,1083	NO	SI									
DIA3	0,3103	3	0,1034	NO	SI									
#3	<b>SÍLICE CRISTALINA: CRISTOBALITA: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>							Nº CE: 238-455-4	CAS: 14464-46-1					
DIA1	0,0056	0,05	0,1115	NO	SI									
DIA2	0,0059	0,05	0,1170	NO	SI									
DIA3	0,0058	0,05	0,1160	NO	SI									
#4	<b>SÍLICE CRISTALINA: CUARZO: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>							Nº CE: 238-878-4	CAS: 14808-60-7					
DIA1	0,0056	0,05	0,1125	NO	SI									
DIA2	0,0054	0,05	0,1085	NO	SI									
DIA3	0,0058	0,05	0,1160	NO	SI									

En este caso no es necesario hallar las medias geométricas ya que todos los índices de exposición están por encima de 0,25.



Montador 2														
			CONTAMINANTE #1			CONTAMINANTE #2			CONTAMINANTE #3			CONTAMINANTE #4		
			DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3
Muestra 1	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	1,0254	1,0142	1,0187	0,2497	0,2697	0,2314	0,0054	0,0051	0,0057	0,0051	0,0050	
Muestra 2	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	1,2480	1,2344	1,2460	0,4525	0,4236	0,4040	0,0065	0,0063	0,0067	0,0061	0,0065	
Muestra 3	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	1,3648	1,3665	1,3247	0,3460	0,3400	0,3487	0,0062	0,0065	0,0067	0,0063	0,0066	
Muestra 4	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	1,2168	1,4990	1,2647	0,2597	0,2514	0,2564	0,0047	0,0045	0,0041	0,0041	0,0039	
<b>CONCENTRACIÓN JORNADA</b>		<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,2138</b>	<b>1,2785</b>	<b>1,2135</b>	<b>0,3270</b>	<b>0,3212</b>	<b>0,3101</b>	<b>0,0057</b>	<b>0,0056</b>	<b>0,0058</b>	<b>0,0054</b>	<b>0,0055</b>	
	Concent. C <sub>8</sub>	Valor límite	Índice de exposición	¿I < 0,1?	¿Todos los I <= 0,25?	¿Algún I > 1?	I1·I2·I3	Media geométrica	¿MG < 0,5?	¿MG > 0,5?				
#1	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN INHALABLE</b>													
DIA1	1,2138	10	0,1214	NO	SI									
DIA2	1,2785	10	0,1279	NO	SI									
DIA3	1,2135	10	0,1214	NO	SI									
#2	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN RESPIRABLE</b>													
DIA1	0,3270	3	0,1090	NO	SI									
DIA2	0,3212	3	0,1071	NO	SI									
DIA3	0,3101	3	0,1034	NO	SI									
#3	<b>SÍLICE CRISTALINA: CRISTOBALITA: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>							Nº CE: 238-455-4	CAS: 14464-46-1					
DIA1	0,0057	0,05	0,1140	NO	SI									
DIA2	0,0056	0,05	0,1120	NO	SI									
DIA3	0,0058	0,05	0,1160	NO	SI									
#4	<b>SÍLICE CRISTALINA: CUARZO: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>							Nº CE: 238-878-4	CAS: 14808-60-7					
DIA1	0,0054	0,05	0,1080	NO	SI									
DIA2	0,0055	0,05	0,1100	NO	SI									
DIA3	0,0059	0,05	0,1170	NO	SI									

En este caso no es necesario hallar las medias geométricas ya que todos los índices de exposición están por encima de 0,25.

Montador 3														
			CONTAMINANTE #1			CONTAMINANTE #2			CONTAMINANTE #3			CONTAMINANTE #4		
			DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3
Muestra	DURACIÓN	UNIDAD	horas	horas	horas	horas	horas	horas	horas	horas	horas	horas	horas	
Muestra 1	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	1,0247	1,0147	1,0136	0,2510	0,2678	0,2347	0,0057	0,0054	0,0057	0,0058	0,0059	
Muestra 2	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	1,2465	1,2398	1,2478	0,4589	0,4125	0,4109	0,0061	0,0065	0,0063	0,0062	0,0068	
Muestra 3	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	1,3644	1,3694	1,3287	0,3425	0,3477	0,3412	0,0064	0,0061	0,0065	0,0067	0,0071	
Muestra 4	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	1,2147	1,4852	1,2695	0,2597	0,2513	0,2548	0,0041	0,0047	0,0043	0,0045	0,0048	
<b>CONCENTRACIÓN JORNADA</b>			<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,2126</b>	<b>1,2773</b>	<b>1,2149</b>	<b>0,3280</b>	<b>0,3198</b>	<b>0,3104</b>	<b>0,0056</b>	<b>0,0057</b>	<b>0,0057</b>	<b>0,0058</b>	
	Concent. C <sub>8</sub>	Valor límite	Índice de exposición	¿I < 0,1?	¿Todos los I <= 0,25?	¿Algún I > 1?	I1·I2·I3	Media geométrica	¿MG < 0,5?	¿MG > 0,5?				
#1	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN INHALABLE</b>													
DIA1	1,2126	10	0,1213	NO	SI									
DIA2	1,2773	10	0,1277	NO	SI									
DIA3	1,2149	10	0,1215	NO	SI									
#2	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN RESPIRABLE</b>													
DIA1	0,3280	3	0,1093	NO	SI									
DIA2	0,3198	3	0,1066	NO	SI									
DIA3	0,3104	3	0,1035	NO	SI									
#3	<b>SÍLICE CRISTALINA: CRISTOBALITA: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>							Nº CE: 238-455-4	CAS: 14464-46-1					
DIA1	0,0056	0,05	0,1115	NO	SI									
DIA2	0,0057	0,05	0,1135	NO	SI									
DIA3	0,0057	0,05	0,1140	NO	SI									
#4	<b>SÍLICE CRISTALINA: CUARZO: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>							Nº CE: 238-878-4	CAS: 14808-60-7					
DIA1	0,0058	0,05	0,1160	NO	SI									
DIA2	0,0062	0,05	0,1230	NO	SI									
DIA3	0,0057	0,05	0,1135	NO	SI									

En este caso no es necesario hallar las medias geométricas ya que todos los índices de exposición están por encima de 0,25.

