

Principios Básicos en Higiene Ocupacional

Traducción al español con autorización de la Asociación para el Entrenamiento en Higiene Ocupacional (OHTA)

Sociedad Colombiana de Higienistas Ocupacionales – SCHO - Comité de Formación

Coordinación General :

Alvaro Araque García – Ing. Químico, especialista en Higiene , Seguridad y Medio Ambiente.

Octubre de 2010

AGRADECIMIENTOS

Este manual fue desarrollado originalmente en nombre de GlaxoSmithKline por Adrian Hirst de Hirst Consulting Limited. Reino Unido.

En el desarrollo de este manual se ha recibido una considerable asistencia y el autor desea expresar su agradecimiento a las siguientes personas por su apoyo o su contribución.

- Steve Bailey
- Roger Alesbury
- Phil Johns
- Brian Davies
- BP International Limited
- GSK

OHTA está agradecida con GlaxoSmithKline para su apoyo financiero al proyecto.



Apoyado por



Esta obra se distribuye bajo una
Licencia Creative Commons
Reconocimiento-NoDerivadas

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 HISTORIA	3
1.2 LA IMPORTANCIA DE LA HIGIENE OCUPACIONAL	6
2 FISILOGIA HUMANA Y ENFERMEDADES LABORALES	8
2.1. Piel	8
2.1.1 Dermatitis	9
2.1.2 Daños físicos	10
2.1.3 Los agentes biológicos	10
2.1.4 El cáncer	10
2.1.5 Otros efectos	11
2.2 SISTEMA MUSCULO ESQUELETICO	11
2.3 SISTEMA NERVIOSO	12
2.4 SISTEMA ENDOCRINO	14
2.4.1 El Sistema Circulatorio	15
2.5 LA SANGRE	16
2.6 EI SISTEMA RESPIRATORIO	17
2.7 EI TRACTO GASTRO INTESTINAL	20
2.8 EL HIGADO	21
2.9 SISTEMA URINARIO	22
2.10 EL OJO	22
3 FUNDAMENTOS DE LA TOXICOLOGÍA	24
3.1. INTRODUCCIÓN	24
3.2 DEFINICIONES	24
3.3 CONCEPTOS BASICOS	25
3.3.1 Forma física	26
3.3.2 Dosis	27
3.3.3 Vía de entrada / absorción	27
3.3.4 Metabolismo	28

3.3.5	Excreción	29
3.3.6	Respuesta a toxinas	29
3.4	ETAPAS DE LA VALORACIÓN TOXICOLÓGICA	30
3.4.1	¿Qué efectos adversos puede provocar un producto químico?	30
3.4.2	¿Son los efectos observados en animales relevantes para el hombre?	30
3.5	HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES	30
4	EJEMPLOS DE SUSTANCIAS PELIGROSAS/PROCESOS	33
4.1.	SILICE CRISTALINA	33
4.2	FIBRA MINERAL HECHA POR MAQUINA (MMMFM)	34
4.3	HUMOS DE SOLDADURA	35
4.4.	ISOCIANATOS	36
4.5	POLVO DE MADERA	36
4.6	FARMACEUTICOS	36
4.7	PRODUCTOS DE PETROLEO	37
4.8	MINERIA-EXTRACCION DE MINERALES & METALES	39
4.9	USO Y REFINACIÓN DE METALES	39
5	EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS PARA LA SALUD	41
5.1.	INTRODUCCIÓN	41
5.2	RIESGO Y PELIGRO	41
5.3	EVALUACION DEL RIESGO DE SALUD	41
5.3.1	Definir el alcance de la evaluación	42
5.3.2	Recopilar información	42
5.3.3	Evaluar la exposición	43
5.3.4	Revisar las evaluaciones	44
5.3.5	Registrar las evaluaciones	44
5.3.6	Tomar acciones	45
5.3.7	Revisar los riesgos de las evaluaciones	45
5.4	SISTEMAS EXPERTOS Y CONTROL POR BANDAS	46
6	MEDICIÓN DE CONTAMINANTES EN EL AIRE	47
6.1.	PRINCIPIOS GENERALES	47
6.1.1	Técnicas de muestreo	48
6.1.2	Tipos de muestreo	48
6.2	EQUIPO DE MEDICIÓN	51
6.3	REGISTROS DE MEDICIÓN	52

6.4	MUESTREO DE PARTICULAS EN AIRE	52
6.4.1	Tamaño de partículas	52
6.4.2	Elementos de un sistema de medición	53
6.5	MEDICIÓN DE GASES Y VAPORES	55
6.5.1	El equipo de medición	55
6.5.2	Los métodos de muestreo	57
6.5.3	Muestreo de estacionario	58
6.6	ESTRATEGIAS DE MUESTREO	59
6.6.1	Identificación de contaminantes aerotransportados	59
6.6.2	Fugas y derrames	59
6.6.3	Evaluación de la eficacia de las medidas de control	59
6.7	METODOS DE ANALISIS	60
6.7.1	Vapores orgánicos	60
6.7.2	Gases inorgánicos	60
6.7.3	Material particulado orgánico	60
6.7.4	Los metales y sus compuestos	60
6.7.5	Polvos minerales	60
6.7.6	Calibración y Control de Calidad	61
7	NORMAS DE HIGIENE Y LÍMITES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL	62
7.1.	INTRODUCCIÓN	62
7.2	AJUSTE A LOS LIMITES DE EXPOSICION OCUPACIONAL	62
7.3	ESTANDARES DE HIGIENE PARA AGENTES QUIMICOS	63
7.3.1	La cuantificación de las concentraciones de los agentes químicos	64
7.3.2	Categorías de los límites de exposición	64
7.3.3	La notación "piel"	65
7.3.4	Efectos de la exposición múltiple	65
7.3.5	Cálculo de exposición a períodos de referencia especificado	66
7.4	VALORES GUIA DE MONITOREO BIOLOGICO	68
8	MONITOREO BIOLÓGICO Y LA VIGILANCIA A LA SALUD	69
8.1	ORINA	71
8.2	SANGRE	71
8.3	PIEL	72
8.4	RESPIRACION	72

8.5	VISION	72
8.6	RAYOS X	72
8.7	EVALUACIONES NEUROLOGICAS	73
8.8	AUDIOMETRIA	73
8.9	PRUEBAS DE FUNCION PULMONAR	73
8.9.1	El volumen pulmonar	73
8.9.2	Resistencia de las vías respiratorias	73
9	CRITERIOS PARA EL CONTROL DE LOS RIESGOS PARA LA SALUD	74
9.1.	TIPOS DE MEDIDAS DE CONTROL	74
9.1.1	Eliminación/sustitución	75
9.1.2	Aislamiento	75
9.1.3	Separación	76
9.1.4	Controles de ingeniería: Ventilación	76
9.1.5	Los controles administrativos	76
9.1.6	Información. Instrucción y formación	77
9.1.7	Equipo de protección personal (PPE).	78
10	VENTILACIÓN	79
10.1	TIPOS DE CONTROL	79
10.2	CARACTERISTICAS GENERALES DE UN SISTEMA LEV	79
10.2.1	Consideraciones generales	80
10.2.2	Entradas/Campanas	81
10.2.3	Conductos	85
10.2.4	Limpiadores de Aire	86
10.2.5	Motores para movimiento de Aire	87
10.2.6	Vertido a la atmósfera	87
10.3	MANTENIMIENTO Y COMPROBACION DE SISTEMAS DE VENTILACION	88
10.3.1	Requisitos legales	88
10.3.2	Mantenimiento ordinario	88
10.3.3	Examen minucioso y pruebas	89
11	ASBESTO	90
11.1	ANTECEDENTES	90
11.1.1	Tipos de asbesto	91

11.1.2	Propiedades del asbesto	92
11.1.3	Usos del asbesto	92
11.1.4	Las fibras de asbesto en el aire	93
11.1.5	La exposición a fibras de asbesto	93
11.2	RIESGO PARA LA SALUD DEL ASBESTO	94
11.3	REGISTRO DE ASBESTOS	95
11.3.1	Función del registro de asbesto	95
11.4	TRATAMIENTO DE MATERIALES QUE CONTIENEN ASBESTO	95
11.4.1	Remoción de asbestos	95
11.4.2	Reparación/encapsulado de asbestos	96
12	RIESGO BIOLÓGICO	97
12.1	INTRODUCCIÓN AL RIESGO BIOLÓGICO	97
12.2	LEGIONELA Y FIEBRE DEL HUMIDIFICADOR	99
12.2.1	Legionella	99
12.2.2	Fiebre del humidificador	101
12.3	ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR LA SANGRE	102
12.3.1	La hepatitis B	103
12.3.2	Hepatitis C	103
12.3.3	El VIH (Virus de la Inmunodeficiencia Humana)	104
12.4	ZONOSIS	105
12.4.1	Antrax (Grupo 3)	106
12.4.2	Peligro de leptospirosis (grupo 2)	107
12.4.3	Salmonelosis	107
12.5	MOHOS	107
12.6	PANDEMIAS	108
12.7	MODIFICACIÓN GENÉTICA	109
13	RUIDO	111
13.1	RESUMEN	111
13.2	EL OÍDO	111
13.3	SONIDO AUDIBLE	112
13.4	EFFECTO EN LA SALUD POR RUIDO EXESIVO	113
13.5	NIVELES DE RUIDO ADICIONALES	115

