Estudio ergonómico de las condiciones de trabajo de una cabina de pintura

Jose Angel Romero Molina *
Fernando Rescalvo Santiago *
**Dirección de Prevención de Ibermutuamur*

Correspondencia:
Condesa de Venadito,1-3ª
28027 - MADRID

PALABRAS CLAVE:

Ergonomía, método ergonómico.

Resumen:

En este artículo se estudian las condiciones de trabajo de un puesto de cabina de pintura, con el método ergonómico de *Ibermutuamur*.

Introducción

La actividad productiva en cabinas es relativamente frecuente en la industria de la automoción y no siempre esta actividad se realiza en las condiciones óptimas para la salud de los trabajadores.

Independientemente de la carga física, del trabajador está sometido a condiciones medio-ambientales penosas, sobretodo a nivel termohigrométrico. El estudio ergonómico del puesto de trabajo en una cabina de pintura tiene como objetivo evaluar las condiciones de trabajo desde la óptica de la ergonomía es decir desde el grado de adaptación del puesto de trabajo al hombre tanto en su aspecto físico como psíquico y social. Para su estudio hemos utilizado el método de ergonomía de *Ibermutuamur*.

Material y métodos

Este apartado consta de tres secciones:
1.- Puesto de trabajo estudiado
2.- Material empleado
3.- Método de investigación y análisis utilizado

Puesto de trabajo estudiado

Antes de justificar el puesto de trabajo elegido para su estudio, conviene recordar que todo proceso evaluador de las condiciones de trabajo consta de varias fases: recogida de datos, análisis cinético de las actividades de trabajo, y análisis de las repercusiones psico-biólogícas en el trabajador. Así pues para que un puesto de trabajo pueda ser evaluado es necesario que se puedan aplicar todas las fases protocolizadas del

método evaluador. Por otra parte, siguiendo a G. ROUSTANG podemos definir entre las carácterísiticas que deben reunir los puestos de trabajo para su evaluación, las siguientes:
- La actividad laboral debe ser repetitiva.
- Estará sometida a un determinado ritmo de trabajo o cadencia.
- La organización del trabajo no cambia, deberá permanecer a lo largo del ciclo de trabajo.
- El ambiente físico de trabajo, permanecerá constante.
- Debe de haber un conocimiento cuantificado de los productos elaborados y sobre los útiles de trabajo.

Puesto de trabajo en una cabina de pintura

La actividad productiva se lleva a cabo en el interior de una cabina de pintura (ver figura), donde un operario se encarga tanto de la preparación de las pinturas como de la propia proyección a través de una pistola aerográfica.

La cabina de pintura de dimensiones (7 x 5 x 2,40 metros) dispone de una cortina de agua en su interior, con un sistema de impulsión de aire en constante recirculación situado a la altura del techo y con un sistema de extracción que se realiza a través de dos extractores que pueden evacuar entorno a 17.000 m3/hora. De esta manera se obtiene una cabina presurizada, dispuesta a eliminar los posibles contaminantes

Anexa a la cabina de pintura se encuentra el horno de secado de dimensiones (4,5 x 5 x 2,40 metros), destinado al curado de las piezas que han sido imprimadas. El mismo operario suele ocuparse habitualmente de transportar las piezas que previamente han sido pintadas hasta el propio horno, así como de retirarlas una vez que estas han sido curadas.

Las tareas operativas de imprimación suelen durar un tiempo medio de 2 horas / diarias, el resto del tiempo hasta completar las ocho horas diarias, este operario se ocupa de efectuar el cuelgue de las piezas que han sido pintadas, el transporte de las cajas que incorporan las distintas piezas imprimadas, así como otras tareas de control.

Material empleado

Con el fin de valorar el entorno físico de trabajo fueron utilizados diferentes aparatos de medidas.

Método de investigación y análisis utilizado

El método ergonómico utilizado es el método de Ibermutuamur.

Resultados y discusión

Este apartado consta de dos secciones:
1.- Resultados medio-ambientales y psicosociales.
2.- Resultados relativos a los puestos de trabajo.

Resultados medio-ambientales y psicosociales

Se trata de los datos generales obtenidos tras el estudio y evaluación del entorno físico, medioambiental y psicosocial común a todos los puestos de trabajo, necesarios para una posterior valoración de puestos de trabajos específicos.

1.- Condiciones termohigrométricas.
Temperatura seca: 30º C
Temperatura de globo: 32º C
Velocidad relativa: 0,2 m/sg.
Humedad relativa: 80%
Vestimenta típica de verano.
Actividad media = 125 Kcal/ hora = 81,2 W/m^2.