Montador 4														
			CONTAMINANTE #1			CONTAMINANTE #2			CONTAMINANTE #3			CONTAMINANTE #4		
		UNIDAD	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3	DIA1	DIA2	DIA3
Muestra 1	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	1,0241	1,0146	1,0134	0,2514	0,2685	0,2410	0,0052	0,0051	0,0054	0,0058	0,0059	0,0056
Muestra 2	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	1,2416	1,2354	1,2448	0,4526	0,4123	0,4187	0,0064	0,0065	0,0062	0,0067	0,0068	0,0061
Muestra 3	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	1,3625	1,3641	1,3258	0,3498	0,3487	0,3452	0,0069	0,0066	0,0061	0,0067	0,0068	0,0064
Muestra 4	DURACIÓN	horas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	CONCENTRACIÓN	mg/m <sup>3</sup>	1,2189	1,4852	1,2651	0,2587	0,2569	0,2541	0,0044	0,0040	0,0041	0,0046	0,0041	0,0047
<b>CONCENTRACIÓN JORNADA</b>		<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>1,2118</b>	<b>1,2748</b>	<b>1,2123</b>	<b>0,3281</b>	<b>0,3216</b>	<b>0,3148</b>	<b>0,0057</b>	<b>0,0056</b>	<b>0,0055</b>	<b>0,0060</b>	<b>0,0059</b>	<b>0,0057</b>
	Concent. C <sub>8</sub>	Valor límite	Índice de exposición	¿I < 0,1?	¿Todos los I <= 0,25?	¿Algún I > 1?	I1·I2·I3	Media geométrica	¿MG < 0,5?	¿MG > 0,5?				
#1	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN INHALABLE</b>													
DIA1	1,2118	10	0,1212	NO	SI									
DIA2	1,2748	10	0,1275	NO	SI									
DIA3	1,2123	10	0,1212	NO	SI									
#2	<b>PARTÍCULAS (INSOLUBLES O SOLUBLES) NO RESPECIFICADAS DE OTRA FORMA: FRACCIÓN RESPIRABLE</b>													
DIA1	0,3281	3	0,1094	NO	SI									
DIA2	0,3216	3	0,1072	NO	SI									
DIA3	0,3148	3	0,1049	NO	SI									
#3	<b>SÍLICE CRISTALINA: CRISTOBALITA: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>							Nº CE: 238-455-4	CAS: 14464-46-1					
DIA1	0,0057	0,05	0,1145	NO	SI									
DIA2	0,0056	0,05	0,1110	NO	SI									
DIA3	0,0055	0,05	0,1090	NO	SI									
#4	<b>SÍLICE CRISTALINA: CUARZO: FRACCIÓN RESPIRABLE.</b>							Nº CE: 238-878-4	CAS: 14808-60-7					
DIA1	0,0060	0,05	0,1190	NO	SI									
DIA2	0,0059	0,05	0,1180	NO	SI									
DIA3	0,0057	0,05	0,1140	NO	SI									

En este caso no es necesario hallar las medias geométricas ya que todos los índices de exposición están por encima de 0,25.

### ***Conclusiones.***

Podemos deducir de las mediciones recibidas del laboratorio que el riesgo por polvo inhalable, respirable, y polvo de sílice en la empresa objeto de estudio puede calificarse como ACEPTABLE en todos los trabajadores.

Por lo tanto, las medidas preventivas que se hubiesen adoptado antes de la medición, garantizan el cumplimiento de la normativa y la seguridad de los trabajadores.

### ***Medidas preventivas.***

Las medidas preventivas están basadas en la “*Nota Técnica de Prevención 890 - Aglomerados de cuarzo: medidas preventivas en operaciones de mecanizado*” además de las propuestas a criterio del técnico.

En el proceso de fabricación de encimeras, especialmente durante el corte y pulido del material aglomerado de cuarzo, se generará polvo que contiene sílice cristalina respirable. Este polvo puede tardar un tiempo en sedimentar, y por tanto podría permanecer suspendido en el aire incluso días. El principal objetivo de las medidas preventivas será, por un lado, minimizar la generación de polvo y, por otro, evitar su paso al ambiente de trabajo:

1. Evitar o reducir la emisión de polvo.
  - a. Realización en húmedo de los trabajos de mecanizado.
  - b. Empleo de máquinas portátiles de baja velocidad.
2. Evitar o reducir la dispersión de polvo al ambiente.
  - a. Utilización de sistemas de extracción localizada del polvo en la zona de generación.
3. Limpieza de los equipos y de la zona de trabajo mediante métodos húmedos o por aspiración.

La evaluación ambiental de la exposición a sílice cristalina respirable se ha llevado a cabo tras la puesta en marcha de una buena parte de las medidas propuestas, tal como recomienda la NTP-890. Si estas medidas no proporcionasen una reducción suficiente de la exposición, se deben emplear equipos de protección individual para las vías respiratorias. Los EPIs recomendados son equipos de protección respiratoria contra partículas tipo FFP3 (mascarillas autofiltrantes) o P3 (para filtros acoplados a adaptadores faciales). Estos pueden ser necesarios, en resumen, en tres situaciones:

1. Siempre que las medidas de protección colectiva sean insuficientes, y no se asegure quedar por debajo del VAL-ED.
2. Provisionalmente mientras se ponen en marcha dichas medidas.
3. Para operaciones puntuales fuera del ambiente controlado del taller, es decir, para las operaciones in situ que se puedan dar en la instalación de las encimeras.

En cualquier caso, el empresario deberá de poner a disposición de los trabajadores los equipos de protección respiratoria para su uso voluntario. Su uso es muy recomendable incluso si no se supera el VAL-ED.

### ***Medidas preventivas en el taller.***

- Emplear máquinas con sistema de aporte de agua abundante (trabajo en húmedo) y con suministro de agua adecuado. Adoptar las precauciones necesarias para en caso de frío intenso, evitar la formación de hielo para evitar la congelación de tuberías.
- La instalación eléctrica debe estar correctamente protegida para ambientes húmedos.
- El suelo de las zonas donde se encuentren las máquinas de corte (máquinas programables, cortadoras de puente, fresadoras, etc) debe contar con sistemas de drenaje adecuados. Se dispondrá un suelo que minimice el peligro de resbalar y que favorezca la limpieza (colores llamativos que ayudan a identificar la suciedad).
- Evitar que el lodo que se forme se seque, ya que favorecería que el polvo pase al ambiente.
- Usar los equipos de protección respiratoria señalados. Formar a los trabajadores adecuadamente en el uso de EPIS, especialmente en el ajuste de los equipos de protección respiratoria.
- Los lugares donde se ubiquen máquinas que no usen sistema húmedo deberán contar con sistemas de extracción localizada y ventilación general para compensar el aire extraído por aquellos.
- Señalizar la zona con riesgo de exposición a sílice cristalina respirable.
- Limpiar el taller con métodos de limpieza en húmedo o por aspiración para evitar remover el polvo. Los aspiradores industriales que se usen deben estar equipados con filtros de alta eficacia frente a partículas. Evitar usar aspiradores comunes.
- Si hubiese grandes derrames de material seco, usar pulverización para humedecerlo y facilitar su recogida.
- Limpiar con regularidad los equipos de trabajo y el área de trabajo.
- No barrer con escobas ni usar aire comprimido para limpiar.
- Restringir el acceso a personas no autorizadas al taller.
- Las zonas de taller donde se encuentren las máquinas de corte deberían tener un sistema de extracción localizado.