13.6 ANALISIS DE FRECUENCIAS	115
13.7 PONDERACION DE DECIBLELES	116
13.8 NIVEL DE SONIDO CONTINUO EQUIVALENTE (LEQ)	117
13.9 DOSIS DE RUIDO	117
13.9.1 Cálculo de Lep.d	118
13.10 LIMITES DE RUIDO	118
13.10.1 Otros límites	119
13.11 CONSERVACION AUDITIVA	119
13.11.1 Evaluación del ruido en el lugar de trabajo	119
13.11.2 Control del ruido en el lugar de trabajo	121
13.11.3 Protección del personal en riesgo	121
13.11.4 Información instrucción y formación	122
14 VIBRACIÓN	123
14.1 INTRODUCCIÓN	123
14.1.1 Frecuencia	124
14.1.2 Amplitud	124
14.1.3 La aceleración (medida de la intensidad de la vibración)	124
14.2 EXPOSICION A VIBRACION	124
14.3 EFECTOS EN LA SALUD DE LA VIBRACION	126
14.4 MEDICION DE LA VIBRACION	127
15 AMBIENTE TERMICO: PRINCIPIOS. EVALUACIÓN Y CONTROL	128
15.1 RESPUESTA HUMANA AL AMBIENTE TERMICO	128
15.1.1 Las respuestas fisiológicas al calor	128
15.1.2 Las respuestas fisiológicas al frío	129
15.1.3 Las respuestas fisiológicas al medio térmico	129
15.2 TRANSFERENCIA DE CALOR AL CUERPO	129
15.3 EVALUACION DEL AMBIENTE TERMICO	130
15.3.1 Tasa metabólica	131
15.3.2 Aislamiento personal	131
15.3.3 La duración de la exposición	132
15.3.4 Temperatura de bulbo seco	132
15.3.5 Temperatura radiante media	132

15.3.6	Velocidad del aire	133
15.3.7	Contenido de humedad	133
15.3.8	Monitorización personal	134
15.4	INDICES DE ESTRÉS POR CALOR	134
15.5	CONFORT TERMICO	135
15.6	ESTRES POR FRIO	135
15.7	CONTROL DEL AMBIENTE TERMICO	135
15.7.1	Modificación de las condiciones de confort	135
15.1.2	Modificación de ambientes calientes	136
15.7.3	Modificación de ambientes fríos	136
15.8	PROBLEMAS ESPECIFICOS DEL AMBIENTE	136
15.8.1	Componentes radiantes altos	136
15.8.2	Condiciones de humedad alta	137
15.8.3	Las condiciones calientes y secas	138
16	INTRODUCCIÓN A LA ILUMINACIÓN Y RADIACIONES NO IONIZANTES	139
16.1	INTRODUCCIÓN	139
16.2	TIPOS DE RADIACION NO IONIZANTE	140
16.2.1	La radiación ultravioleta (UV)	140
16.2.2	Radiación infrarroja (IR)	142
16.2.3	Radiación láser.	142
16.2.4	La radiación de microondas	143
16.2.5	Otros efectos de la radiación No-Ionizante	144
16.3	EVALUACION DE LA RADIACION NO IONIZANTE	144
16.4	ILUMINACION	144
16.4.1	Reconocimiento	144
16.4.2	Evaluación de la iluminación	145
16.4.3	Deslumbramiento	146
16.4.4	Buena iluminación	146
17	RADIACIONES IONIZANTES	148
17.1	NATURALEZA	148
17.2	NUCLEOS RADIOACTIVOS	149
17.2.1	Unidades de radiaciones ionizantes	150

17.3	RADIACION INTERNA Y EXTERNA	151
17.4	NIVELES DE RADIACION	151
17.5	EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LA RADIACION IONIZANTE	152
17.6	USOS DE LA RADIACION	153
17.7	MEDICION DE LA RADIACION	153
17.8	PROTECCION RADIOLOGICA	154
17.9	VIGILANCIA DE LA SALUD	155
18	INTRODUCCIÓN A LA ERGONOMÍA	156
18.1	INTRODUCCIÓN	156
18.2	EVALUACION DEL RIESGO EN EL LUGAR DE TRABAJO	157
18.3	MANIPULACION MANUAL DE CARGA	158
18.3.1	La columna vertebral	158
18.3.2	Realización de una evaluación de la manipulación manual	160
18.3.3	Los métodos de reducción del riesgo	161
18.3.4	Información. Instrucción y formación	162
18.4	TAREAS REPETITIVAS	163
18.5	PANTALLAS DE VISUALIZACION (DSE)	164
18.5.1	EFFECTOS POR EL USO DE DSE	165
18.6	COMO HACER UNA EVALUACION	166
18.7	REQUISITOS MINIMOS PARA LAS ESTACIONES DE TRABAJO	166
18.8	CONTROLES ADMINISTRATIVOS	167
19	COMPORTAMIENTO Y CULTURA	169
19.1	IMPACTOS DEL COMPORTAMIENTO EN HIGIENE OCUPACIONAL	169
19.2	MOTIVACION Y MODIFICACION DEL COMPORTAMIENTO	170
19.3	CULTURA DE SALUD Y SEGURIDAD	173
20	EL ESTRÉS RELACIONADO CON EL TRABAJO	176
20.1	SINTOMAS DEL ESTRÉS	176
20.2	EVALUACION DEL ESTRÉS	177
20.3	GESTION DEL ESTRÉS	178
21	CARRERAS EN HIGIENE OCUPACIONAL	181
21.1	LA PRÁCTICA DE LA HIGIENE OCUPACIONAL	181

21.1.1	Servicios internos	181
21.1.2	Consultoría	184
21.1.3	Las agencias estatales	186
21.1.4	Investigación y Enseñanza	187
21.2	IMPLICACIONES PARA LOS HIGIENISTAS	187
21.2.1	La prestación de servicios	187
21.2.2	Equipo de Trabajo	188
21.2.3	Facilidades	188
21.2.4	Aseguramiento de calidad	188
21.3	EL HIGIENISTA COMO GERENTE	189
21.4	DE ARROLLO PERSONAL	191
21.4.1	Adherirse a una sociedad	192
21.4.2	Involucrarse	193
21.4.3	Construir su red	193
21.5	ETICA	193

1 INTRODUCCIÓN

La Asociación Internacional de Higiene Ocupacional (IOHA) define Higiene

Ocupacional como:

"La disciplina de **la anticipación, el reconocimiento, la evaluación y el control de peligros** en el entorno de trabajo, con el objetivo de proteger la salud de los trabajadores y el bienestar y la protección de la comunidad en general".

ANTICIPACIÓN: consiste en la identificación de los peligros potenciales en el lugar de trabajo antes de su introducción.

RECONOCIMIENTO: es la identificación del peligro potencial que un agente químico, físico o biológico (o una situación ergonómica adversa) representa para la salud.

Agentes químicos: Gases, vapores, sólidos, fibras, líquidos, polvos, vapores, humos, etc.

Agentes físicos: Ruido y vibración.
Calor y frío.
Campos electromagnéticos, luz.

Agentes biológicos: Bacteria, hongos, etc.

Factores ergonómicos: Levantamiento, estiramiento y movimientos repetitivos.

Factores psicosociales: Estrés, carga de trabajo y organización del trabajo.

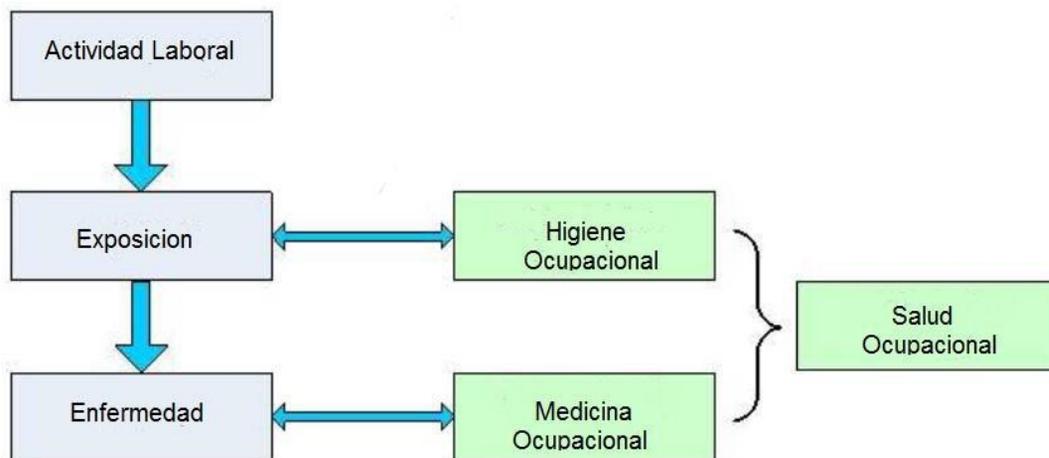
EVALUACIÓN: es el grado de exposición a los riesgos químicos, físicos o biológicos (o situación ergonómica adversa) en el lugar de trabajo. Esto a menudo implica la medición de la exposición personal de un trabajador al riesgo/agente en el lugar de trabajo, sobre todo en la interfaz relevante entre el medio ambiente y el cuerpo. Por ejemplo, la zona de audición y la evaluación de los datos de la respiración en términos de los límites recomendados de exposición ocupacional (OEL), si existen tales criterios.

