

# SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL

**NORMA Oficial Mexicana NOM-024-STPS-2001, Vibraciones-Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

CARLOS MARIA ABASCAL CARRANZA, Secretario del Trabajo y Previsión Social, con fundamento en los artículos 16 y 40 fracciones I y XI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 512, 523 fracción I, 524 y 527; último párrafo de la Ley Federal del Trabajo; 3o. fracción XI, 38 fracción II, 40 fracción VII, 41, 43 a 47 y 52 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 33 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 3o., 4o. 76 a 78 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo; 3o., 5o. y 22 fracciones I, XIII y XV del Reglamento Interior de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, y

## CONSIDERANDO

Que con fecha 15 de marzo de 1994 fue publicada en el **Diario Oficial de la Federación** la Norma Oficial Mexicana NOM-024-STPS-1993, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen vibraciones;

Que esta Dependencia a mi cargo, con fundamento en el artículo cuarto transitorio, primer párrafo del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de enero de 1997, ha considerado necesario realizar diversas modificaciones a la referida Norma Oficial Mexicana, las cuales tienen como finalidad adecuarla a las disposiciones establecidas en el ordenamiento reglamentario mencionado;

Que con fecha 26 de septiembre de 2000, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social presentó ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral, el Anteproyecto de Modificación de la presente Norma Oficial Mexicana, y que el citado Comité lo consideró correcto y acordó que se publicara como proyecto en el **Diario Oficial de la Federación**;

Que con objeto de cumplir con lo dispuesto en los artículos 69-E y 69-H de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, el anteproyecto correspondiente fue sometido a la consideración de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria, la que dictaminó favorablemente en relación al mismo;

Que con fecha 23 de febrero de 2001, en cumplimiento del Acuerdo del Comité y de lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** el Proyecto de Modificación de la presente Norma Oficial Mexicana, a efecto de que, dentro de los 60 días naturales siguientes a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral;

Que habiendo recibido comentarios de cuatro promoventes, el Comité referido procedió a su estudio y resolvió oportunamente sobre los mismos, publicando esta Dependencia las respuestas respectivas en el **Diario Oficial de la Federación** el 15 de octubre de 2001, en cumplimiento a lo previsto por el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

Que en atención a las anteriores consideraciones y toda vez que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral, otorgó la aprobación respectiva, se expide la siguiente:

**NOM-024-STPS-2001, VIBRACIONES-CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO**

## INDICE

1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Obligaciones del patrón
6. Obligaciones del POE
7. Límites máximos permisibles de exposición a vibraciones
8. Programa para la prevención de alteraciones a la salud del POE
9. Unidades de verificación y laboratorios de pruebas

10. Vigilancia

11. Bibliografía

12. Concordancia con normas internacionales

Guía de Referencia I Ejemplo de cálculo del nivel de exposición a vibraciones en extremidades superiores

Guía de Referencia II Ejemplos de ubicación del transductor en algunas herramientas manuales para medición de vibraciones en extremidades superiores

## 1. Objetivo

Establecer los límites máximos permisibles de exposición y las condiciones mínimas de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen vibraciones que, por sus características y tiempo de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores.

## 2. Campo de aplicación

La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos aquellos centros de trabajo en donde por las características de operación de la maquinaria y equipo, se generen vibraciones que afecten a los trabajadores en cuerpo entero o en extremidades superiores.

## 3. Referencias

Para la correcta interpretación de esta Norma debe consultarse la siguiente Norma Oficial Mexicana vigente o la que la sustituya:

NOM-026-STPS-1998, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

## 4. Definiciones

Para efectos de la presente Norma se establecen las siguientes definiciones:

**4.1 Autoridad del trabajo; autoridad laboral:** unidades administrativas competentes de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, que realicen funciones de inspección en materia de seguridad e higiene en el trabajo, y las correspondientes a las entidades federativas y del Distrito Federal, que actúen en auxilio de aquéllas.

**4.2 Banda de tercio de octava:** intervalo entre dos tonos cuya relación es de un tercio de la octava.

**4.3 Ciclo de exposición:** intervalo de tiempo de alguna actividad específica del proceso de trabajo donde está presente el personal ocupacionalmente expuesto.

**4.4 Cadena de medición:** interconexión entre el transductor y, en su caso, accesorios de fijación, cable, preamplificador y analizador que se usan para la medición de vibraciones.

**4.5 Cuerpo entero:** todo el cuerpo del trabajador.

**4.6 Extremidades superiores:** dedos, manos, muñecas y antebrazos del trabajador.

**4.7 Nivel de Exposición a Vibraciones (NEV):** aceleración promedio de las vibraciones, referida al tiempo de exposición del trabajador.

**4.8 Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE):** trabajadores que en el desempeño de sus actividades laborales están expuestos a vibraciones.

**4.9 Sistema basicéntrico de coordenadas:** tres direcciones mutuamente ortogonales que tienen su origen en el área de contacto entre la mano y la superficie que vibra.

**4.10 Sistema biodinámico de coordenadas:** tres direcciones mutuamente ortogonales en un punto próximo al lugar en que la vibración penetra en la mano, este lugar generalmente es el nudillo del dedo medio.

**4.11 Vibraciones:** movimientos periódicos u oscilatorios de un cuerpo rígido o elástico desde una posición de equilibrio.