*Medidas preventivas para el trabajo de instalación.*

Este trabajo no puede contar con un ambiente tan controlado como el taller, por realizarse en domicilios particulares. La principal medida preventiva para esta actividad será reducir al máximo la generación de polvo, para lo cual es necesario que las piezas salgan del taller listas para ser instaladas sin retoques. En caso de que fuera necesario realizarlos, se tomará en cuenta:

- Realizar las operaciones en un lugar ventilado (terraza, balcón, patio).
- Usar equipos de protección respiratoria.

- Al finalizar la instalación, recoger el polvo con métodos húmedos o aspiración.

Medidas higiénicas personales.

Los hábitos de higiene personal tienen como objetivo evitar el traslado de la contaminación por polvo de sílice cristalina respirable a otras dependencias de trabajo o incluso, al propio hogar, ya sea en la ropa, pelo, etc. Con el riesgo de exposición de personas no expuestas profesionalmente a estas sustancias. A estos efectos, se deberían observar las siguientes medidas:

- No comer, beber o fumar en el lugar de trabajo.
- Delimitar un área limpia y específica, alejada del área de trabajo en que se manipulan los aglomerados, en la que los trabajadores puedan preparar la comida, comer y beber.
- Antes de comer, beber o fumar, los trabajadores deben lavarse las manos y cara con agua y jabón y quitarse la ropa de protección o de trabajo.
- Proporcionar a los trabajadores ropa de protección apropiada según las condiciones de trabajo.
- La ropa de protección debe impedir la penetración de las partículas sólidas en suspensión y debe cubrir todo el cuerpo.
- Al salir de la zona de trabajo, limpiar y quitarse la ropa de protección. Para esta limpieza, emplear preferentemente métodos en húmedo o, si no es posible, por aspiración del polvo. No utilizar sistemas de aire comprimido.
- Disponer de lugares separados donde guardar la ropa de protección o de trabajo de forma separada de la ropa limpia u otras prendas personales.
- Establecer un programa que contemple la selección, uso, mantenimiento y limpieza de los equipos de protección individual.
- Al finalizar la jornada de trabajo, los trabajadores expuestos deben asearse, ducharse si es necesario, y ponerse ropa limpia antes de abandonar el trabajo.
- Prohibición expresa que los trabajadores se lleven la ropa de protección y el calzado de trabajo a su domicilio. El empresario se responsabilizará del lavado y descontaminación de la ropa de protección o de trabajo.

Información y formación.

Garantizar que los trabajadores conocen, mediante información y formación adecuada y suficiente, los riesgos potenciales para su salud derivados de la manipulación de los aglomerados de cuarzo, las vías de exposición, los procedimientos de trabajo para minimizar la exposición a sílice cristalina respirable, las medidas preventivas y de higiene personal y la utilización, limpieza y mantenimiento de los equipos de protección.

Vigilancia de la salud

Se llevará a cabo de acuerdo con el Protocolo de Vigilancia Sanitaria Específica establecido por el Ministerio de Sanidad para silicosis y otras neumoconiosis

**6. BIBLIOGRAFÍA**

- Manual de Prevención de Riesgos Laborales. José Ignacio García Ninet. 2012
- Diagnóstico del sector del mármol de Macael – Junta de Andalucía. Año 2013.
- Dos décadas de expansión en el sector español del mármol – Anselmo Carretero Gómez. Universidad de Almería.
- Evaluación de las condiciones de trabajo en pequeñas y medianas empresas. Metodología Práctica. INSHT.
- Evaluación de las condiciones de trabajo en pequeñas y medianas empresas. Metodología Práctica. INSHT.
- Evaluación de Riesgos Laborales – INSHT – 1996
- Guía para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. INSHT.
- <http://www.construmatica.com/>

## **7. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA**

- Constitución Española de 1978.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales
- REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto Legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España. Año 2016.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- NTP 020. Toma de muestras de contaminantes con filtro. Norma general.
- NTP 060. Toma de muestras de sílice libre. Análisis difractométrico.
- NTP 553. Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (I).
- NTP 554. Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (II).
- NTP 777. Bombas de muestreo personal para agentes químicos (I): recomendaciones para su selección y uso.
- NTP 778. Bombas de muestreo personal para agentes químicos (II): verificación de las características técnicas.
- NTP 808. Exposición laboral a agentes químicos: requisitos de los procedimientos de medición.
- NTP 890. Aglomerados de cuarzo: medidas preventivas en operaciones de mecanizado



- UNE-EN 689:1996 Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición.
- UNE-EN 481:1995 Atmósferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles.

## **8. ANEXOS**

### *Imágenes de maquinaria.*



*Ilustración 13. Cortina de agua*



*Ilustración 13. Tolva para recogida de polvo.*



*Ilustración 15. Cortina de agua.*



*Ilustración 16. Caballetes para apilar material.*



*Ilustración 17. Contenedor para escombros.*



*Ilustración 18. Carro para mover material por el taller.*



*Ilustración 19. Puente grúa para mover material.*



*Ilustración 20. Cortadora de puente con mesa abatible.*

*Fichas técnicas de maquinaria.*



## CORTADORA DE PUENTE modelo HTO-B

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ESTÁNDAR

#### MOTORES

Potencia del motor del disco.....	11 Kw
Potencia de los motores auxiliares (long, trans, vert).....	6,6 Kw aprox

#### CABEZAL

Sistema de inclinación del disco.....	Manual
Ángulos extremos de inclinación del cabezal.....	0º a 90º
Diámetro del disco.....	350-625 mm

#### MEDIDAS Y MOVIMIENTOS DE TRABAJO

Desplazamiento vertical del disco.....	410 mm
Movimiento vertical del disco.....	Motorizado
Desplazamiento transversal del disco.....	3500 mm
Movimiento transversal del disco.....	Motorizado+visualizador
Desplazamiento longitudinal útil del disco (con disco de 350 mm)..	3500 mm
Movimiento longitudinal del disco.....	Motorizado+visualizador

#### BANCO

Banco abatible, giratorio manual, con bloqueo por pulsador, en multiposición y a 0º, 45º, 90º, 135º, 180º y 270º. Con luz indicadora en multiposición.