CONTROL: trata del control del agente químico, físico o biológico, o situación ergonómica adversa, por procedimiento, ingeniería, u otros medios en donde la evaluación indica que esto es necesario.

Por lo tanto, la higiene del trabajo se centra esencialmente en un enfoque preventivo a través de la minimización de la exposición a agentes químicos, físicos y biológicos en el ambiente de trabajo y la adopción de buenas prácticas ergonómicas.

En el campo de la salud ocupacional, hay una serie de disciplinas especializadas de protección de la salud, distintas de la higiene en el trabajo, que desempeñan un papel importante en la tarea de proteger la salud de los empleados, clientes, contratistas y el público en general que pueda resultar afectado por las actividades laborales.

Medicina del trabajo: cubre tanto las prácticas clínicas (médicos) como de enfermería, y tiene que ver con el efecto del **trabajo en la salud o la salud en el trabajo**. Ello implica la prevención de problemas de salud, la promoción de condiciones de vida saludables así como el diagnóstico y el tratamiento de los trabajos relacionados con la mala salud.



Epidemiología: se ocupa del estudio estadístico de los patrones de la enfermedad en grupos de individuos.

Toxicología: está relacionada con la predicción y la evaluación de los efectos de las sustancias químicas en organismos vivos, especialmente el hombre.

Las principales áreas de actividad de un higienista industrial incluyen:

- La anticipación de riesgos para la salud en situaciones de trabajo nuevas y propuestas.
- El reconocimiento de peligros para la salud en los lugares de trabajo existentes.
- La evaluación de riesgos para la salud en el lugar de trabajo, a través de evaluaciones cualitativas, así también encuestas de medición cuantitativa de la exposición.
- La selección de las medidas de control adecuadas para los riesgos de salud; esto requiere un conocimiento exhaustivo de medidas como la eliminación, la sustitución y la ventilación local.
- El desarrollo de soluciones de control para actividades laborales especiales; muchos lugares de trabajo requieren la modificación y la implementación de medidas de control donde dichas medidas no funcionan adecuadamente.
- La investigación sobre las causas laborales relacionadas con mala salud.
- Asistencia sobre las actividades relacionadas con la salud ocupacional, así como con la vigilancia y el monitoreo biológico.
- Entrenamiento y educación; aquí se plantea el informar a los trabajadores de los riesgos asociados con su trabajo y su capacitación en el uso correcto de las medidas de control.
- Actividades de investigación para mejorar los métodos de reconocimiento, evaluación y control de la exposición.

El higienista ocupacional puede trabajar regularmente en estrecha colaboración con los ambientalistas, personal de seguridad, médicos, jefes de proyecto, ingenieros de todas las disciplinas, higienistas de alimentos, funcionarios del gobierno local, etc., para ayudar a reducir y controlar la exposición a riesgos para la salud en el lugar de trabajo.

1.1 Historia

Las enfermedades profesionales se han conocido desde Hipócrates (Grecia antigua c. 400 a. C.). Incluso hay pruebas que demuestran que las enfermedades profesionales fueron reconocidas por los antiguos egipcios. Con el tiempo, el reconocimiento de los vínculos entre la ocupación y la mala salud se ha

incrementado y las asociaciones se han fortalecido. En paralelo, estas técnicas fueron desarrolladas para evaluar y controlar los riesgos. La siguiente tabla muestra una selección de algunos de los eventos más interesantes y notables en el desarrollo de la higiene en el trabajo.

c. 400 a. C.	En la antigua Grecia, Hipócrates observó por primera vez la enfermedad en trabajadores con sulfuro de mercurio.
c. 100	El romano Plutarco señala: " <i>No es justo exponer gente inocente a los venenos de las minas</i> ". También documenta el uso de pieles de vejiga como una forma de equipos de protección respiratoria para controlar la exposición al polvo en las minas.
c. 1540	En Austria, Paracelso describió enfermedades pulmonares en mineros.
1556	Georgius Agricola (c. 1556) en Bohemia escribió <i>De Re Metálica</i> , que describe las enfermedades asociadas con mineros, así como el uso de la ventilación y equipo de protección respiratoria para controlar la exposición a gases y polvos.
1700	Ramazzini, el padre de la medicina del trabajo y profesor de medicina en Padua, escribió <i>De Morbis Artificum Diatriba</i> , el primer estudio formal de las enfermedades profesionales. Fue él quien añadió una adición a la lista de preguntas para pacientes que había creado Hipócrates, cuando se toma una historia: "¿cuál es su ocupación?".
1750 y posteriores	La Revolución Industrial de finales del siglo XVIII hasta finales del XIX condujo a un aumento de la urbanización y la industrialización. Esto a su vez llevó a que más trabajadores estuviesen expuestos a mayores niveles de riesgo para la salud.
1815	Sir Humphrey Davy desarrolla la lámpara de Davy, que es una lámpara de seguridad utilizada en las minas. También se utiliza para detectar la presencia de gases combustibles en las minas. Curiosamente, tiempo después la lámpara fue culpada del aumento en el número de accidentes porque permitía que los trabajadores continuaran trabajando en ambientes incluso más peligrosos.
1833	Se designaron los primeros (cuatro) inspectores de fábricas en el Reino Unido.
1840s	Las novelas de Charles Dickens y campañas políticas, como las de Lord Shatesbury, incrementaron la concientización sobre malas condiciones de trabajo.
1855	En el Reino Unido los cirujanos certificadores (que previamente certificaban la edad de las personas) fueron instruidos "para certificar que jóvenes no estuvieran incapacitados para el trabajo por enfermedad o debilidad corporal, y para investigar los accidentes de trabajo" (Schilling).

1858	John Stenhouse introduce una máscara impregnada de carbón para controlar la exposición a gases y vapores.
1889	Los límites de exposición se establecen por la humedad y el dióxido de carbono en fábricas de algodón en el Reino Unido. Esto a su vez llevó a desarrollar la ventilación de escape local en lugar de la ventilación general. También condujo al desarrollo de dispositivos de vigilancia en forma de tubos indicadores de dióxido de carbono.
1898	Thomas Legge fue designado para ser el primer inspector médico de fábricas. Él hizo el primer estudio en la industria sobre la intoxicación por plomo, que se reconoció como una enfermedad de declaración obligatoria en 1899.
1890s	Haldane se compromete a trabajar en la toxicidad del monóxido de carbono, y experimenta con ratas, ratones e incluso con él mismo, variando los niveles de concentración en una "cámara especial". Haldane empleó estos resultados para desarrollar la relación "dosis vs. Tiempo" para el estudio de la severidad y el malestar de efectos sobre la salud. Se introduce el uso de animales pequeños y en particular canarios como la primera forma de monitoreo para dar una indicación de los niveles de
1910	Alice Hamilton trabaja en los EE.UU. como la primera toxicóloga industrial, pionera en el campo de la toxicología y la higiene en el trabajo.
1917	Durante la Primera Guerra Mundial la urgencia de fabricar municiones llevaron a malas condiciones de trabajo. Se reconoce entonces que las malas condiciones de trabajo tienen un efecto significativo en la productividad, así como en la salud. La labor del "Comité de salud de trabajadores de municiones" sentó las bases para muchas de las prácticas posteriores en la ergonomía, la psicología, el bienestar y el trabajo por turnos.
1920-30s	Se desarrolla la higiene industrial y crece a lo largo de los EE.UU., tanto en el Servicio de Salud Pública (PHS) como en las grandes empresas privadas. Estos acontecimientos fijan las bases para la creación de organizaciones profesionales.
1938/ 9	Se crean la Conferencia Gubernamental Industrial de América (ACGIH) y la Asociación Americana de Higiene Industrial (AIHA), primeras organizaciones profesionales independientes para higienistas industriales/profesionales. Los números de IH en EE.UU. crecen rápidamente durante la Segunda Guerra Mundial para ayudar al esfuerzo de la guerra.
1953	Se funda la British Occupational Hygiene Society (BOHS), que en 1958 lanza <i>Anales de publicación de higiene ocupacional</i> .

1960	Sherwood y Greenhalgh documentan el desarrollo de la primera bomba de muestreo personal y cabeza de muestreo; la primera comparación entre el muestreo personal y el muestreo estático y la primera observación del posible efecto de muestreo personal en el individuo que está siendo probado.
1970s	Las leyes de Salud y Seguridad Ocupacional en los EE.UU. y la Salud y la Seguridad en el Trabajo en el Reino Unido abren paso a la legislación basada en la evaluación del riesgo.
1980/ 90s	La práctica de la higiene en el trabajo crece ampliamente en los EE.UU., Reino Unido, Países Bajos y Australia, cuya legislación se centra específicamente en los peligros químicos y físicos.
2000s	Sociedades de 25 países diferentes son miembros de la Asociación Internacional de Higiene Ocupacional (IOHA). La industrialización en países como China e India aumenta la necesidad de la higiene ocupacional. Avanza el desarrollo de técnicas de modelado para evaluar la exposición.