**4.12 Vibraciones en cuerpo entero:** fenómeno físico que se manifiesta por la transmisión de energía mecánica por vía sólida, en el intervalo de frecuencias desde 1 hasta 80 Hz, al cuerpo entero del POE.

**4.13 Vibraciones en extremidades superiores:** fenómeno físico que se manifiesta por la transmisión de energía mecánica por vía sólida, en el intervalo de frecuencias desde 8 hasta 1600 Hz, a las extremidades superiores del POE.

## 5. Obligaciones del patrón

**5.1** Mostrar a la autoridad del trabajo, cuando así lo solicite, los documentos que la presente Norma le obligue a elaborar o poseer.

**5.2** Informar a todos los trabajadores sobre las posibles alteraciones a la salud por la exposición a vibraciones.

**5.3** Vigilar que no se rebasen los límites máximos permisibles de exposición establecidos en el Capítulo 7.

**5.4** Elaborar y mantener vigente el Programa para la Prevención de Alteraciones a la Salud del POE establecido en el Capítulo 8.

**5.5** Capacitar y adiestrar al POE anualmente en el Programa para la Prevención de Alteraciones a la Salud del POE, establecido en el Capítulo 8.

**5.6** Realizar la vigilancia a la salud del POE según lo establecido en el Apartado 8.5.

**5.7** No exponer a vibraciones a mujeres en estado de gestación.

## 6. Obligaciones del POE

Colaborar y cumplir con el Programa para la Prevención de Alteraciones a la Salud del POE, establecido en el Capítulo 8.

## 7. Límites máximos permisibles de exposición a vibraciones

### 7.1 En cuerpo entero.

Cuando se conoce la frecuencia de un mecanismo que genera vibración y se relaciona con la aceleración en  $m/s^2$  ya sea en el eje de aceleración longitudinal  $a_z$ , o en los ejes de aceleración transversal  $a_x$  y  $a_y$ , se obtiene el tiempo de exposición que puede variar de un minuto a veinticuatro horas. Los límites de exposición a vibraciones en el eje longitudinal  $a_z$  y en los ejes transversales  $a_x$  y  $a_y$ , se establecen en las Tablas 1 y 2, respectivamente.

En la Gráfica 1 se muestran las curvas del tiempo de exposición a vibraciones por día en un intervalo de 1 a 80 Hz de frecuencia en el eje longitudinal  $a_z$ ; en la Gráfica 2 se muestra el tiempo de exposición por día para los ejes de aceleración transversal  $a_x$  y  $a_y$ , en un intervalo de frecuencia de 1 a 80 Hz. El tiempo de exposición se obtiene relacionando la frecuencia con la aceleración.

**TABLA 1**

LIMITES DE ACELERACION LONGITUDINAL ( $a_z$ ) COMO FUNCION DE LA FRECUENCIA Y DEL TIEMPO DE EXPOSICION

FRECUENCIA CENTRAL DE TERCIO DE OCTAVA (Hz)	TIEMPO DE EXPOSICION								
	24 h	16 h	8 h	4 h	2.5 h	1 h	25 min	16 min	1 min
	LIMITE DE ACELERACION LONGITUDINAL EN ( $a_z$ ), $m/s^2$								
1.00	0.280	0.383	0.63	1.06	1.40	2.36	3.55	4.25	5.60
1.25	0.250	0.338	0.56	0.95	1.26	2.12	3.15	3.75	5.00
1.60	0.224	0.302	0.50	0.85	1.12	1.90	2.80	3.35	4.50
2.00	0.200	0.270	0.45	0.75	1.00	1.70	2.50	3.00	4.00
2.50	0.180	0.239	0.40	0.67	0.90	1.50	2.24	2.65	3.55
3.15	0.160	0.212	0.355	0.60	0.80	1.32	2.00	2.35	3.15
4.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
5.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
6.30	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
8.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
10.00	0.180	0.239	0.40	0.67	0.90	1.50	2.24	2.65	3.55
12.50	0.224	0.302	0.50	0.85	1.12	1.90	2.80	3.35	4.50
16.00	0.280	0.383	0.63	1.06	1.40	2.36	3.55	4.25	5.60
20.00	0.355	0.477	0.80	1.32	1.80	3.00	4.50	5.30	7.10
25.00	0.450	0.605	1.00	1.70	2.24	3.75	5.60	6.70	9.00
31.50	0.560	0.765	1.25	2.12	2.80	4.75	7.10	8.50	11.2
40.00	0.710	0.955	1.60	2.65	3.55	6.00	9.00	10.6	14.00
50.00	0.900	1.19	2.0	3.35	4.50	7.50	11.2	13.2	18.0
63.00	1.120	1.53	2.5	4.25	5.60	9.50	14.0	17.0	22.4
80.00	1.400	1.91	3.15	5.30	7.10	11.8	18.0	21.2	28.0