Dimensiones del banco.....	3000X1800 mm
----------------------------	--------------

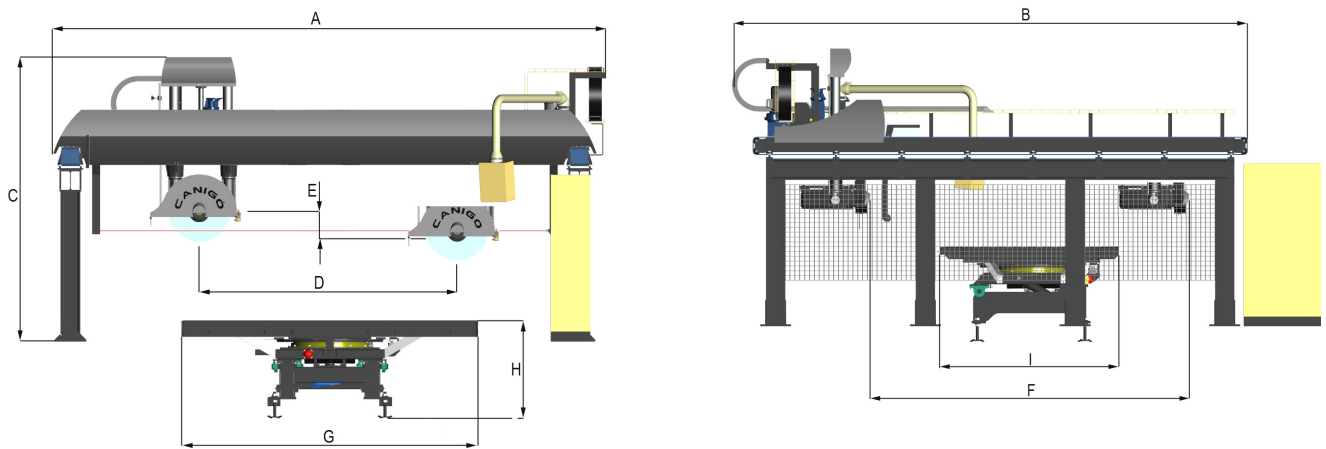
#### ESTRUCTURA Y COMPONENTES

Láser de señalización de 10 mV.  
Carriles del puente en baño de aceite y protegidos.  
Carriles de la pared en baño de aceite y protegidos.

#### DATOS TÉCNICOS

Potencia eléctrica total instalada.....	19 Kw aprox.
Consumo de agua (con disco de 350 mm).....	15 l/min
Peso neto aproximado de la máquina y accesorios.....	4400 Kg.

## DIMENSIONES



<i>Cota</i>	<i>Medida (mm)</i>	<i>Cota</i>	<i>Medida (mm)</i>
<i>A</i>	5500	<i>F</i>	3550
<i>B</i>	4850	<i>G</i>	3000
<i>C</i>	3200	<i>H</i>	850
<i>D</i>	3725	<i>I</i>	1600
<i>E</i>	475		

*NTP 890.*



# Aglomerados de cuarzo: medidas preventivas en operaciones de mecanizado

*Quartz conglomerates: Preventive measures in machining operations.  
Conglomérats à quartz: Mesures préventives dans les opérations d'usinage.*

## Redactores:

Xavier Solans Lampurlanés  
*Licenciado en Ciencias Biológicas*

Asunción Freixa Blanxart  
*Licenciada en Ciencias Químicas*

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES  
DE TRABAJO

Ricardo Goberna Ortiz  
*Ingeniero Industrial*  
DIRECCIÓN GENERAL DE TRABAJO,  
COOPERATIVISMO Y ECONOMÍA SOCIAL.  
GENERALITAT VALENCIANA

José Joaquín Moreno Hurtado  
*Licenciado en Psicología e Ingeniero Técnico Naval*  
DIRECCIÓN GENERAL DE SEGURIDAD Y SALUD  
LABORAL. JUNTA DE ANDALUCÍA

Anna Oubiña Albaladejo  
*Doctora en Ciencias Biológicas*  
SGS TECNOS S.A. DIVISIÓN DE PREVENCIÓN Y MEDIO  
AMBIENTE

*En esta Nota Técnica de Prevención (NTP) se establecen un conjunto de medidas preventivas a fin de evitar la exposición profesional a sílice cristalina respirable en las operaciones de mecanizado (corte, calibrado y pulido) de aglomerados de cuarzo tanto en los talleres de elaboración de las piezas como durante su instalación, debido a la generación de polvo y su paso al ambiente de trabajo. No se contemplan por tanto las medidas preventivas asociadas a las operaciones de fabricación de los aglomerados de cuarzo.*

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

## 1. INTRODUCCIÓN

La sílice, o dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), es un componente básico de la tierra, arena, granito y otros muchos minerales que puede presentarse en forma cristalina o amorfa (no cristalina), tanto en depósitos sedimentarios naturales como en productos creados artificialmente.

La forma más común de sílice cristalina es el cuarzo, que se encuentra en la mayoría de los distintos tipos de roca; el cuarzo a temperaturas superiores a los 800°C pasa a la forma de sílice cristalina conocida como tridimita y si se calienta a más de 1400°C a la forma conocida como cristobalita. Entre las formas amorfas se pueden distinguir: la tierra de diatomeas, tierra de infusorios, Kieselguhr, diatomita, ópalo y trípoli.

Todas las formas cristalinas de la sílice se denominan "sílice libre cristalina", y tienen muchas aplicaciones industriales que derivan de sus propiedades físicas y químicas: dureza o resistencia, resistencia química, alto punto de fusión, piezoelectricidad, piroelectricidad y transparencia.

Las fuentes de exposición laboral a sílice cristalina son muy numerosas ya que forma parte de la composición de muchos minerales (tabla 1).

A su vez, estos minerales son componentes o ingredientes básicos en una gran variedad de actividades o sectores industriales:

- Áridos.
- Industria cerámica.

Fuentes minerales	% Sílice libre cristalina
Arcilla plástica	5-50%
Basalto	Hasta el 5%
Diatomea natural	5-30%
Dolerita	Hasta el 15%
Sílex	Superior al 90%
Granito	Hasta el 30%
Gravilla	Superior al 80%
Minerales de hierro	7-15%
Piedra caliza	Normalmente, inferior al 1%
Mármol	Hasta el 5%
Cuarcita	Superior al 95%
Arena	Superior al 90%
Arenisca	Superior al 90%
Esquisto	40-60%
Pizarra	Hasta el 40%

(Modificado de: Folleto HSE, Control de sílice respirable en canteras)

Tabla 1. Concentración de sílice libre cristalina en distintos materiales (estos valores pueden variar).

- Industria de la fundición.
- Industria siderometalúrgica.
- Industria del vidrio.
- Industria de minerales industriales y minerales metálicos.
- Industria del cemento.
- Lana mineral.
- Industria de la piedra natural.
- Industria del mortero.
- Industria del hormigón prefabricado.