1.2 La importancia de la Higiene Ocupacional

Después de este breve resumen de la historia y la evolución de la higiene del trabajo se logra una mejor comprensión de la importancia del control de riesgos de salud, muy a pesar de que todavía hay muchas cuestiones que deben abordarse. El aumento de la actividad industrial en los países en desarrollo significa que hay más personas expuestas en todo el mundo. Los avances tecnológicos demuestran que también los nuevos peligros se están introduciendo en el lugar de trabajo. La Organización Mundial de la Salud estima que a nivel mundial existen:

- **Dos millones de muertes al año relacionadas con el trabajo**, siendo la enfermedad profesional responsable de la gran mayoría de ellos. Incluso es probable que sea un cálculo inferior al verdadero número de muertes, dadas las deficiencias de los datos disponibles.
- **386 000 muertes cada año por exposición a partículas en el aire** (asma: 38 000, EPOC*: 318 000, neumoconiosis: 30 000). Esto equivale a casi 6,6 millones de AVAD** (asma: 1 621 000; EPOC: 3 733 000, neumoconiosis: 1 288 000), debido a la exposición a partículas en suspensión en el trabajo.

- **152 000 muertes al año por carcinógenos en el lugar de trabajo** (cáncer de pulmón: 102 000; leucemia: 7 000; mesotelioma maligno: 43 000) y cerca de 1,6 millones de AVAD (cáncer de pulmón: 969.000; la leucemia:101.000; mesotelioma maligno: 564.000) debido a la exposición a carcinógenos ocupacionales.
- **37% del dolor de espalda baja se atribuye a la ocupación**, con una variación del doble entre las regiones. Se estimó que el dolor lumbar relacionado con el trabajo ha generado 818 000 AVAD perdidos anualmente.

*EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica, la cual es bronquitis crónica y enfisema, un par de enfermedades comúnmente co- existentes de los pulmones en el que las vías respiratorias se estrechan.

**AVAD (Disability Adjusted Life Years): la suma de años potenciales de vida perdidos por muerte prematura y los años de vida productiva perdidos por discapacidad.

Fuente: http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/global/en/
(Consultada en febrero de 2010).

La importancia relativa de la higiene en el trabajo puede ilustrarse mediante la comparación de las estadísticas sobre la incidencia de los accidentes con la de la mala salud. En el Reino Unido, el número de muertes debido a actividades relacionadas con el trabajo es de aproximadamente 250. Esto puede ser comparado con el número de muertes por accidentes de tráfico, que es aproximadamente de 2500. Sin embargo, el número de muertes al año por cáncer de trabajo relacionados y enfermedad respiratoria se estima en 12 000. Esto da una proporción de 01:10:48.

2 FISIOLÓGÍA HUMANA Y ENFERMEDADES LABORALES

El cuerpo humano es un organismo complejo que puede ser afectado en gran medida por los peligros químicos y físicos; no obstante, tiene muchas formas de regulación cuando se expone a los peligros. Con el fin de controlar los riesgos para el cuerpo es necesario tener una comprensión de cómo funciona y del tipo de daños que pueden ocurrir como resultado de la exposición.

2.1 Piel

La piel es la cubierta exterior del cuerpo, también conocida como la epidermis. Es el órgano más grande del cuerpo y se compone de varias capas de tejidos epiteliales que protegen los músculos subyacentes, los huesos y los órganos internos. Como la piel está en contacto con el medio ambiente, desempeña un papel importante en la protección (del cuerpo) contra los patógenos.

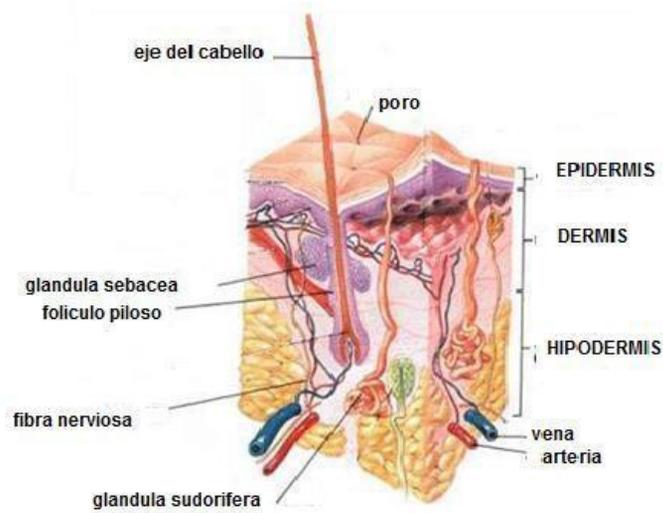


Figura 2.1 - Diagrama de la Piel.

Fuente: U.S. Federal Government, via Wikimedia commons.

La piel tiene múltiples funciones:

- Protección. Barrera anatómica contra los agentes patógenos y daños entre el entorno interno y externo de la defensa corporal.
- Sensación. Contiene una variedad de terminaciones nerviosas que reaccionan al calor, al frío, al tacto, a la presión, a la vibración y a la lesión tisular.

- Regulación de calor. Posee un suministro de sangre mucho mayor que sus requisitos, que permite un control preciso de la pérdida de energía por radiación, convección y conducción. Los vasos sanguíneos dilatados aumentan la perfusión y la pérdida de calor, mientras la vasoconstricción reduce enormemente el flujo sanguíneo cutáneo y conserva el calor.
- Control de evaporación. Proporciona una barrera relativamente seca e impermeable a la pérdida de fluido. La carencia de esta función contribuye a la pérdida masiva de líquido en quemaduras.
- Almacenamiento y síntesis. Actúa como un centro de almacenamiento de lípidos y agua, así como un medio de la síntesis de la vitamina D.
- Excreción. El sudor contiene urea, sin embargo, su concentración es de 1/130 de orina, por lo tanto, la excreción por sudoración es a lo sumo una función secundaria a la regulación de la temperatura.
- Absorción. Mientras que la piel actúa como una barrera, algunos productos químicos se absorben fácilmente a través de ella.
- Resistencia al agua. La piel actúa como una barrera resistente al agua, de manera que algunos nutrientes esenciales no desaparecen cuando la piel se lava.

La piel puede verse afectada por agentes químicos, físicos y biológicos, y los desórdenes en la piel influyen en la proporción de enfermedades industriales. Los tipos de efectos pueden clasificarse en dermatitis, daño físico, cáncer, biológicos y otros.

2.1.1 Dermatitis

El trastorno más común es la dermatitis de contacto y el 70% de los casos se debe a la irritación primaria, es decir, la acción directa sobre la piel, con mayor frecuencia en manos y antebrazos. Un irritante es un agente que daña las células directamente si se aplica a la piel en concentración suficiente y durante un tiempo suficiente (por ejemplo, todos los efectos tienen relación con la dosis), lo que da lugar a una dermatitis de contacto irritante. Alcalis disuelve la queratina y algunos disolventes eliminan la grasa. Cualquier efecto directo en la piel puede hacer que la superficie sea más vulnerable a otros agentes y reducir sus defensas de entrada.

La otra forma de dermatitis de contacto es la alérgica. Esto resulta de la sensibilización de la piel por el contacto inicial con una sustancia y su posterior contacto. Un

sensibilizador (alérgeno) es una sustancia que puede inducir una sensibilidad inmunológica específica sobre sí misma. La dosis inicial puede necesitar ser muy alta y conducir a una respuesta de hipersensibilidad de tipo retardado, mediada por linfocitos y que implica la producción de anticuerpos. La primera dosis no produce efectos visibles, pero posteriores exposiciones, a menudo diminutas, pueden producir dermatitis.

Irritantes comunes incluyen detergentes, jabones, disolventes orgánicos, ácidos y álcalis. Sensibilizantes comunes son las plantas (jardinería), antibióticos (industria farmacéutica), colorantes (pintura e industria cosmética), metales (níquel, por lo general no industrial, y cromatos, de la industria del cemento), gomas y resinas.

Las personas que trabajan con aceites de corte pueden sufrir irritación y dermatitis de contacto alérgica, causada por el petróleo y los biocidas que la integran.

2.1.2 Daños físicos

Los agentes físicos que pueden dañar la piel incluyen el tiempo, la fricción y las lesiones. El frío, el viento y la lluvia agrietan la piel, y la luz del sol puede quemarla o causarle tumores, por lo que las ocupaciones expuestas a estos elementos (pesca, agricultura) están en riesgo. Las lesiones de fricción son comunes en trabajadores con cargas manuales pesadas (construcción y minería), y la manipulación de equipos duros en muchas ocupaciones puede conducir a abrasiones y laceraciones.

2.1.3 Agentes biológicos

La piel puede ser propensa a los efectos de los agentes biológicos tales como inyecciones virales de los animales, infecciones por hongos/levadura cuando se prolonga el contacto con agua e infecciones de ántrax cuando se manipulan productos de origen animal.

2.1.4 Cáncer

Los tumores benignos de la piel y cánceres pueden resultar del contacto con la creosota, aceites minerales y la radiación ultravioleta; además, la radiación ionizante (trabajo radioisótopo, radiólogos) puede causar cáncer de piel. La exposición a la radiación ultravioleta mientras se trabaja al aire libre también es una causa común de cáncer de piel.