**TABLA 2**

LIMITES DE ACELERACION TRANSVERSAL ( $a_x$ ,  $a_y$ ) COMO FUNCION DE LA FRECUENCIA Y DEL TIEMPO DE EXPOSICION

FRECUENCIA CENTRAL DE BANDA DE TERCIO DE OCTAVA  (Hz)	TIEMPO DE EXPOSICION								
	24 h	16 h	8 h	4 h	2.5 h	1 h	25 min	16 min	1 min
	LIMITE DE ACELERACION TRANSVERSAL EN ( $a_x, a_y$ ), ( $m/s^2$ )								
1.00	0.100	0.135	0.224	0.355	0.50	0.85	1.25	1.50	2.0
1.25	0.100	0.135	0.224	0.355	0.50	0.85	1.25	1.50	2.0
1.60	0.100	0.135	0.224	0.355	0.50	0.85	1.25	1.50	2.0
2.00	0.100	0.135	0.224	0.355	0.50	0.85	1.25	1.50	2.0
2.50	0.125	0.171	0.280	0.450	0.63	1.06	1.6	1.9	2.5
3.15	0.160	0.212	0.355	0.560	0.8	1.32	2.0	2.36	3.15
4.00	0.20	0.270	0.450	0.710	1.0	1.70	2.5	3.0	4.0
5.00	0.250	0.338	0.560	0.900	1.25	2.12	3.15	3.75	5.0
6.30	0.315	0.428	0.710	1.12	1.6	2.65	4.0	4.75	6.3
8.00	0.40	0.54	0.900	1.40	2.0	3.35	5.0	6.0	8.0
10.00	0.50	0.675	1.12	1.80	2.5	4.25	6.3	7.5	10.0
12.50	0.63	0.855	1.40	2.24	3.15	5.30	8.0	9.5	12.5
16.00	0.80	1.06	1.80	2.80	4.0	6.70	10.0	11.8	16.0
20.00	1.00	1.35	2.24	3.55	5.0	8.5	12.5	15.0	20.0
25.00	1.25	1.71	2.80	4.50	6.3	10.6	15.0	19.0	25.0
31.50	1.60	2.12	3.55	5.60	8.0	13.2	20.0	23.6	31.5
40.00	2.00	2.70	4.50	7.10	10.0	17.0	25.0	30.0	40.0
50.00	2.50	3.38	5.60	9.00	12.5	21.2	3.5	37.5	50.0
63.00	3.15	4.28	7.10	11.2	16.0	26.5	40.0	45.7	63.0
80.00	4.00	5.4	9.00	14.0	20.0	33.5	50.0	60.0	80.0

**GRAFICA 1**

LIMITES DE ACELERACION LONGITUDINAL ( $a_z$ ) COMO FUNCION DE LA FRECUENCIA Y DEL TIEMPO DE EXPOSICION

**Ver imagen 11ene-34.bmp**

## GRAFICA 2

LIMITES DE ACELERACION TRANSVERSAL ( $a_x, a_y$ ) COMO FUNCION DE LA FRECUENCIA Y DEL TIEMPO DE EXPOSICION

Ver imagen 11ene-35.bmp

### 7.2 En extremidades superiores.

Dependiendo del tiempo de exposición, se establecen los valores máximos permitidos de aceleración ponderada (que se deben calcular según se establece en los Apartados 8.3.2.2.1 al 8.3.2.2.6, y en la Tabla 3).

**TABLA 3**

LIMITES MAXIMOS DE EXPOSICION EN MANOS A VIBRACIONES EN DIRECCIONES  $X_h, Y_h, Z_h$ .

Tiempo total de exposición diaria a vibraciones, en horas	Valores cuadráticos medios dominantes de la componente de las aceleraciones de frecuencia ponderada que no deben excederse (*)
	$a_k$ , en $m/s^2$
De 4 a 8	hasta 4
De 2 a 4	hasta 6
De 1 a 2	hasta 8
Menor de 1	hasta 12

(\*) Nota: Comúnmente, uno de los ejes de vibración domina sobre los dos restantes. Si uno o más ejes de vibración sobrepasan la exposición total diaria, se han sobrepasado los valores de los límites máximos de exposición.

## 8. Programa para la prevención de alteraciones a la salud del POE

8.1 Este programa debe incluir los elementos siguientes y su correspondiente documentación:

- reconocimiento;
- evaluación;
- capacitación y adiestramiento del POE;
- vigilancia a la salud del POE;
- control.

8.2 Reconocimiento. Consiste en recabar toda aquella información técnica y administrativa que permita seleccionar las áreas y puestos por evaluar, los procesos de trabajo en los cuales se encuentra el POE y el método apropiado para medir las vibraciones.

8.2.1 La información que debe recabarse es la siguiente:

- plano de distribución del centro de trabajo, incluyendo la localización e identificación de la maquinaria y equipo que generen vibraciones;
- descripción de los procedimientos de operación de la maquinaria, herramientas, materiales usados y equipo del proceso, así como aquellas condiciones que pudieran alterar las características de las vibraciones;
- descripción de los puestos de trabajo del POE para determinar los ciclos de exposición;
- programas de mantenimiento de la maquinaria y equipo que generen vibraciones;
- número de POE por área y por proceso de trabajo, incluyendo el tiempo de exposición;
- identificación del tipo de exposición para determinar el método de evaluación.

8.2.2 Del análisis de la información recabada en el reconocimiento, se establece el método de evaluación, el cual puede ser:

- en cuerpo entero;
- en extremidades superiores.

### **8.3 Evaluación.**

#### **8.3.1 Condiciones para la evaluación.**

**8.3.1.1** La evaluación de los NEV en una jornada laboral debe realizarse bajo condiciones normales de operación.

**8.3.1.2** La evaluación debe realizarse en cada uno de los diferentes ciclos de exposición del POE, de acuerdo al reconocimiento.