2.- Niveles sonoros.
Nivel sonoro continuo equivalente de 84 dB(A) y un nivel pico de 120 dB.

3.- Iluminación.
Los niveles lumínicos obtenidos en el interior de la cabina de pintura fueron de 100 Lux.

4.- Vibraciones.
En relación a las vibraciones que se producen en el puesto de trabajo, se pudo comprobar que existe una ligera vibración en el suelo, como consecuencia del funcionamiento del compresor del aire.

5.- Contaminantes químicos.
Se efectuó una toma de muestras de los compuestos orgánicos de las pinturas utilizadas durante toda la actividad productiva (2 horas). Este estudio se hizo acorde con lo establecido por la normativa correspondiente.

El resultado de las muestras tomadas fueron las siguientes:
* Tolueno = 100 ppm.
* Xileno 50 ppm.
* Heptano = 255 ppm.

Contaminantes	R.A.M.I.N.P.	VLA s		TLV s	
	C.M.P.	VLA-ED	VLA-EC	TLV-TWA	TLV-STEL
Tolueno	200 ppm.	50 ppm.	---	50,A4 ppm.	---
Xileno	200 ppm.	100 ppm.	150 ppm.	100,A4 ppm.	150,A4 ppm.
Heptano	500 ppm.	400 ppm.	500 ppm.	400 ppm.	500 ppm.

6.- Radiaciones.
Se ha medido con un radiómetro la cantidad de energía que le llega al trabajador durante el proceso de pintado. Esta energía es la proveniente de una lámpara ultravioleta destinada para verificar la calidad de la pintura. La lámpara funciona a una longitud de la longitud de onda de los 300 nanómetros (nm), el resultado de la medición fue de 0,18 uw/cm2 de irradiación efectiva.

7.- Carga Estática.
Cuando el operario retira las piezas del horno de curado, estas las debe de colgar sobre unos ganchos que se desplazan automáticamente sobre un carril hasta la sección de empaquetado.

Para realizar esta tarea el operario debe de colgar las piezas a 1,50 cm, obligando al operario a mantener los brazos por encima de los hombros/ del tiempo de ciclo.

La altura de toma de piezas se encuentra situada entre 20 y 65 cm, obligando al operario a estar encorvado mas de 30º una quinta parte del ciclo.

El tiempo invertido en efectuar las tareas de cuelgue son por termino medio de 30 minutos.

Observación: Efectuar solamente la valoración referida al ciclo de los 30 minutos.

8.- Carga Dinámica.
Una vez que las piezas han sido empaquetadas este trabajador se ocupa de transportarlas hasta el área de expediciones. Para realizar esta tarea diariamente, el trabajador debe de transportar un total de 80 cajas durante dos horas aproximadamente.

La distancia de transporte es de 15 metros, el peso de cada caja es de 12 Kg y la altura de levantamiento es de 50 cm.

Observación: Efectuar solamente la valoración de esta situación.

9.- Equipamiento de Trabajo.
El trabajador que realiza las operaciones de pintado tiene una estatura de 1,7 metros y la mesa donde efectúa las imprimaciones tiene una altura de 1 metro.

La distancia, posturas y ángulos visuales que adopta el trabajador durante las operaciones de imprimación y cuelgue de piezas son las recomendables.

La forma de agarre de la pistola de pulverización, así como la colocación y cuelgue de las piezas imprimadas son también las correctas.

10.- Carga Mental
* El trabajador que se ocupa de las tareas de imprimación debe mantener durante todo el tiempo un nivel de atención constante, a pesar de no ser un trabajo complicado.

* El departamento de métodos y tiempos de la empresa ha estimado que el tiempo que se está empleando en efectuar las operaciones de imprimación es el adecuado, no debiendo recuperar habitualmente los retrasos que pudieran presentarse, por lo que no es necesario que trabaje con rapidez.

* Durante la realización de esta tarea no suele presentarse ningún tipo de incidencias.

* Si se comete algún tipo de error durante la realización del trabajo, generalmente es de poca importancia.

* El operario generalmente no se siente fatigado durante su trabajo.

* El operario normalmente maneja muy poca información, y si alguna vez la maneja generalmente esta es muy sencilla.

11.- Autonomía Temporal.
* Circunstancialmente el trabajador puede interrumpir su actividad sin tener que ser sustituido.

* El trabajador puede regular su propio ritmo de trabajo y las pausas puede establecerlas cuando considera oportunas.