2.1.5 Otros efectos

El trabajo que implica aceites minerales sucios puede provocar acné de aceite particularmente en los antebrazos y los muslos. Los poros tapados al infectarse producen espinillas y pústulas. Cloracné, con espinillas y quistes en la cara y cuello resultan de los efectos de algunos hidrocarburos aromáticos policlorados en las glándulas sebáceas. Las alteraciones en la pigmentación de la piel se pueden generar del contacto químico. Soluciones alcalinas y ácidos fuertes causan quemaduras.

2.2 Sistema músculo-esquelético

El sistema músculo-esquelético provee forma, estabilidad y movimiento para el cuerpo humano. Se compone de los huesos del cuerpo, los músculos, los tendones, los cartílagos, los ligamentos y las articulaciones.

Dentro de las funciones principales del sistema músculo-esquelético, se encuentra el apoyo del cuerpo, lo que permite el movimiento y la protección de órganos vitales. Sirve como el sistema de almacenamiento principal para el calcio y el fósforo y contiene componentes críticos implicados en la producción de sangre.

Existen, sin embargo, enfermedades y trastornos que pueden afectar negativamente la función y la eficacia global del sistema. Estas enfermedades pueden ser difíciles de diagnosticar debido a la estrecha relación del sistema músculo-esquelético con otros sistemas internos. El sistema músculo-esquelético se refiere al sistema que integra músculos y un esqueleto interno y es fundamental para que los humanos se muevan hacia una posición más favorable.

El sistema esquelético tiene muchas funciones importantes; proporciona la forma y la figura de nuestro cuerpo, además apoya, protege y permite el movimiento corporal, produce la sangre para el cuerpo y almacena minerales.

Otra función de los huesos es el almacenamiento de ciertos minerales. El calcio y el fósforo son algunos de los principales minerales que acumula. La importancia de este “dispositivo” de almacenamiento es regular el equilibrio de minerales en el torrente sanguíneo. Esta capacidad de almacenamiento puede ser importante cuando se trata de la exposición a sustancias peligrosas. Por ejemplo, el plomo se conserva en la sangre

durante largos periodos después de la exposición. Puede ser liberado de forma selectiva en una fecha posterior y dar lugar a problemas de envenenamiento en el cuerpo, como en el caso del embarazo.

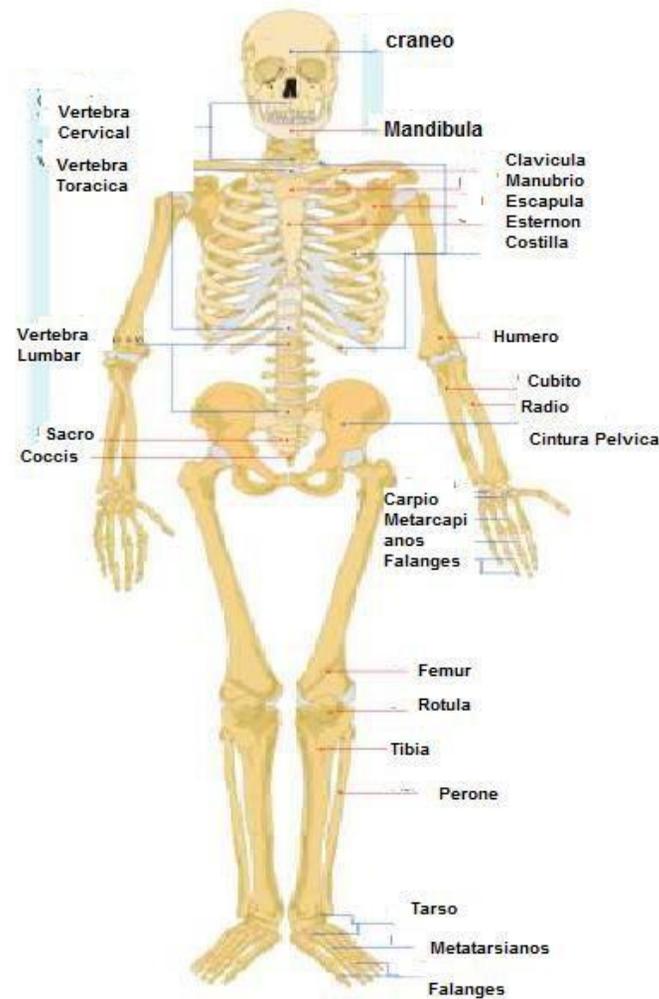


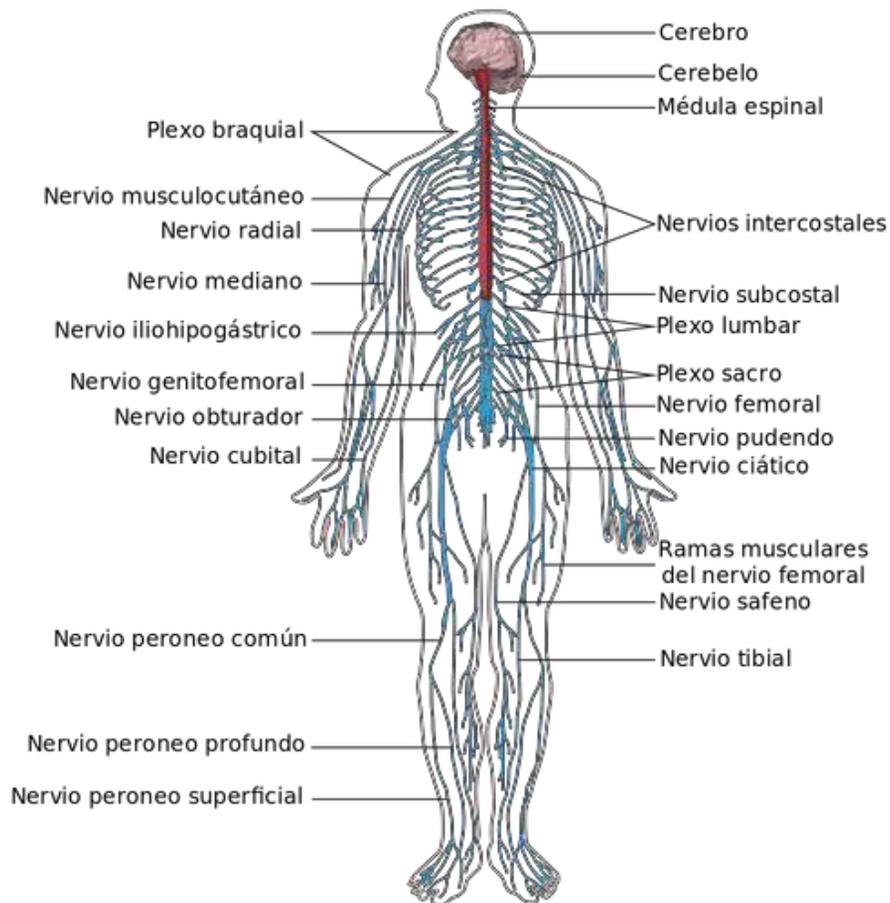
Figura 2.2 - Sistema músculo-esquelético.

Fuente: Wikimedia Commons.

2.3 Sistema nervioso

El sistema nervioso es una red de células especializadas que comunican información sobre nuestro entorno y nosotros mismos. Procesa información y causa reacciones en otras partes del cuerpo. Se divide en dos categorías: el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico.

El **sistema nervioso central** (CNS) es la parte más grande del sistema nervioso, e incluye el cerebro y la médula espinal. El **sistema nervioso periférico** es un término para las estructuras nerviosas colectivas que no se encuentran en el sistema nervioso central.



Fuente: Wikimedia commons.

Figura 2.3 - Sistema Nervioso

Las toxinas industriales pueden afectar el sistema nervioso central (cerebro y médula espinal) o el sistema nervioso periférico (nervios motores y sensoriales), o ambos, y las condiciones resultantes dependerán del sitio del ataque. El sistema nervioso es similar al del hígado, en que los agentes solubles en grasa son mucho más propensos a causar daños. También pueden cruzar la barrera sangre-cerebro.

Daños en el sistema nervioso central pueden producir narcosis, psicosis tóxico-orgánica, epilepsia, parkinsonismo y cambios de comportamiento. Quizás el efecto más reconocible en el sistema nervioso central es la pérdida aguda de la conciencia,

producida por agentes narcóticos tales como cloroformo, tetracloruro de carbono, tricloroetileno (todos los hidrocarburos halogenados solubles en grasa) y disolventes como acetona, tolueno y disulfuro de carbono.

Los cambios de comportamiento, demostrables mediante pruebas de inteligencia, destreza y vigilancia, se han encontrado en grados mucho más bajos de lo que normalmente se considera seguro a la exposición al tricloroetileno, aguarrás, monóxido de carbono y cloruro de metileno.

2.4 Sistema endocrino

El sistema endocrino es el nombre colectivo dado a un sistema de órganos pequeños que liberan moléculas de señalización extracelulares conocidas como hormonas. Es fundamental en la regulación del metabolismo, el crecimiento, el desarrollo, la pubertad y la función del tejido. También juega un papel en la determinación de nuestro estado de ánimo.