**8.3.1.3** La evaluación debe realizarse y registrarse al menos cada dos años cuando se esté por debajo de los límites máximos permisibles o antes si se modifican las tareas, el área de trabajo, las herramientas o equipos del proceso de manera que se hayan podido incrementar las características de las vibraciones o los ciclos de exposición.

#### **8.3.2 Procedimientos de evaluación de las vibraciones.**

##### **8.3.2.1 Para cuerpo entero.**

###### **8.3.2.1.1 Instrumentación mínima requerida:**

- a)** transductor de aceleración con respuesta lineal desde 1 Hz, con un peso no mayor de 50 gramos y sensibilidad no menor a 1 mV/(m/seg<sup>2</sup>);
- b)** analizador con filtros en bandas de tercios de octava con capacidad para medir desde 1 Hz;
- c)** calibrador de aceleración.

**8.3.2.1.2** Se debe contar con los documentos de calibración de toda la instrumentación expedidos por un laboratorio acreditado, y verificar periódicamente que dicha calibración se realice de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

**8.3.2.1.3** Calibración de campo: se debe calibrar la cadena de medición por medio del calibrador de aceleración, de acuerdo a lo indicado en el manual del fabricante, al iniciar y al finalizar la jornada de medición. Los valores de la calibración deben anotarse en el formato de registro correspondiente.

**8.3.2.1.4** Los puntos de medición deben localizarse en los planos de sustentación de los trabajadores.

**8.3.2.1.5** En cada punto de medición, se deben localizar tres ejes ortogonales de acuerdo con la Figura 1, en los que se realizan las mediciones continuas de la aceleración y se registran al menos durante un minuto en cada una de las bandas de tercios de octava definidas en las Tablas 1 y 2.

**FIGURA 1**  
DIRECCIONES DE INCIDENCIA DE LAS VIBRACIONES SOBRE EL CUERPO HUMANO  
**Ver imagen 11ene-36.bmp**

$a_x$ ,  $a_y$ ,  $a_z$  son las direcciones de la aceleración en los ejes x, y, z.

eje x es la dirección de espalda a pecho.

eje y es la dirección de lado derecho a izquierdo.

eje z es la dirección de los pies o parte inferior, a la cabeza.

**8.3.2.1.6** Se debe realizar un análisis espectral en bandas de tercios de octava (1 a 80 Hz) por cada eje, se comparan los resultados y se interpretan contra los límites establecidos en las Tablas 1 y 2.

##### **8.3.2.2 Para extremidades superiores.**

###### **8.3.2.2.1 Instrumentación mínima requerida:**

- a)** transductor de aceleración con respuesta lineal desde 6.3 Hz, con un peso menor a 15 gramos y sensibilidad no menor a 1 mV/(m/seg<sup>2</sup>);
- b)** analizador que cuente con filtros en bandas de tercios de octava, con características de ganancia específicas a instrumentos de medición de respuesta humana a vibraciones en extremidades superiores. En caso de que el equipo no cuente con las características de ganancia específica realizar los cálculos según lo establecido en la Guía de Referencia I;
- c)** calibrador de aceleración.

**8.3.2.2.2** Se debe contar con los documentos de calibración de toda la instrumentación expedidos por un laboratorio acreditado, y verificar periódicamente que dicha calibración se realice de conformidad con los procedimientos establecidos en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

**8.3.2.2.3** Calibración de campo. Se debe calibrar la cadena de medición por medio del calibrador de aceleración, de acuerdo a lo indicado en el manual del fabricante, al inicio y al final de la jornada de medición. Los valores de la calibración deben anotarse en el formato de registro correspondiente.

**8.3.2.2.4** Los puntos de medición se deben localizar en las asas o manerales de las herramientas y equipo bajo estudio.

**8.3.2.2.5** En cada punto de medición, se localizan tres ejes ortogonales, cercanos al punto de contacto de las vibraciones con la mano, de acuerdo a lo mostrado por los sistemas de coordenadas biodinámicas y basicéntricas de la Figura 2, en los que se realizan las mediciones continuas de la aceleración y se registran al menos durante un minuto, en cada una de las bandas de tercios de octava indicadas en el Apartado 8.3.2.2.6.

**FIGURA 2**  
SISTEMAS BIODINAMICO Y BASICENTRICO DE COORDENADAS  
(DIRECCIONES DE LOS COMPONENTES DE ACELERACION EN MANOS)

**Ver imagen 11ene-37.bmp**

**8.3.2.2.6** Se debe realizar un análisis espectral en bandas de tercios de octava (de 8 a 1600 Hz) por cada eje y calcular el componente direccional de la aceleración ponderada conforme a la siguiente ecuación:

$$a_k = \left[ \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (k_j)^2 T_i \right]^{\frac{1}{2}}$$

donde:

$a_k$  es el componente direccional de la aceleración ponderada;

$T$  es la duración de la exposición diaria;

$k_j$  es la  $i$ ésima frecuencia ponderada, valor cuadrático medio de la componente de la aceleración con duración  $T_i$ .