12.- Contenido del trabajo.
* El sistema de imprimación queda impuesto por la dirección de la empresa, siendo siempre el mismo, no teniendo por tanto la posibilidad de adaptarse a nuevas situaciones.

* La organización del trabajo puede planificarla siempre el trabajador.

* El trabajador efectúa su actividad de forma aislada del resto de sus compañeros, pudiendo transmitir información a la sección de pintura de la actividad que este realizando.

* El trabajador está capacitado para concentrarse en su trabajo y tiene una buena destreza y precisión.

* El trabajo que efectúa el operario no es muy importante para sus compañeros, pero si necesario para el conjunto de actividades que la empresa viene realizando.

* El trabajador realiza esta actividad no solo por el dinero, sino por la posibilidad de promocionar profesionalmente.

* La actividad operativa que desempeña el trabajador esta considerada como bastante importante, tanto para los mandos superiores, clientes como familiares, pero no así para sus compañeros.

13.- Supervisión - Participación.
* La dirección de producción considera que tanto el método, planificación, ritmo de trabajo, horario y resultados son los adecuados.

* El trabajador tiene buenos medios para presentar sugerencias o participar en las decisiones de la empresa.

* El trabajador tiene decisión propia de los aspectos relacionados con su trabajo.

14.- Definición de Rol.
* La dirección de producción, informa muy detalladamente de cada uno de los distintos aspectos que forma parte de la actividad productiva (cantidad, calidad, tiempo asignado, responsabilidad, etc).

* Al trabajador no se le asigna nunca actividades fuera de los sistemas productivos establecidos por la dirección.

15.- Interés por el trabajo.
* El trabajador considera actualmente que tiene poca posibilidad de promocionar a pesar de su larga experiencia profesional.

* La formación que la empresa imparte en relación con la actividad que realiza es suficiente.

* Los medios de información que la empresa tiene establecidos para sus trabajadores son generalmente regulares.

* El trabajador es fijo en la empresa, tiene 62 años y desea continuar en ella hasta su jubilación.

16.- Relaciones Personales
* Debido al puesto de trabajo que ocupa, el operario no tiene la posibilidad de hablar durante el desarrollo de las operaciones de pintura.

* Las relaciones personales que tiene el trabajador con los jefes, compañeros, subordinados, clientes, etc, son generalmente muy satisfactorias.

Resultados relativos a los puestos de trabajo

En esta sección se presentan todos los datos obtenidos relativos al puesto de trabajo estudiado, los requerimientos psico-físicos que éste exige de los trabajadores, y la valoración obtenida según la metodología aplicada.

1.- MOTIVO DEL ESTUDIO:
A iniciativa del Servicio de Prevención
2.- PUESTO DE TRABAJO: Cabina de pintura
3.- UBICACIÓN: Sección de pintura y secado
4.- MÁQUINA: Pistola aerográfica
5.- ACTIVIDAD LABORAL:
Pintado de perfiles metálicos

Evaluación según el metodo

1.- Condiciones termohigrométricas.
Estimación del nivel de actividad y "Clo" de la vestimenta.
Vestido ligero = 0,5 Clo.
Actividad media = 125 Kcal/ hora = 81,2 W/m^2.

Cálculo del V.M.P.
V.M.P. = 1,58 + (30 x 0,009) + (3,69 x 0,17) = 2,47

Efectuada la valoración para calcular el P.P.D (número de personas insatisfechas), se puede apreciar que con los resultados obtenidos el porcentaje de insatisfacción se sitúa entorno al 80%.

Se considera una condición satisfactoria cuando el porcentaje de insatisfacción es inferior al 10%. Por lo tanto se puede comprobar, que en relación a los resultados encontrados el personal de oficinas se encuentra en situación de disconfort , ya que el porcentaje obtenido se sitúa muy alejado del 10%.

Valoración: 3

2.- Niveles sonoros.

$$L_A eq, d = L_A eq, T + 10Lg \frac{T}{8}$$

$$L_A eq, d = 84 + 10Lg \frac{2}{8} = 78dB(A)$$

Valoración: 2

3.- Iluminación.
Según Real Decreto 486/97. Nivel mínimo de iluminación exigido = 200 Lux.
Según pr EN - 12464. Nivel de iluminación aconsejable = 500 Lux.

Valoración: 5

4.- Vibraciones.
Ligera vibración en el suelo.

Valoración: 1

5.- Contaminantes químicos.
El resultado de las muestras tomadas han sido las siguientes:
* Tolueno = 100 ppm.
* Xileno 50 ppm.
* Heptano = 255 ppm.