El sistema endocrino es un sistema de información de señalización al igual que el sistema nervioso. Sin embargo, el sistema nervioso utiliza nervios para conducir la información, mientras que el endocrino utiliza principalmente los vasos sanguíneos como canales de información por los que pasan las hormonas.

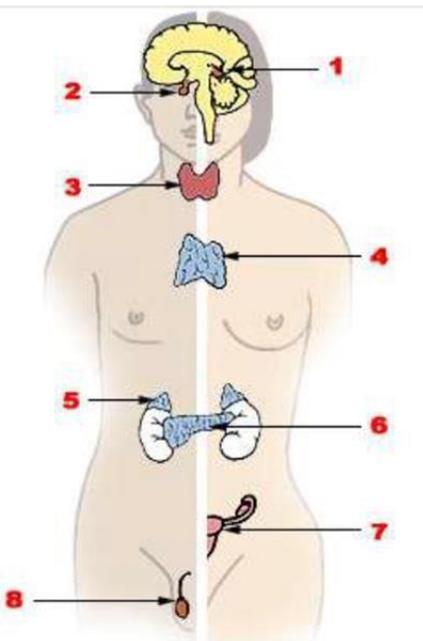


Figura 2.4 - Principales glándulas endocrinas
(masculinas en la parte izquierda de la figura,
femeninas en la parte derecha de la figura):
1. Glándula pineal. 2. Hipófisis o pituitaria. 3. Glándula
tiroides. 4. Timo. 5. Glándula suprarrenal. 6. Páncreas. 7.
Ovario. 8. Testículo.

Trabajadores farmacéuticos que manipulan medicamentos endocrinos como el estrógeno (en "la píldora") o tiroxina (utilizado para el tratamiento de la tiroides) corren el riesgo de perjudicar su propio equilibrio endocrino, en tanto manipular dietilestilbestrol (DES) ha generado tumores en los hijos de los trabajadores de ambos sexos.

Los gases anestésicos (anestesisistas mujeres) y la exposición de cloruro de vinilo durante el embarazo se han relacionado con la muerte fetal o defectos de nacimiento. La radiación ionizante puede dañar gónadas, lo que reduce la fertilidad o aumenta los riesgos de malformaciones congénitas y cáncer en la descendencia.

2.4.1 El sistema circulatorio

El sistema circulatorio mueve nutrientes, gases y desechos desde y hacia las células para ayudar a combatir las enfermedades y ayudar a estabilizar la temperatura corporal y el pH. Este sistema puede ser visto estrictamente como una red de distribución de la sangre, pero algunos lo consideran como un componente del sistema cardiovascular, que distribuye la sangre, y del sistema linfático, que distribuye la linfa.

Los principales componentes del sistema circulatorio humano son el corazón, la sangre y los vasos sanguíneos. El sistema circulatorio incluye:

- Circulación pulmonar: donde la sangre pasa a los pulmones y se oxigena.
- Circulación sistémica: donde pasa la sangre oxigenada a través del resto del cuerpo.

Un adulto promedio contiene entre 4.7 y 5.7 litros de sangre, que consiste en plasma, glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas. Además, el sistema digestivo trabaja con el sistema circulatorio para proporcionar los nutrientes que este necesita para mantener el bombeo del corazón.

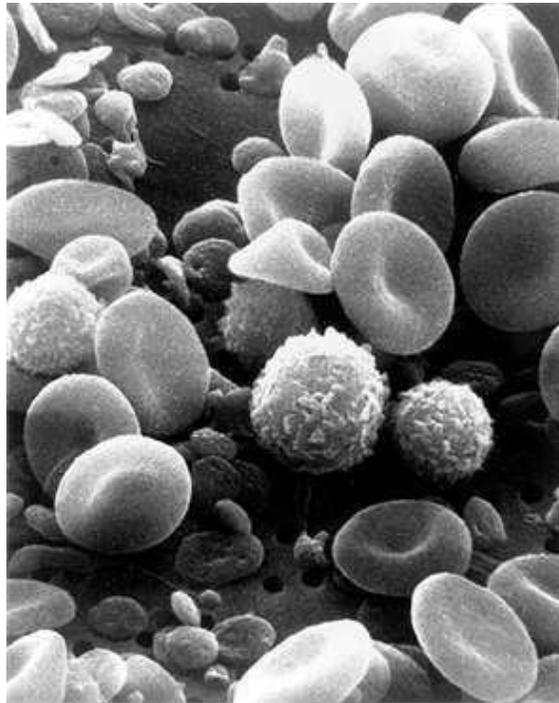
El sistema linfático es responsable de la extracción del líquido intersticial de los tejidos, así como de la absorción y el transporte de grasas y ácidos grasos. También es responsable del transporte de células que presentan antígenos (APCs).

El sistema cardiovascular está expuesto a cualquier agente que circula en la sangre. El monóxido de carbono y muchos metales (incluyendo cromo, manganeso y plomo) se

creo que causan daño al músculo del corazón, pero el único metal del que se ha comprobado su efecto negativo, es el cobalto. Los hidrocarburos clorados como los CFC, tricloroetileno y 111- tricloroetano pueden inducir arritmias (ritmos cardíacos anormales debido a defectos en la conducción eléctrica en el corazón). El tricloroetileno ha causado la muerte súbita de esta manera. El disulfuro de carbono (industria de rayón o viscosa) acelera la aterosclerosis (endurecimiento de las arterias).

El trabajo a altas o bajas temperaturas afecta la circulación periférica y puede lesionar el corazón.

2.5 La Sangre



Fuente: US Federal Government via Wikimedia commons.

Figura 2.5 - Micrografía de células sanguíneas, en que se observan glóbulos blancos y rojos y plaquetas.

La producción de la hemoglobina, el pigmento rojo de los glóbulos rojos que transporta el oxígeno, es inhibida por plomo inorgánico, lo cual interfiere con los sistemas enzimáticos. El resultado es la anemia, que se caracteriza por piel pálida y membranas mucosas, fatiga y a veces falta de aire al hacer esfuerzo. Arsina y estibina pueden

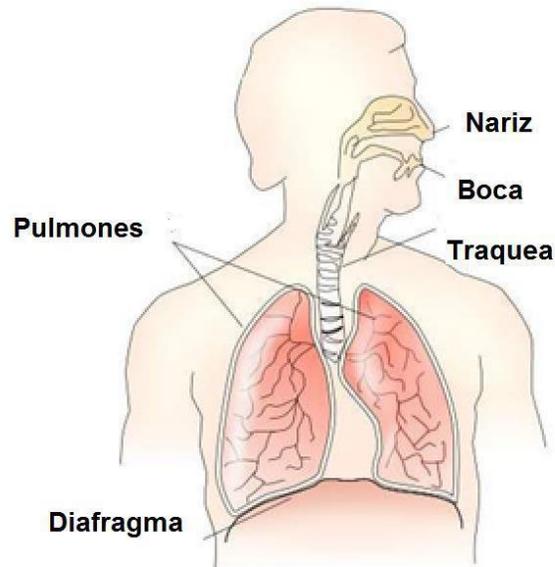
causar ruptura de los glóbulos rojos (hemólisis) y su resultado también es la anemia. La radiación X (accidentes nucleares) y el benceno pueden causar leucemia (crecimiento excesivo de células en la sangre), probablemente por acción sobre la síntesis de ADN.

El transporte de oxígeno puede verse afectado de dos maneras, que son ambas formas de asfixia. En ambientes donde el aire normal es desplazado por gases inertes como el nitrógeno, metano, helio y dióxido de carbono, el contenido de oxígeno (normalmente 21%) se diluye y produce la hipoxia (baja tensión de oxígeno en la sangre). Este principio dará lugar a un aumento del pulso compensatorio y la frecuencia respiratoria. Si continúa la hipoxia, el juicio se perderá y la persona caerá inconsciente, para finalmente morir. Respirar gas inerte 100% (la cabeza metida en una cámara llena de gas) causará inconsciencia instantánea.

La otra forma industrial de asfixia es la asfixia química. La anilina y el nitrobenzono, líquidos que han sido absorbidos por la piel intacta, y el monóxido de carbono inhalado, interfieren con la capacidad de la sangre para transportar oxígeno ligado a la hemoglobina, es decir, oxihemoglobina. Anilina y nitrobenzono se enlazan con la hemoglobina para formar metahemoglobina, lo que origina la cianosis (una coloración azul en las membranas mucosas, especialmente en los labios). El monóxido de carbono se combina con la hemoglobina, en competencia con el oxígeno, para formar carboxihemoglobina, un pigmento carmesí brillante, que hace que el paciente se vea rojo cereza.

2.6 Sistema respiratorio

La función principal del sistema respiratorio es el intercambiado de gas entre el ambiente externo y el sistema circulatorio. Esto implica llevar oxígeno del aire a la sangre y liberar dióxido de carbono (y otros elementos gaseosos de desecho) de la sangre al aire. Tras la inhalación, el intercambio de gases se produce en los alvéolos, los pequeños sacos que son el componente funcional básico de los pulmones. Las paredes alveolares son muy finas (aprox. 0.2 micrómetros). Estas paredes se componen de una sola capa de células epiteliales en las proximidades de los capilares sanguíneos, que a su vez poseen una sola capa de células endoteliales. La estrecha proximidad de estos dos tipos de células permite la permeabilidad a los gases y, por lo tanto, al intercambio de gases. El oxígeno se obtiene en la sangre, mientras que se libera dióxido de carbono en exceso.