**8.3.2.2.7** Comparar el resultado de  $a_k$ , e interpretar con los límites establecidos en la Tabla 3.

**8.3.2.2.8** Registrar la temperatura del aire en el área donde el POE realiza el trabajo.

**8.3.3** Registro de la evaluación. Debe contener como mínimo la siguiente información:

- a) plano de distribución de la zona o área evaluada, en el que se indiquen los puntos evaluados;
- b) descripción de la metodología utilizada para la medición de las vibraciones en cuerpo entero y/o en extremidades superiores;
- c) registros de las mediciones;
- d) memoria de cálculo de los NEV cuando se evalúe exposición sin usar instrumentos de lectura directa;
- e) informe de resultados y conclusiones;
- f) copia del certificado de calibración del instrumento de medición y del calibrador empleado en la medición;
- g) nombre, firma y copia de la cédula profesional del responsable de elaborar la evaluación.

**8.3.4** Los patrones interesados o el laboratorio de pruebas acreditado y aprobado, deben solicitar por escrito a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, conforme a lo dispuesto en los artículos 49 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 8o. del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, la autorización para utilizar procedimientos de evaluación alternativos, a efecto de que, previa opinión del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral, la Secretaría resuelva en relación a la solicitud dentro de los cuarenta y cinco días hábiles siguientes a su presentación.

El procedimiento de evaluación alternativo debe incluir, como mínimo:

- a) la descripción detallada de los procedimientos técnicos y específicos de la metodología de medición;

- b) catálogos de la instrumentación y del funcionamiento de la cadena de medición utilizada;
- c) los certificados de calibración correspondientes;
- d) para el caso de medición en extremidades superiores en que el equipo no registre resultados directos, presentar los elementos que describan la fiabilidad y exactitud de las mediciones.

**8.3.5** El profesionista responsable del reconocimiento y evaluación de las vibraciones debe contar con documentos que avalen su conocimiento en seguridad e higiene en el trabajo.

#### **8.4** Capacitación y adiestramiento del POE.

**8.4.1** El POE debe ser capacitado acerca de:

- a) características y ubicación de las fuentes emisoras de vibraciones;
- b) la vigilancia y efectos a la salud;
- c) los NEV;
- d) prácticas de trabajo seguras;
- e) medidas de control, que deben incluir su uso, cuidado, mantenimiento y limitaciones.

#### **8.5** Vigilancia a la salud del POE.

**8.5.1** Se debe realizar la vigilancia a la salud del POE, según lo establezcan las normas oficiales mexicanas que al respecto emita la Secretaría de Salud. En caso de no existir normatividad de la Secretaría de Salud, el médico de la empresa determinará la vigilancia a la salud que se deba realizar, o si se retira al POE temporal o definitivamente de la exposición.

**8.5.2** Se debe establecer por escrito, un programa de vigilancia a la salud que incluya como mínimo lo siguiente:

- a) periodicidad de los exámenes médicos: al menos uno cada 2 años;
- b) historia clínica completa con énfasis en el aparato músculo-esquelético y sistema cardiovascular;
- c) cuando se requiera la realización de otro tipo de estudios, el médico de empresa debe determinar el tipo de estudio en función del diagnóstico presuncional;
- d) medidas de prevención y control médico;
- e) seguimiento al programa de vigilancia a la salud del POE.

#### **8.6** Control

**8.6.1** Cuando el NEV supere los límites establecidos en el Capítulo 7, se deben aplicar de inmediato una o más de las medidas siguientes, de tal manera que el POE no se exponga a niveles de vibración superiores a los límites:

- a) mantenimiento a equipo y herramientas;
- b) medidas técnicas de control como:
  - 1) sustitución de equipos o proceso;
  - 2) reducción de las vibraciones en las fuentes generadoras;
  - 3) modificación de aquellos componentes de la frecuencia que tengan mayor probabilidad de generar daño a la salud del POE;
  - 4) tratamiento de las trayectorias de propagación de las vibraciones por aislamiento de las máquinas y elementos constructivos;
  - 5) medidas administrativas de control como el manejo de los tiempos de exposición, ya sea alternando a los trabajadores en diversos puestos de trabajo por medio de la programación de la producción u otros métodos administrativos.

**8.6.2** Las medidas de control que se adopten deben de estar sustentadas en un análisis técnico para su implantación y en una evaluación posterior para comprobar su efectividad.

**8.6.3** Se debe tener especial atención para que las medidas de control que se adopten no produzcan nuevos riesgos a los trabajadores.

**8.6.4** Para las medidas de control que no sean de aplicación inmediata, se debe elaborar un cronograma de actividades para su implantación.

**8.6.5** En la entrada de las áreas donde los niveles de exposición superen los NEV, deben colocarse los señalamientos de advertencia de peligro o de obligaciones, según lo establecido en la NOM-026-STPS-1998.

#### **8.7** Documentación.

**8.7.1** El patrón debe mantener la documentación del programa con la información registrada durante los últimos cinco años.

**8.7.2** La documentación del programa debe contener los siguientes registros:

- a) evaluación del nivel de exposición a vibraciones según lo establecido en el Apartado 8.3.3;
- b) programa de capacitación y adiestramiento para el POE; según lo establecido en el Apartado 8.4;
- c) vigilancia a la salud, conforme a lo establecido en el Apartado 8.5;
- d) medidas técnicas y administrativas de control adoptadas, según lo establecido en los Apartados 8.6.1 al 8.6.4;
- e) conclusiones.