En estas actividades industriales, y otras actividades profesionales, la exposición laboral a sílice cristalina respirable se puede producir en cualquier situación de trabajo en la que se genere polvo de sílice cristalina y éste pase al ambiente. Por lo tanto, en aquellas operaciones en las que se trituran, cortan, perforan, tallan o muelen materiales, productos o materias primas que contienen sílice cristalina, se pueden liberar al ambiente de trabajo partículas de sílice cristalina respirable (fracción de la masa de polvo inhalada que penetra hasta las vías respiratorias no ciliadas y se deposita en ellas).

Aunque la potencial exposición a sílice cristalina respirable es un riesgo conocido en las actividades o sectores ya comentados, y que implica la adopción de un conjunto de medidas preventivas concretas para cada situación, la aparición de nuevos materiales de construcción, como los aglomerados de cuarzo, con un elevado porcentaje de sílice libre cristalina entre sus componentes, ha propiciado la aparición de nuevos casos de silicosis en actividades laborales en las que hasta hace poco tiempo no se producían.

Desde este punto de vista, se podría considerar el riesgo de silicosis profesional derivado de la manipulación de los aglomerados de cuarzo, como un riesgo emergente para la salud en el trabajo, entendiendo por “emergente” un riesgo “nuevo” (causado por nuevos procesos o tecnologías) y que va en “aumento” (el número de situaciones de peligro que producen el riesgo va en aumento).

## 2. EFECTOS DE LA SÍLICE CRISTALINA

La sílice cristalina en contacto directo con la piel en estado seco causa irritación por abrasión mecánica; en contacto con los ojos puede provocar la irritación de los mismos; su ingestión en grandes cantidades puede provocar irritación y bloqueo gastrointestinal y su inhalación puede irritar la nariz, garganta y vías respiratorias.

Sin embargo, cuando las partículas de polvo son lo suficientemente pequeñas como para ser inhaladas y penetrar profundamente en los pulmones (sílice cristalina respirable), la exposición crónica a este polvo puede producir silicosis, enfermedad pulmonar profesional atribuible a la inhalación de dióxido de silicio en forma cristalina, generalmente como cuarzo, pero también como cristobalita y tridimita.

La silicosis se enmarca en el grupo de las neumoconiosis, que son enfermedades pulmonares resultantes de la inhalación y acumulación de polvo inorgánico, así como de la reacción que se produce en el tejido pulmonar a consecuencia de las partículas depositadas. El riesgo de aparición de la enfermedad se relaciona con la cantidad de sílice cristalina inhalada a lo largo de la vida laboral y, una vez establecida, no se dispone de ningún tratamiento eficaz. La única medida para la prevención de esta enfermedad es el control del polvo respirable y el diagnóstico precoz.

Puede presentarse en tres formas:

- **Silicosis crónica.** La más común. Hace referencia a una enfermedad de evolución crónica, que aparece después de varios años (con frecuencia más de 20 años) de exposición a concentraciones moderadas o bajas de sílice cristalina respirable.
- **Silicosis aguda.** Es una forma clínica rápidamente progresiva que puede evolucionar en un corto periodo de tiempo (meses o muy pocos años) después de una exposición a concentraciones muy altas de sílice cristalina respirable.
- **Silicosis acelerada.** Se trata de otra forma clínica, no bien definida, intermedia entre la aguda y la crónica. Puede aparecer tras 5-10 años de exposición a concentraciones elevadas de sílice cristalina respirable.

Para establecer un diagnóstico de silicosis se considera suficiente la concurrencia de una historia laboral de exposición a sílice cristalina y un tiempo de latencia variable en función de la magnitud de la exposición, junto con unas manifestaciones clínicas, funcionales y radiológicas típicas.

Además, la inhalación de polvo de sílice cristalina está asociada también a otras enfermedades tales como cáncer de pulmón, enfermedad renal, pérdida de función pulmonar e incremento del riesgo de tuberculosis.

Ya en 1997 la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (International Agency for Research on Cancer -IARC-) concluyó que existía una correlación entre la inhalación de sílice cristalina en forma de cuarzo o cristobalita en exposiciones laborales y un incremento en el riesgo de cáncer de pulmón por lo que la clasificó como cancerígeno de Grupo 1 “*Cancerígeno para humanos*”; sin embargo esta carcinogenicidad no se detectó en todas las situaciones industriales estudiadas.

Por otro lado, el Comité Científico para los Límites de Exposición Ocupacional de la Comisión Europea (SCOEL) también concluyó que, aunque el principal riesgo para los humanos derivado de la inhalación de sílice cristalina respirable es la silicosis, existe información suficiente para concluir que el riesgo de adquirir cáncer de pulmón aumenta en personas con silicosis y aparentemente no sucede lo mismo en trabajadores sin silicosis expuestos al polvo de sílice en canteras y en la industria de la cerámica.

Hay que indicar que la clasificación del cuarzo como cancerígeno todavía no ha sido adoptada por la Unión Europea, por lo que no tiene carácter vinculante desde el punto de vista legal. El cuarzo no está incluido en las tablas 3.1 y 3.2 del anexo VI del Reglamento CE Nº 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (CLP), que contiene la lista de sustancias con clasificación y etiquetado armonizado de la Unión Europea, de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) (Reglamento CE Nº 1272/2008, anexo VI, tabla 3.1) y con la Directiva 67/548/CEE sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas (Reglamento CE Nº 1272/2008, anexo VI, tabla 3.2).

Sin embargo, esta clasificación como cancerígeno por parte de la IARC abre la posibilidad de que en un futuro la sílice cristalina respirable pueda ser clasificada también como cancerígeno en la Unión Europea.

Además, dado que la silicosis afecta al funcionamiento de los pulmones, esta situación favorece la posibilidad de contraer infecciones pulmonares como la tuberculosis. Las personas expuestas a polvo de cuarzo tienen una probabilidad 100 veces mayor que la población general de contraer tuberculosis. En este caso, la tuberculosis se denomina silicotuberculosis.

### 3. AGLOMERADOS DE CUARZO

Se entiende por aglomerado de cuarzo, o compacto de cuarzo, un material compuesto por arenas de sílice, cuarzo, en algunos casos con presencia de cristobalita, en granulometrías variables (siempre inferiores a 4,5 mm), cementado con otros componentes (vidrios, feldspatos, colorantes, etc.) por medio de resinas de poliéster o acrílicas como elemento aglutinante para conseguir resultados de solidez y resistencia. El contenido en sílice cristalina de los aglomerados de cuarzo puede variar entre el 70 y el 90%, en función del color y tipo de acabado.

Este material aparece en el mercado en los años 90 como alternativa, y para las mismas aplicaciones, para las que tradicionalmente se han utilizado los tableros de las piedras naturales (p.e. granito y mármol). Presenta una gran variedad de colores y acabados superficiales, lo cual propició que en un principio se empleara ampliamente en la decoración de ambientes interiores, principalmente en encimeras de cocina y baño. Posteriormente, su uso se ha extendido, empleándose también en pavimentos de pequeño espesor, escaleras y revestimiento de pared.