Los valores de referencia que hemos de utilizar son los siguientes: *(ver tabla)*

Contaminantes	R.A.M.I.N.P.	VLA s		TLV s	
	C.M.P.	VLA-ED	VLA-EC	TLV-TWA	TLV-STEL
Tolueno	200 ppm.	50 ppm.	---	50,A4 ppm.	---
Xileno	200 ppm.	100 ppm.	150 ppm.	100,A4 ppm.	150,A4 ppm.
Heptano	500 ppm.	400 ppm.	500 ppm.	400 ppm.	500 ppm.

Como el tiempo de exposición es de 2 horas/día. La concentración es la siguiente:

$$\text{Tolueno: } 100 \times \frac{2}{8} = 25\text{ppm}$$

$$\text{Xileno: } 50 \times \frac{2}{8} = 12{,}5\text{ppm}$$

$$\text{Heptano: } 255 \times \frac{2}{8} = 63{,}75\text{ppm}$$

Efecto Aditivo - *(comparación valores VLA´s)*:

$$\frac{25}{50} + \frac{12{,}5}{100} + \frac{67{,}75}{500} = 0{,}785$$

Valoración: 3

6.- Radiaciones.

Tiempo de exposición diaria	Longitud de onda	Nivel de exposición en uw/cm^2
1 hora	300 n.m	0,18

Evaluación de los resultados

Los límites de referencia según los TLV´s son los siguientes:

Tiempo de exposición diaria	Longitud de onda	Nivel de exposición en uw/cm^2
2 horas	200 - 315 n.m.	0,4
1 hora	200 - 315 n.m.	0,8
30 minutos	200 - 315 n.m.	1,7
15 minutos	200 - 315 n.m.	3,3

El valor obtenido está situado entre el 25 y 50% del valor límite.

Valoración: 2

7.- Carga Estática.
De pie con los brazos encima de los hombros:
0,25 x 30´= 7,5´. 1
De pie en flexión: 0,2 x 30´=6´. 1,5
De pie: (resto del tiempo del ciclo) = 16,5´. 0

Valoración: 2,5

8.- Carga Dinámica.

H_1 = 0,5 metros
$K_{levantar}$ = 0,53
K_{bajar} = 0,08
L = 15 metros
$K_{llevar\text{-}ida}$ = 0,056
$K_{llevar\text{-}vuelta}$ = 0,047
n = 40

El consumo energético por hora de trabajo será:

$$E \quad n\,[L(K_{llevar\text{-}ida} + K_{llevar\text{-}vuelta}) + H_1(K_{levantar} + K)$$

E= 40 [15x(0,056 + 0,047) + 0,5 (0,53 + 0,08)] = 74Kcal/hora

Valoración: 0,5

9.- Equipamiento de Trabajo.
Todos los valores reflejados a continuación son aceptables.
* Valores antropométricos.
* Adaptación de los planos de trabajo.
* Distancias y ángulos visuales.
* Análisis biomecánico. (Distancias, alcances y disposiciones).
* Características de las herramientas manuales. (Tamaño, pesos, agarres, etc).
* Características de otros equipos. (Palancas, mandos, ayudas mecánicas, etc.).

Valoración: 1

10.- Carga Mental

Valoración: 2,75

11.- Autonomía Temporal.

Valoración: 0

12.- Contenido del trabajo.

Valoración: 4,7

13.- Supervisión - Participación.

Valoración: 0

15.- Interés por el trabajo.

Valoración: 2,5

14.- Definición de Rol.