## **9. Unidades de verificación y laboratorios de pruebas**

**9.1** El patrón puede contratar, para tener resultados con reconocimiento oficial, una unidad de verificación, acreditada y aprobada, según lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, para verificar o evaluar los Apartados 5.2 al 5.7.

**9.2** El patrón puede contratar, para tener resultados con reconocimiento oficial, un laboratorio de pruebas, acreditado y aprobado, según lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, para el reconocimiento y evaluación establecidos en los Apartados 8.2, 8.3 y 8.7.

**9.3** Las unidades de verificación y laboratorios de pruebas deben entregar al patrón sus dictámenes o informes de resultados, de acuerdo con lo establecido en los Apartados 9.3.1 y 9.3.2, respectivamente, consignando la siguiente información:

**9.3.1** Para el dictamen de unidades de verificación.

**9.3.1.1** Datos del centro de trabajo:

- a) nombre, denominación o razón social;
- b) domicilio completo.

**9.3.1.2** Datos de la unidad de verificación:

- a) nombre, denominación o razón social;
- b) domicilio completo;
- c) copia de la aprobación vigente otorgada por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social;
- d) número consecutivo de identificación del dictamen;
- e) fecha de la verificación;
- f) clave y nombre de la norma verificada;
- g) resultados de la verificación;
- h) lugar y fecha de la firma del dictamen;
- i) nombre y firma del representante legal;
- j) vigencia del dictamen.

**9.3.2** Para el informe del laboratorio de pruebas.

**9.3.2.1** Datos del centro de trabajo:

- a) nombre, denominación o razón social;
- b) domicilio completo.

**9.3.2.2** Datos del laboratorio de pruebas:

- a) nombre, denominación o razón social;
- b) domicilio completo;
- c) copia de la aprobación vigente otorgada por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social;
- d) contenido del estudio de acuerdo a lo establecido en los Apartados 8.1 y 8.2;
- e) resultados de la evaluación;
- f) nombre y firma del representante legal;

- g) lugar y fecha de la firma del informe;
- h) vigencia del informe.

**9.3.3** La vigencia del dictamen y del informe de resultados es de dos años, sujeto a que no se modifiquen las tareas, el área de trabajo, las herramientas o equipos del proceso de tal manera que se puedan incrementar las características de las vibraciones o los ciclos de exposición.

## 10. Vigilancia

La vigilancia en el cumplimiento de la presente Norma, corresponde a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

## 11. Bibliografía

- a) Pelmeur, Peter L., Wasserman, Donald E., Hand-Arm Vibration, 2<sup>nd</sup> Edition; OEM Press 1998.
- b) Wasserman, Donald E., Human aspects of occupational vibration; Elsevier 1987.
- c) ISO 2631/1-1985 (E) Evaluation of human exposure to whole-body vibration- Part 1- General requirements.
- d) ISO 2631/2-1989 (E) – Part 2 – Continuous and shock induced vibration in building (1 to 80 Hz).
- e) ISO 5349-1986 (E) Mechanical vibration of human exposure to hand-transmitted vibration.
- f) ACGIH – TLVs and BELS – 1999.
- g) NIOSH. Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Hand-Arm Vibration. U.S. Department of Health and Human Services. September 1989.
- h) NOM-008-SCFI-1993, Sistema general de unidades de medida.

## 12. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con ninguna norma internacional, por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

### TRANSITORIOS

**PRIMERO.-** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los ciento ochenta días naturales después de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

**SEGUNDO.-** Durante el lapso señalado en el Transitorio Primero, los patrones cumplirán con la Norma Oficial Mexicana NOM-024-STPS-1993, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen vibraciones, o bien realizarán las adaptaciones para observar las disposiciones de la presente Norma Oficial Mexicana y, en este último caso, las autoridades del trabajo proporcionarán a petición de los patrones interesados asesoría y orientación para instrumentar su cumplimiento, sin que los patrones se hagan acreedores a sanciones por el incumplimiento de la Norma en vigor.

Se expide en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los once días del mes de diciembre de dos mil uno.- El Secretario del Trabajo y Previsión Social, **Carlos María Abascal Carranza**.- Rúbrica.

### GUIA DE REFERENCIA I

#### EJEMPLO DE CALCULO DEL NIVEL DE EXPOSICION A VIBRACIONES EN EXTREMIDADES SUPERIORES

El contenido de esta guía es para la conversión de mediciones de aceleraciones en bandas de octava y de tercios de octava a frecuencias de aceleración ponderada y no es de cumplimiento obligatorio.

**I.1** La frecuencia de aceleración ponderada  $k_{jw}$  para cada eje de referencia, puede ser calculada con la siguiente ecuación:

Ecuación 1.

$$k_{j(x,y,z)} = \sqrt{\sum_{i=9}^{32} (k_f k_{mi})^2}$$

donde:

$k_f$  es el factor de ponderación para la  $i$ ésima banda de tercios de octava como se muestra en la Tabla I.1.