Con los aglomerados de cuarzo se fabrican tableros de unas dimensiones superficiales aproximadas de 3 por 1,5 metros, de diferentes espesores, normalmente de 12 a 30 milímetros.

En la manipulación de estas piezas fabricadas con aglomerados de cuarzo se pueden diferenciar dos situaciones de trabajo:

- Elaboración de las piezas en el taller de marmolería, a partir de los tableros de aglomerado de cuarzo.
- Instalación de las piezas elaboradas, ya sea en edificios de nueva construcción o en obras de reforma o rehabilitación.

Esta Nota Técnica de Prevención (NTP) contempla las medidas preventivas para evitar la exposición a sílice cristalina respirable en estas dos actividades: elaboración en taller de los aglomerados y su instalación. Por lo tanto, la fabricación de los aglomerados de cuarzo no es objeto de esta NTP.

### 4. MECANIZADO DE LAS PIEZAS DE AGLOMERADO DE CUARZO

#### Elaboración de las piezas en el taller

La elaboración de piezas en el taller se inicia con el corte de los tableros de aglomerado a las dimensiones deseadas, mediante sierras de disco "de diamante". Las piezas cortadas siguen otros procesos de acabado, como el contorneado o el pulido de cantos y el mecanizado de orificios para insertar lavabos, cocinas, grifos o cualquier otro tipo de elemento que forme parte de la instalación. Finalmente, algunas de las piezas cortadas y mecanizadas se montan y encolan en el taller con el objeto de minimizar los trabajos de instalación en la obra.

En la actualidad muchas de estas operaciones se realizan mediante máquinas previamente programadas de funcionamiento automático (máquinas de control numérico).

Durante las operaciones de ensamblado puede ser necesaria la realización de operaciones de ajuste y de pulido de algunas piezas.

#### Operaciones de instalación

La instalación (montaje) en obra de las piezas preparadas en el taller puede requerir en algunas ocasiones la reali-

zación de operaciones de mecanizado y ajuste en función de la precisión con que se han elaborado.

Además, para la adhesión de las piezas al soporte se necesita un adhesivo flexible como el cemento cola, con su mismo coeficiente de dilatación.

### 5. MEDIDAS PREVENTIVAS

En las operaciones de mecanizado (corte, pulido, repasado) de las piezas de aglomerado de cuarzo se pueden liberar al ambiente elevadas concentraciones de polvo que contiene sílice cristalina respirable. Una vez en el aire la fracción de polvo respirable puede tardar un tiempo variablemente largo en sedimentar. Además, en situaciones en las que el aire se encuentra constantemente agitado, y no entra aire fresco, esta fracción respirable puede permanecer suspendida en el aire del lugar de trabajo durante días en concentraciones significativas.

La actuación frente a esta exposición, tal como se indica en el Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo, en su artículo 5 "Medidas específicas de prevención y protección", se debe dirigir a la eliminación o reducción al mínimo de los riesgos derivados de la presencia del agente químico, aplicando medidas de prevención y protección que sean coherentes con la evaluación de riesgos.

Por lo tanto, si no es posible la sustitución de estos materiales por otros que no contengan sílice libre cristalina, el principal objetivo del conjunto de medidas preventivas a implantar es, por un lado, minimizar la generación de polvo durante estas operaciones y, por otro, evitar su paso al ambiente de trabajo.

Estas medidas técnicas de control del riesgo, por orden de prioridad, se pueden agrupar de la siguiente forma:

1. Evitar o reducir la emisión de polvo.
  - Realización en húmedo de los trabajos de mecanizado.
  - Empleo de máquinas portátiles de baja velocidad.
2. Evitar o reducir la dispersión del polvo al ambiente.
  - Utilización de sistemas extracción localizada del polvo en la zona de generación.
3. Limpieza de los equipos y de la zona de trabajo.
  - Empleo de métodos húmedos o por aspiración.

Una vez implantadas las medidas preventivas correspondientes es cuando se debe llevar a cabo una evaluación ambiental de la exposición a sílice cristalina respirable, a fin de valorar la efectividad de las medidas adoptadas. El objetivo final no es sólo que la exposición se halle por debajo del valor límite de exposición profesional, lo que evidentemente debe cumplirse, sino que ésta sea tan baja como resulte técnicamente posible.

Cuando estas medidas de prevención y de protección colectiva no proporcionen una reducción suficiente del riesgo de exposición a polvo de sílice cristalina respirable, se deberán emplear equipos de protección individual para las vías respiratorias. En cualquier caso, la utilización de los equipos de protección individual nunca suplirá las medidas técnicas de prevención y no se debe recurrir a la protección individual sin respetar el orden de prioridades de medidas preventivas establecido.

En resumen, el empleo de equipos de protección respiratoria puede ser necesario en las siguientes situaciones:

- Cuando las medidas de prevención y protección colectiva sean insuficientes, es decir, que no puedan ase-

gurar que la exposición por vía inhalatoria no supere los límites ambientales y ésta no pueda evitarse por otros medios.

- Provisionalmente, mientras se adoptan las medidas de prevención y protección necesarias.
- Para aquellas operaciones “puntuales” o “excepcionales” en las que no exista la posibilidad de aplicar medidas preventivas.

No obstante, aún cuando no se sobrepase el valor límite de exposición profesional, el empresario pondrá los equipos de protección respiratoria adecuados a disposición de los trabajadores, como un complemento de uso voluntario por su parte. En este sentido hay que señalar que la utilización de estos equipos de protección respiratoria es recomendable siempre, incluso en aquellas situaciones en que la evaluación de riesgos indique que no es probable que se sobrepase el valor límite.

Finalmente, indicar que, aunque según el contenido en sílice libre cristalina del material que se manipula puede variar la concentración ambiental de sílice cristalina respirable (intensidad de la exposición), el conjunto de medidas preventivas propuesto para evitar o controlar la exposición a sílice cristalina respirable durante el mecanizado de las piezas de aglomerado de cuarzo no debería diferir de las que, en general, deben aplicarse para las operaciones de mecanizado de otros artículos y/o materiales que también contengan sílice libre cristalina.