Fuente: US Federal Government via Wikimedia commons.

Figura 2.6 - Sistema respiratorio

Al igual que la piel y los ojos, los pulmones se ven afectados por los irritantes y los alérgenos. También se manifiestan por medio de neumoconiosis fibrótica y enfermedad maligna a una variedad de agentes industriales.

Partículas mayores de 10 micras de diámetro son filtradas por la nariz. La ramificación de las vías respiratorias permite la presencia de partículas de 2 a 10 micras, que luego se pueden eliminar mediante la escalera mecánica mucociliar. Las partículas restantes en los alvéolos pueden pasar de nuevo por el árbol bronquial libremente o son fagocitadas por los macrófagos y llevadas a la escalera mecánica mucociliar o al sistema linfático circundante. A pesar de su eficacia, grandes volúmenes de partículas pueden abrumar estos mecanismos de defensa.

La irritación causada por gases y humos produce inflamación de las vías respiratorias, y los síntomas tienden a ser agudos o crónicos, dependiendo de la solubilidad del agente tóxico. Los efectos crónicos producidos por una exposición prolongada pueden ser bronquitis crónica y daño pulmonar permanente.

Las reacciones alérgicas a sustancias pueden causar asma ocupacional. Los síntomas incluyen dificultad respiratoria grave, así como sibilancias, tos y opresión en el pecho.

Ciertas sustancias, como los isocianatos (utilizados en las pinturas), el polvo de harina y diversos vapores pueden causar asma. Estas sustancias se llaman "sensibilizantes respiratorios" o productores de asma. Pueden causar un cambio en la vía aérea de las personas, conocido como el "estado de hipersensibilidad".

No todo el que se sensibiliza va a padecer asma. Pero una vez que los pulmones se vuelven hipersensibles, una mayor exposición a la sustancia, incluso a niveles muy bajos, puede desencadenar un ataque.

Neumoconiosis. Es la reacción de los pulmones a polvo mineral inhalado y la alteración resultante de su estructura. Las causas principales son polvo de carbón, sílice y el asbesto, y todos ellos llevan a la cicatrización de los pulmones, que se conoce como fibrosis colágena. La neumoconiosis puede no producir ningún síntoma durante años. Sin embargo, como los pulmones se vuelven menos flexibles y porosos, su función se reduce considerablemente. Los síntomas incluyen dificultad para respirar, tos y sensación de malestar general. La falta de aire por lo general comienza sólo por un esfuerzo intenso. A medida que la enfermedad progresa, la falta de aliento puede estar presente todo el tiempo. Inicialmente, La tos no se asocia con el esputo, pero puede llegar a asociarse con tos con sangre. Debido a la falta de oxigenación de la sangre debido a los pulmones dañados, las uñas y los labios pueden mostrarse pálidos o azulados.

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Se refiere a la bronquitis crónica y al enfisema. Se trata de dos enfermedades pulmonares que a menudo se presentan juntas y ocasionan que las vías respiratorias se estrechen. Esto conduce a una limitación del flujo de aire hacia y desde los pulmones, lo que causa una falta de aliento. A diferencia del asma ocupacional, el estrechamiento de las vías respiratorias no es fácil de revertir y por lo general empeora progresivamente con el tiempo. La EPOC puede originarse por una amplia gama de partículas y gases que causan que el cuerpo produzca una inflamación anormal de los tejidos.

Tumores malignos de origen industrial. Pueden afectar los pulmones y los tejidos circundantes. El cáncer de pulmón se ha descubierto en personas que trabajan con amianto (mineros, aisladores), y este riesgo es potenciado por el consumo de cigarrillo, y por la inhalación de arsénico (plaguicidas), cromo (fabricantes de pigmentos),

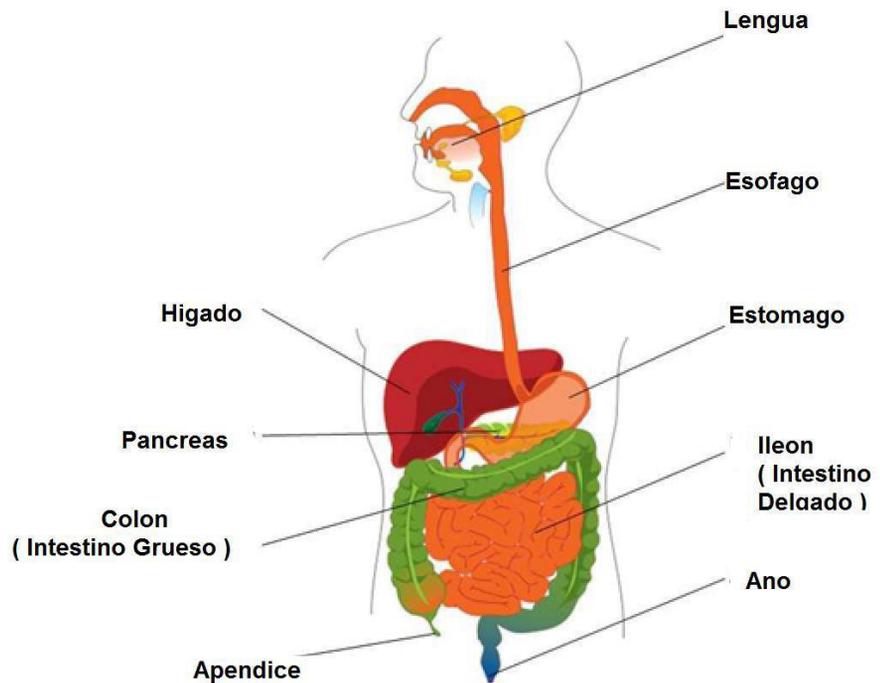
hidrocarburos aromáticos policíclicos (fabricación de gas de carbón, personas que trabajan con alquitrán) y radiaciones ionizantes (mineros de uranio). El polvo de madera (fabricantes de muebles de madera), el polvo de cuero y el de níquel han causado cáncer de seno nasal.

2.7 El tracto gastrointestinal

El tracto gastrointestinal es el sistema utilizado por el cuerpo para tomar, descomponer y absorber los alimentos, así como para excretar elementos de desecho. La ingestión como ruta de entrada en la industria es poco probable, pero puede ocurrir que si a las personas se les permite comer o fumar en su lugar de trabajo, se toma un riesgo de contaminación, puesto que las manos y superficies están contaminadas. El vómito y la diarrea son los mecanismos naturales de defensa contra las toxinas ingeridas, mientras que el ácido gástrico neutraliza las alcalinas intrusas hasta cierto punto y también mata las bacterias. La absorción de toxinas es relativamente menos eficiente que a través de la inhalación, lo cual también blindo la entrada al cuerpo. No obstante, cualquier irritante o agente corrosivo podría afectar las membranas mucosas de las vías respiratorias, así como causar edema en los labios, la boca y la epiglotis (que conduce a la asfixia) y ulceración del esófago y del estómago.

Figura 2.7
Tracto
gastrointestinal.

Fuente: U.S.
Federal
Government via
Wikimedia
commons



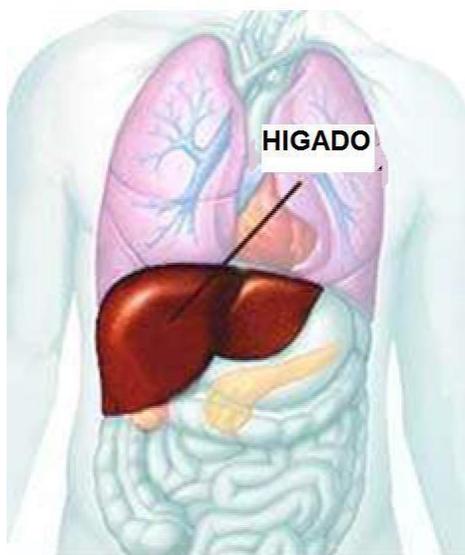
2.8 El Hígado

El hígado es un importante órgano metabólico que se utiliza para procesar nutrientes que han sido absorbidos en la sangre desde el tracto gastrointestinal o a través de otras rutas como la inhalación. El hecho de que su función sea descomponer los materiales, significa que es particularmente susceptible a las toxinas dentro del cuerpo. Las células del hígado pueden regenerarse después del daño tóxico, siendo el alcohol el daño más común. Sin embargo, la absorción continuada puede exceder el proceso de regeneración y causar un daño permanente al hígado.

En el contexto industrial, los alcoholes solubles en grasas y los hidrocarburos halogenados son particularmente conocidos por su daño de las células hepáticas. El signo más evidente de daño hepático es la ictericia.

El daño hepático, generalmente por cirrosis, es un importante precursor de hepatomas (tumores en el hígado), y por tanto estos deterioros inducidos a largo plazo en el sector industrial, hace que los trabajadores sean proclives a desarrollar tumores hepáticos.

El hígado es un órgano de protección en sí, cuyos procesos normales de desintoxicación cambian toxinas potenciales a sustancias seguras (y viceversa, algunas veces).