Valoración: 0

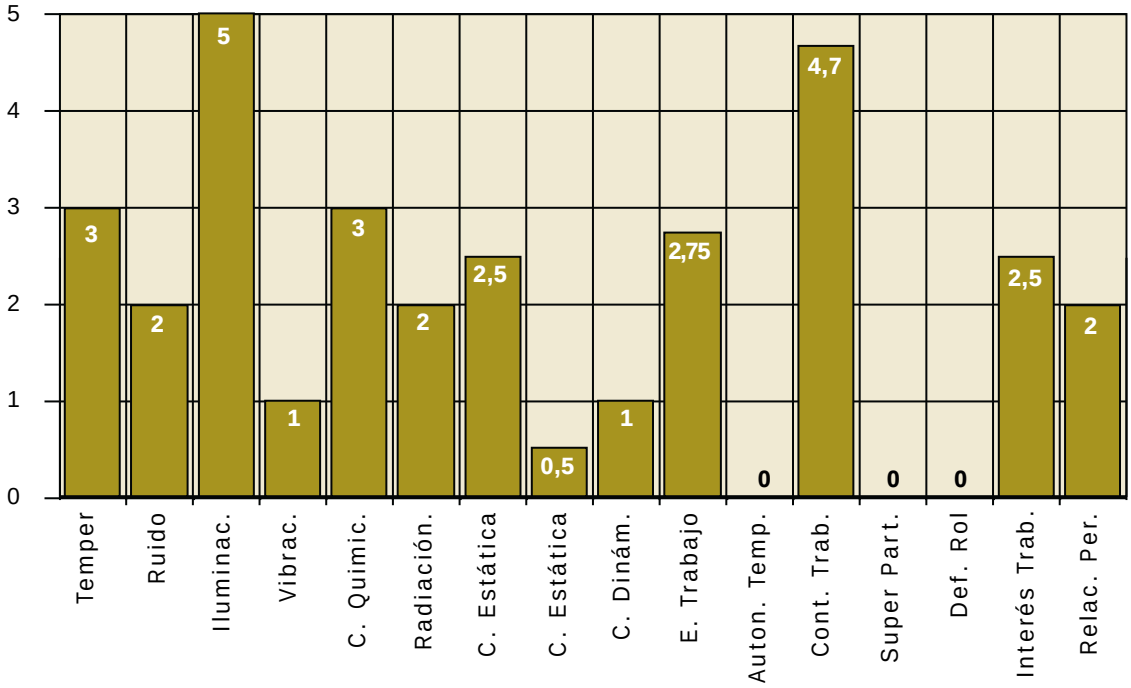
16.- Relaciones Personales.

Valoración: 2

Tabla de evaluación de las cabinas de las condiciones de trabajo de la cabina de pintura.

Puesto de Trabajo	Operarios	Amb. Térmico	Ruido	Iluminación	Vibraciones	Cont. Químicos	Radiaciones	C. Estático	Carga Dinam.	Equ. de Trabajo	C Mental	Aut. Temporal	Cont. Trabajo	Superv. Particip.	Defin. de Rol	Inter. Trabajo	Rel. Personales
Pintor	1	3	2	5	1	3	2	2,5	0,5	1	2,75	0	4,7	0	0	2,5	2
Total Depart.																	
Promedio																	

Histograma del puesto de trabajo de la cabina de pintura



Valoración del puesto de trabajo

El método *Ibermutuamur*, propone cinco valores de puntuación acorde con los diferentes factores que acondicionan el puesto de trabajo.

El nivel de puntuación 1, supone unas condiciones muy satisfactorias y favorables para el trabajador durante la realización de su actividad.

El nivel de puntuación 2, queda representada para unas condiciones óptimas y satisfactorias de trabajo.

El nivel de puntuación 3, se puede considerar como aceptable. Esta situación puede quedar también definida como "Nivel de acción", correspondiendo esta a una situación óptima, desde el punto de vista legal o técnico, pero a partir de la cual sería necesario introducir algunas mejoras o correcciones, con el fin de controlar en todo el momento el proceso productivo.

El nivel de puntuación 4, supone unas condiciones de trabajo desfavorables y penosas para el trabajador, se debe pensar en una planificación de la acción preventiva en un tiempo relativamente corto.

El nivel de puntuación 5, supone unas condiciones de trabajo muy penosas e inaceptables para el trabajador. Las diferentes variables que condicional cada uno de los factores a estudiar (temperaturas, ruido vibraciones, etc.), serán objeto de revisión de manera instantánea y prioritariamente.

Conclusiones

El puesto de trabajo que ha sido estudiado presenta las siguientes deficiencias:

1.- Escaso nivel de iluminación.

2.- El puesto de trabajo, es monótono, se realiza de forma aislada y tiene poco contenido para sus compañeros de trabajo.

3.- La exposición que tiene el trabajador al ambiente térmico y a los contaminantes químicos se sitúan en el límite recomendable, no obstante se propone mejorar en la medida de lo posible estos factores ambientales a medio-largo plazo.

Orientación y consejos

Aumentar el número de luminarias en la cabina de pintura.

Adiestrar a otros trabajadores en las tareas de pintura, para que puedan rotarse entre ellos, creando un equipo de trabajo.

Que las tareas de pintura, que habitualmente viene realizando el operario se alternen con otras actividades que estén consideradas como más creativas.

Mantenimiento y revisión de las instalaciones de la cabina, para que los sistemas de impulsión y extracción de aire se efectúen correctamente.

Aireación y/o renovación del aire de la cabina (siempre y cuando el procedimiento lo permita) al fin de rebajar las condiciones termohigrométricas