### Máquinas de mecanizado (corte, calibrado y pulido)

Las medidas preventivas para trabajos con máquinas fijas programables (de control numérico) o por accionamiento manual (fresadoras de control numérico (CNCs), pulecintos, cortadoras de disco-puente, cortadoras por inyección de agua, cortadoras manuales de disco, tronadoras de brazo, calibradoras, pulidoras, etc.) son las siguientes:

- Emplear máquinas con sistema de aporte de agua abundante (trabajo en húmedo).
- Asegurar que el suministro de agua sea el adecuado y se mantenga en buen estado. El caudal puede variar según las operaciones y equipos empleados, debiéndose evaluar en cada caso; a modo de ejemplo, se ha observado que para discos de corte entre 400 y 700 mm de diámetro, un caudal de, aproximadamente, 20-30 litros por minuto y para el equipo de pulido de cantos (5 cabezales simultáneamente) un caudal medio, también de 30 litros por minuto y por cabezal, permiten minimizar la generación de polvo.
- Adoptar las precauciones necesarias para, en caso de frío intenso, evitar la formación de hielo. El uso de sistemas de calefacción del agua empleada en máquinas puede ayudar a reducir los efectos de las bajas temperaturas para los trabajadores y evitar la congelación de tuberías y útiles de corte.
- Los sistemas eléctricos deben estar correctamente protegidos para ambientes húmedos.
- El suelo de las zonas donde se encuentran instaladas estas máquinas debe disponer de sistemas de drenaje del agua.
- No dejar que el lodo o fango que pueda haberse formado en el suelo se seque lo que podría favorecer que este polvo pueda pasar al ambiente.
- Utilizar equipos de protección respiratoria contra partículas tipo FFP3 (para mascarillas autofiltrantes) o P3 (para filtros acoplados a adaptadores faciales).

### Máquinas portátiles (corte, calibrado y pulido)

La utilización de máquinas portátiles para el trabajo con los aglomerados de cuarzo debe contemplar las siguientes medidas preventivas:

- Emplear máquinas portátiles con sistema de aporte de agua (trabajo en húmedo) (figura 1).
- Trabajar en mesa con recogida y drenaje del agua.
- Utilizar herramientas seguras en ambientes húmedos (p.e. motores neumáticos).
- Utilizar equipos de protección respiratoria contra partículas tipo FFP3 (para mascarillas autofiltrantes) o P3 (para filtros acoplados a adaptadores faciales).
- Frente al riesgo a salpicaduras, emplear ropa de protección impermeable (vadeadores, botas de agua, chaquetas impermeables o buzos), y evitar que éstas se sequen sobre la ropa, por el riesgo de emisión de polvo que esto puede representar.
- En caso necesario, emplear guantes de protección contra el frío.

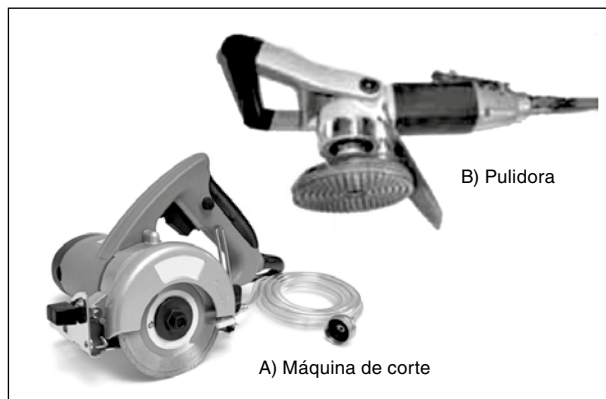


Figura 1. Máquinas portátiles para el mecanizado con sistemas de aporte de agua

En el caso de trabajos de corta duración, y excepcionales, con máquinas portátiles en que no sea posible emplear sistemas húmedos:

- Emplear máquinas con sistema de extracción localizada incorporado en la propia herramienta, o trabajar en cabinas con extracción localizada (figuras 2 y 3).
- Emplear sistemas de corte o pulido a baja velocidad.

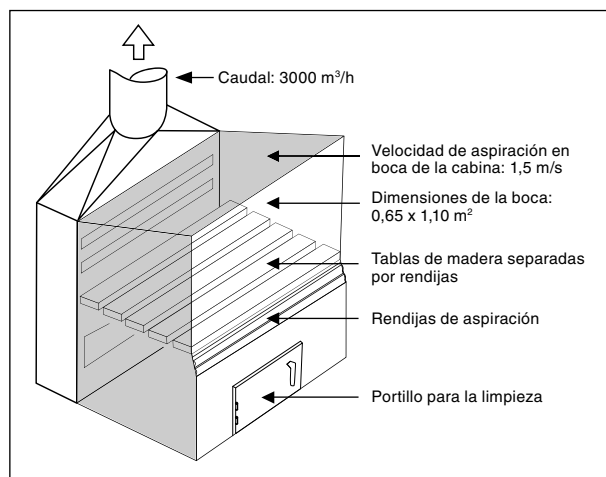


Figura 2. Ejemplo de cabina con extracción localizada para operaciones de pulido

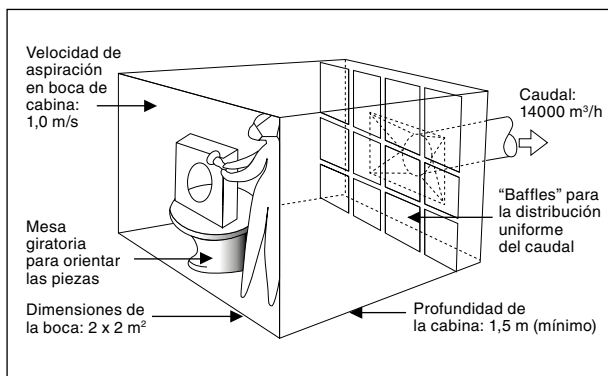


Figura 3. Ejemplo de cabina con extracción localizada para operaciones de pulido de piezas grandes

- Utilizar equipos de protección respiratoria frente a partículas tipo FFP3 (para mascarillas autofiltrantes) o P3 (para filtros acoplados a adaptadores faciales), gafas de protección y ropa de protección.

### Diseño de las instalaciones

- Restringir el acceso al área de trabajo únicamente al personal autorizado.
- Los lugares donde se ubiquen los equipos de trabajo de corte y pulido deben disponer de sistemas de extracción localizada y sistemas de ventilación general diseñados para compensar el aire extraído por aquéllos. Verificar que el sistema de ventilación no remueva el polvo y que el aire contaminado no se extienda a las zonas limpias.
- Disponer de un pavimento en los locales de trabajo que minimice el peligro de resbalar derivado de la presencia de agua en el suelo.
- Superficies y suelos de fácil limpieza. El uso de pintura de colores llamativos sobre las superficies (suelos, pasillos, elementos estructurales) ayuda a reconocer las zonas sucias y a identificar un adecuado nivel de limpieza.
- Señalizar y delimitar las zonas de riesgo de exposición a sílice cristalina respirable.