$k_{mi}$  es el valor rms de la aceleración medida en la  $i$ ésima banda de tercios de octava en  $m/s^2$

**TABLA I.1**  
 APROXIMACIONES ASINTOTICAS PARA LOS FILTROS  $W_h$  (FACTOR DE PONDERACION  $k_f$ ) PARA LA  
 CONVERSION DE MAGNITUDES DE BANDAS DE TERCIOS DE OCTAVA A FRECUENCIAS PONDERADAS

Numero de Banda de Frecuencia	Frecuencia Central (Hz)	Factor de Ponderación ( $k_f$ )
9	8	1.0
10	10	1.0
11	12.5	1.0
12	16	1.0
13	20	0.8
14	25	0.63
15	31.5	0.5
16	40	0.4
17	50	0.3
18	63	0.25
19	80	0.2
20	100	0.16
21	125	0.125
22	160	0.1
23	200	0.08
24	250	0.063
25	315	0.05
26	400	0.04
27	500	0.03
28	630	0.025
29	800	0.02
30	1000	0.016
31	1250	0.0125
32	1600	0.01

**I.2 Valor total de la vibración.**

En la mayoría de las herramientas, la vibración total en la mano tiene contribuciones de las tres direcciones medidas. La valoración de la exposición de la vibración está por lo tanto basada en una cantidad que combina los tres ejes. El valor total de la vibración  $k_j$  es definido como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los tres ejes de referencia.

Ecuación 2

$$k_j = \left( k_{jx}^2 + k_{jy}^2 + k_{jz}^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

**Nota 1:** Se recomienda que  $k_{jx}$ ,  $k_{jy}$  y  $k_{jz}$  sean reportados separadamente.

**Nota 2:** En algunos casos no es posible hacer la medición de vibraciones en los tres ejes. Si alguno de los tres ejes no está disponible, el valor total de la vibración se puede estimar multiplicando el eje dominante por el factor de 1.7.

**Nota 3:** La aceleración rms de la frecuencia ponderada en un eje es considerada dominante si la aceleración de la frecuencia ponderada en cada eje no excede el 50% del primero. En casos especiales donde existe un eje dominante de vibración, en condiciones normales de operación, la valoración puede ser basada sobre este valor del eje (éste valor puede subestimar el valor total de la vibración en un 20%).

### I.3 Exposición diaria a la vibración.

La exposición diaria a la vibración es derivada de la magnitud de la vibración (suma de la aceleración ponderada) y la duración de la exposición.

Para facilitar las comparaciones entre los diferentes ciclos de exposición diarios, la exposición diaria será expresada en términos de la energía equivalente de la suma de la aceleración ponderada en 8 horas.

Si el trabajo es tal que la exposición diaria consiste de diversos ciclos de exposición a diferentes magnitudes de vibración, entonces la energía equivalente total de la aceleración ponderada  $a_k$ , será obtenida con la siguiente ecuación:

Ecuación 3

$$a_k = \left[ \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (k_j)^2 T_i \right]^{\frac{1}{2}}$$

donde:

$a_k$  es el componente direccional de la aceleración ponderada.

$T$  es la duración de la exposición diaria.

$k_j$  es la "jésima" frecuencia ponderada, valor cuadrático medio de la componente de la aceleración con duración  $T_i$ .

Si la duración de la exposición diaria es diferente a 8 horas, entonces la energía equivalente para 8 horas será determinada como se muestra en la siguiente ecuación:

Ecuación 4

$$a_k = k_j \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

donde:

$T$  es la duración de la exposición de la vibración  $k_j$ .

$T_0$  es la duración de referencia de 8 h (28800 s).

**I.4** Ejemplo de cálculo del tiempo de exposición diaria a vibraciones en las extremidades superiores, midiendo las magnitudes de aceleración de las bandas de tercios de octava (8 a 1600 Hz) en cada eje de referencia en un solo ciclo de exposición. Al realizar una medición en los tres ejes de referencia se obtienen las siguientes magnitudes de vibración en ( $m/s^2$ ).

Frecuencia Central (Hz)	Aceleración medida ( $k_{mi}$ en $m/s^2$ )		
	Eje x	Eje y	Eje z
8	0.024	0.035	0.11
10	0.023	0.024	0.09
12.5	0.024	0.025	0.098
16	0.028	0.2	0.035
20	0.15	0.13	0.024
25	0.035	0.11	0.025
31.5	0.024	0.09	0.025
40	0.025	0.098	0.023
50	0.023	0.024	0.024
63	0.024	0.023	0.18
80	0.18	0.024	0.13
100	0.13	0.028	0.14
125	0.14	0.15	0.15

160	0.15	0.035	0.2
200	0.2	0.024	0.13
250	0.13	0.025	0.11
315	0.11	0.023	0.09
400	0.09	0.024	0.098
500	0.098	0.18	0.099
630	0.099	0.13	0.1
800	0.085	0.14	0.12
1000	0.049	0.15	0.15
1250	0.063	0.2	0.24
1600	0.097	0.13	0.23

10. Se calcula  $k_{j(x,y,z)}$  sustituyendo en la ecuación 1.

$$k_{j(x,y,z)} = \sqrt{\sum_{i=9}^{32} (k_f k_{mi})^2}$$

Número de Banda de Frecuencia	Frecuencia Central (Hz)	Factor de Ponderación ( $k_f$ )	Aceleración medida ( $m/s^2$ )			Aceleración Ponderada ( $m/s^2$ )		
			Eje x ( $k_{mxi}$ )	Eje y ( $k_{myi}$ )	Eje z ( $k_{mzi}$ )	Eje x ( $(k_f * k_{mxi})^2$ )	Eje y ( $(k_f * k_{myi})^2$ )	Eje z ( $(k_f * k_{mzi})^2$ )
9	8	1.0	0.024	0.035	0.11	5.760E-04	1.225E-03	1.210E-02
10	10	1.0	0.023	0.024	0.09	5.290E-04	5.760E-04	8.100E-03
11	12.5	1.0	0.024	0.025	0.098	5.760E-04	6.250E-04	9.604E-03
12	16	1.0	0.028	0.2	0.035	7.840E-04	4.000E-02	1.225E-03
13	20	0.8	0.15	0.13	0.024	1.440E-02	1.082E-02	3.686E-04
14	25	0.63	0.035	0.11	0.025	4.862E-04	4.802E-03	2.481E-04
15	31.5	0.5	0.024	0.09	0.025	1.440E-04	2.025E-03	1.563E-04
16	40	0.4	0.025	0.098	0.023	1.000E-04	1.537E-03	8.464E-05
17	50	0.3	0.023	0.024	0.024	4.760E-05	5.184E-05	5.184E-05
18	63	0.25	0.024	0.023	0.18	3.600E-05	3.306E-05	2.025E-03
19	80	0.2	0.18	0.024	0.13	1.296E-03	2.304E-05	6.760E-04
20	100	0.16	0.13	0.028	0.14	4.326E-04	2.007E-05	5.018E-04
21	125	0.125	0.14	0.15	0.15	3.063E-04	3.516E-04	3.516E-04
22	160	0.1	0.15	0.035	0.2	2.250E-04	1.225E-05	4.000E-04
23	200	0.08	0.2	0.024	0.13	2.560E-04	3.686E-06	1.082E-04
24	250	0.063	0.13	0.025	0.11	6.708E-05	2.481E-06	4.802E-05
25	315	0.05	0.11	0.023	0.09	3.025E-05	1.323E-06	2.025E-05
26	400	0.04	0.09	0.024	0.098	1.296E-05	9.216E-07	1.537E-05
27	500	0.03	0.098	0.18	0.099	8.644E-06	2.916E-05	8.821E-06
28	630	0.025	0.099	0.13	0.1	6.126E-06	1.056E-05	6.250E-06
29	800	0.02	0.085	0.14	0.12	2.890E-06	7.840E-06	5.760E-06
30	1000	0.016	0.049	0.15	0.15	6.147E-07	5.760E-06	5.760E-06
31	1250	0.0125	0.063	0.2	0.24	6.202E-07	6.250E-06	9.000E-06
32	1600	0.01	0.097	0.13	0.23	9.409E-07	1.609E-06	5.290E-06
Sumatoria al cuadrado						2.0235E-2	6.2164E-2	3.6125E-2

Por lo tanto:

$$k_{jx} = (2.0235E-2)^{1/2} = 0.1426 (m/s^2)$$

$$k_{jy} = (6.2164E-2)^{1/2} = 0.2493 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$k_{jz} = (3.6125E-2)^{1/2} = 0.1901 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

2o. Se calcula el valor total de la vibración  $k_j$  con la ecuación 2

$$k_j = \left( k_{jx}^2 + k_{jy}^2 + k_{jz}^2 \right)^{1/2}$$

$$K_j = \left[ (0.1425)^2 + (0.2493)^2 + (0.1900)^2 \right]^{1/2} = 0.3444 \text{ m/s}^2$$

**Nota:** Este es el valor total de vibración para un ciclo de exposición.

Por lo tanto, este procedimiento se tiene que repetir para cada ciclo de exposición.

3o. Se calcula la exposición diaria a vibración en extremidades superiores con la ecuación 3.

$$a_k = \left[ \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n \left( k_j \right)^2 T_i \right]^{1/2}$$

Suponiendo que los ciclos de exposición son de 1 h, 3 h y 0.5 h (dentro del mismo día de trabajo), y que los valores totales de vibración para los ciclos de exposición son:

$$k_{j1} = 0.3444 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$k_{j2} = 0.1528 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$k_{j3} = 0.2435 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Entonces:

$$a_k = \sqrt{\frac{(0.3444)^2 \times 1 \text{ h} + (0.1528)^2 \times 3 \text{ h} + (0.2435)^2 \times 0.5 \text{ h}}{8 \text{ h}}}$$

$$a_k = \sqrt{\frac{0.2183 \text{ (m/s}^2\text{)}^2}{8}}$$

$$a_k = 0.1652 \text{ m/s}^2$$

Comparando el resultado de  $a_k$  con los valores dominantes de aceleración ponderada en la Tabla 3 (límites máximos de exposición a vibraciones en dirección  $x_h$ ,  $y_h$  y  $z_h$ ) se interpreta que:

$a_k$  4 por lo tanto, el tiempo total de exposición diaria a vibraciones es de 4 a 8 h.

#### GUIA DE REFERENCIA II

#### EJEMPLOS DE UBICACION DEL TRANSDUCTOR EN ALGUNAS HERRAMIENTAS MANUALES PARA LA MEDICION DE VIBRACIONES EN EXTREMIDADES SUPERIORES

El contenido de esta guía es un complemento para la mejor comprensión de la norma y no es de cumplimiento obligatorio.

**Ver imagen 11ene-38.bmp**

**Ver imagen 11ene-39.bmp**