### Limpieza del taller

- Emplear métodos de limpieza en húmedo (baldeo) y/o por aspiración para evitar la formación de polvo durante estas operaciones (existen equipos de aspiración con posibilidad de vía húmeda) (figura 4).
- Los aspiradores industriales deben estar equipados con filtros de alta eficacia frente a partículas (filtro HEPA) (no utilizar aspiradoras comunes).
- Utilizar equipos de protección respiratoria contra partículas tipo FFP3 (para mascarillas autofiltrantes) o P3 (para filtros acoplados a adaptadores faciales).
- En caso de derrames de grandes volúmenes de material fino y seco, emplear un método de pulverización



Figura 4. Equipo para la aspiración de polvo seco y líquido no combustible

- fina para humedecerlo (el uso de chorro de agua podría facilitar el paso del polvo al ambiente).
- No dejar que el lodo o fango que pueda haberse formado en el suelo se seque y que el polvo pueda pasar al ambiente; gestionar este residuo adecuadamente.
- Limpiar a diario el área de trabajo y de forma regular la zona de trabajo (p.e. semanalmente).
- Limpiar los equipos de trabajo con regularidad (por métodos húmedos).
- No limpiar con escobillas ni con utensilios de arrastre (escobas, cepillos).
- No utilizar aire comprimido como sistema de limpieza.

### Operaciones de instalación

La principal medida preventiva consiste en evitar realizar cualquier operación *in situ* que pueda generar polvo. Por lo tanto, las piezas de aglomerado de cuarzo deberían salir del taller de elaborado totalmente acabadas y listas para colocar.

Sin embargo, en caso que sea imprescindible repasar las piezas en obra, se recomienda, aunque el tiempo de exposición sea corto:

- Realizar las operaciones en un lugar ventilado, si es posible exterior (balcón, terraza, patio).
- Trabajar siempre que sea posible con métodos húmedos, empleando máquinas con sistema de aporte de agua. En caso que no sea posible emplear equipos de trabajo en húmedo, emplear máquinas con extracción localizada en el punto de generación de polvo.
- Utilizar equipos de protección respiratoria contra partículas tipo FFP3 (para mascarillas autofiltrantes) o P3 (para filtros acoplados a adaptadores faciales).
- En tareas de rejuntado de uniones, zócalos, etc. donde se pueden utilizar siliconas y productos adhesivos, utilizar protección respiratoria frente a partículas tipo P3 combinada con filtros para vapores orgánicos tipo A.
- Al finalizar la instalación de las piezas de aglomerado, recoger los restos de polvo (por métodos húmedos o por aspiración) evitando que éste pase al ambiente.

### Evaluación de la exposición

Una vez adoptadas las medidas preventivas destinadas a evitar o disminuir la generación de polvo en estas operaciones, y a fin de comprobar su eficacia, se deberá medir la concentración de sílice cristalina respirable en el aire, calcular a partir de ella la exposición diaria (ED) de los trabajadores expuestos y compararla con su valor límite ambiental de exposición profesional. Esta evaluación de la exposición debe realizarse de forma periódica.

Este valor límite ambiental (VLA-ED) para la concentración de sílice cristalina contenida en la fracción de polvo respirable es de 0,1 mg/m<sup>3</sup> (como cuarzo) y de 0,05 mg/m<sup>3</sup> (como cristobalita) según el documento "Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España" editado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) para el año 2011; además, en este documento aparece una propuesta de modificación que rebaja el citado VLA-ED para la fracción respirable de cuarzo hasta 0,05 mg/m<sup>3</sup>.

### Medidas de higiene personal y protección individual

Tal como se establece en el artículo 4 "Principios generales para la prevención de los riesgos por agentes químicos" del RD 374/2001, los riesgos para la salud y la

seguridad de los trabajadores se eliminarán o reducirán al mínimo mediante, entre otras, la adopción de medidas higiénicas adecuadas, tanto personales como de orden y limpieza.

Los hábitos de higiene personal tienen como objetivo evitar el traslado de la contaminación por polvo de sílice cristalina respirable a otras dependencias de trabajo o incluso, al propio hogar, ya sea en la ropa, pelo, etc. con el riesgo de exposición de personas no expuestas profesionalmente a estas sustancias. A estos efectos, se deberían observar las siguientes medidas:

- No comer, beber o fumar en el lugar de trabajo.
- Delimitar un área limpia y específica, alejada del área de trabajo en que se manipulan los aglomerados, en la que los trabajadores puedan preparar la comida, comer y beber.
- Antes de comer, beber o fumar, los trabajadores deben lavarse las manos y cara con agua y jabón y quitarse la ropa de protección o de trabajo.
- Proporcionar a los trabajadores ropa de protección apropiada según las condiciones de trabajo.
- La ropa de protección debe impedir la penetración de las partículas sólidas en suspensión y debe cubrir todo el cuerpo.
- Al salir de la zona de trabajo, limpiar y quitarse la ropa de protección. Para esta limpieza, emplear preferentemente métodos en húmedo o, si no es posible, por aspiración del polvo. No utilizar sistemas de aire comprimido.
- Disponer de lugares separados donde guardar la ropa de protección o de trabajo de forma separada de la ropa limpia u otras prendas personales.

- Establecer un programa que contemple la selección, uso, mantenimiento y limpieza de los equipos de protección individual.

Al finalizar la jornada de trabajo, los trabajadores expuestos deben asearse, ducharse si es necesario, y ponerse ropa limpia antes de abandonar el trabajo.

Prohibición expresa que los trabajadores se lleven la ropa de protección y el calzado de trabajo a su domicilio.

El empresario se responsabilizará del lavado y descontaminación de la ropa de protección o de trabajo.

#### Información y formación

Tal y como se establece en el artículo 9 "Información y formación de los trabajadores" del RD 374/2001, y de conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario deberá garantizar que:

- Los trabajadores conocen, mediante información y formación adecuada y suficiente, los riesgos potenciales para su salud derivados de la manipulación de los aglomerados de cuarzo, las vías de exposición, los procedimientos de trabajo para minimizar la exposición a sílice cristalina respirable, las medidas preventivas y de higiene personal y la utilización, limpieza y mantenimiento de los equipos de protección.

#### Vigilancia de la salud

Se llevará a cabo de acuerdo con el Protocolo de Vigilancia Sanitaria Específica establecido por el Ministerio de Sanidad para silicosis y otras neumoconiosis.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) Comisión de Salud Pública. Silicosis y otras neumoconiosis. Protocolos de Vigilancia Sanitaria. Ministerio de Sanidad y Consumo.
- (2) MARTÍNEZ C, PRIETO A, GARCÍA L, QUERO A, GONZÁLEZ S Y CASAN P. **Silicosis, una enfermedad con presente activo.** *Arch Bronconeumol.* 2010; 46 (2): 97-100.
- (3) NEPSI. Guía de buenas prácticas para la protección de la salud del trabajador para la adecuada manipulación y uso de la sílice cristalina y de los productos que la contengan. 2006.
- (4) SCOEL SUM Doc 94-final acerca de la Sílice cristalina respirable, junio 2003.
- (5) REAL DECRETO 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.