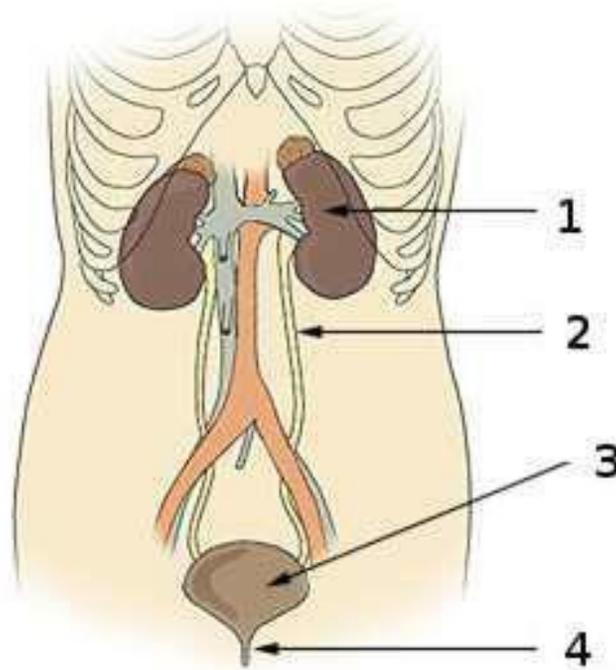


Fuente: U.S. Federal Government via Wikimedia commons.

Figura 2.8 - El hígado.

2.9 Sistema urinario

El riñón desempeña un papel importante en el mantenimiento del equilibrio de líquidos y electrolitos por filtración y su reabsorción selectiva en la sangre. Este excreta (a través de la orina) sustancias desechables no deseadas (incluyendo toxinas), hechos solubles en agua por el metabolismo del hígado.



Fuente: US Federal Government via Wikimedia commons.

Figura 2.9 - Sistema urinario.

1. Riñón. 2. Uréteres. 3. Vejiga. 4. Uretra.

Las toxinas pueden dañar el riñón, situación que a su vez afecta el metabolismo del calcio, equilibrio base del ácido y la reabsorción de agua. La insuficiencia renal aguda puede provocar que el flujo de orina cese por completo. La radiación ionizante puede causar daño celular renal y fibrosis. Dado que la orina se concentra dentro de la vejiga, su exposición a la radiación es mucho más intensa que para el resto del tracto urinario. Por tanto, es mucho más susceptible a los cánceres inducidos por factores industriales.

2.10 El ojo

Los ojos son relativamente frágiles. Están protegidos hasta cierto punto por los huesos frontales que están sobre ellos y los párpados, así como por el reflejo de parpadeo. Las

pestañas mantienen las partículas de polvo a distancia y las lágrimas proporcionan un factor de dilución para elementos químicos intrusivos y la esterilización contra agentes infecciosos.

Debido a su fragilidad son particularmente susceptibles a las lesiones. Heridas penetrantes pueden provocar daños en la córnea, cataratas y desprendimiento de retina, cualquiera de los cuales puede ocasionar ceguera. Las afecciones en el iris pueden provocar una reacción solidaria en el otro ojo y por ende la ceguera total. Los ácidos y álcalis quemarán la córnea. Los álcalis son especialmente peligrosos, ya que arden menos, pero al momento en que la víctima advierte su presencia y lava sus ojos, la parte frontal del ojo pudo haber sido disuelta.

Cualquier gas irritante, como el dióxido de azufre y el amoníaco, puede causar conjuntivitis (que se caracteriza por enrojecimiento, dolor y lagrimeo de los ojos). Los alérgenos como las plantas y los tintes a veces producen una reacción similar. Una conjuntivitis muy dolorosa que incluya fotofobia (rechazo a mirar la luz) se da luego de un par de horas después de la exposición a la radiación ultravioleta utilizada en la soldadura. La condición se conoce como ojo de arco y por lo general involucra a la córnea, así como a la conjuntiva (queratoconjuntivitis). Las cataratas (opacidad del cristalino) son el resultado de un trauma (una herida penetrante o golpe severo), calor (ojo de vidrio de los trabajadores) o irradiación (rayos láser y microondas). Quemaduras de la retina pueden ser causadas por la radiación y los láseres infrarrojos. Las cataratas pueden ser extirpadas y sustituidas por lentes artificiales o lentes de contacto. Quemaduras de retina y lágrimas producen daños irreparables a esa área de visión (puntos ciegos).

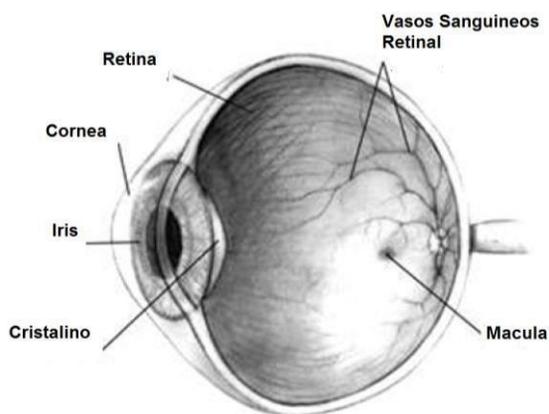


Figura 2.10 - El Ojo.

Fuente: US Federal Government via
Wikimedia commons.

3 FUNDAMENTOS DE TOXICOLOGÍA

3.1 Introducción

La toxicología es la disciplina que se encarga de estudiar los efectos adversos de las sustancias sobre los organismos vivos. Por su parte, la toxicología industrial se ocupa de los efectos adversos sobre la salud de los trabajadores, originados por la manipulación de las sustancias químicas en el ambiente de trabajo, aunque su interés también se extiende hacia los efectos adversos de los productos sobre los consumidores, así como los efectos sobre la población de los vertimientos y residuos provenientes de las actividades laborales.

Históricamente, la toxicología era el arte y la ciencia del envenenamiento. Hoy día, es una disciplina que hace uso de un amplio rango de información desarrollada desde las ciencias químicas, físicas, biológicas y médicas, con el fin de predecir los posibles efectos negativos en el hombre derivados del creciente número de sustancias a las que se expone.

3.2. Definiciones

Toxicidad: es la habilidad innata de las sustancias de afectar las cosas vivas

Evaluación de peligro: es la predicción de los efectos tóxicos que son evidentes bajo determinadas condiciones de exposición.

Evaluación de riesgo: es la predicción de la probabilidad de que ciertos efectos tóxicos ocurran bajo condiciones de exposición definidas en una persona o en una población determinada.

Sustancia: cubre un amplio rango de materiales que incluyen compuestos químicos individuales o mezclas de estos, productos simples o complejos, naturales o sintéticos, así como microorganismos. Las sustancias pueden ser químicamente puras o contener aditivos o impurezas, pueden estar en forma de sólidos, líquidos, gases, polvos, fibras, humos o aerosoles. Algunos pueden ser difíciles de identificar (humos, polvos y aerosoles). Las sustancias a las cuales puede haber exposición en el lugar de trabajo comprenden materiales usados, empacados, recolectados, almacenados, manipulados, eliminados o que se encuentren en el lugar de trabajo. Pueden ser productos finales, formulaciones, intermedios, componentes, productos inespecíficos, subproductos, desechos y residuos.

Pueden ser materiales usados o los que se generan durante el mantenimiento o reparación de plantas o edificios, o que pueden formarse o usarse durante la investigación, desarrollo o evaluación.

Advertencia: los términos arriba mencionados son utilizados inadecuadamente por muchas personas. Por ejemplo, el término toxicidad es usualmente utilizado en lugar de peligro tóxico, y riesgo tóxico en vez de peligro tóxico. Esto se relaciona de manera particular con lo que se conoce como evaluación de riesgo.

3.3 Conceptos básicos

“Todas las sustancias son venenos; no hay ninguna que no lo sea. La dosis indicada diferencia a un veneno de un remedio”. Paracelso, 1525.

Toda sustancia es tóxica, muchas veces capaz de producir efectos desfavorables bajo determinadas condiciones de exposición. Es posible matar a alguien con el suministro de grandes cantidades de agua (particularmente si la persona sufre de ciertas enfermedades) y grandes cantidades de oxígeno en el aire pueden causar ceguera en niños prematuros o daño pulmonar en adultos.

La manifestación de los efectos tóxicos depende de la dosis. En general, las dosis o exposiciones elevadas durante largos periodos producen una mayor cantidad e intensidad de efectos tóxicos que las dosis o exposiciones bajas durante tiempos cortos.

Generalmente, hay un nivel de exposición en el que no ocurrirán efectos tóxicos. Una dosis de 10 gr de cafeína causa convulsiones y vómito. La ingesta promedio de cafeína en el Reino Unido (incluido el té) es de 315 mg y muchas personas consumen más de esta cantidad a diario sin que les ocurran efectos adversos.

La dosis fatal de sal es 250 g, pero dosis más bajas causan vómito; la ingesta promedio de sal en el Reino Unido está entre 8 y 11 gramos diarios. La Agencia Británica de Estándares para Alimentos recomienda una ingesta máxima de 6 gr al día, pero un mínimo de consumo de 0,5 gr al día es esencial para la vida.

Diferentes formas de exposición a una sustancia no necesariamente tienen el mismo efecto. La exposición a concentraciones atmosféricas elevadas de vapor de cloruro de metileno deprime el sistema nervioso (narcosis), causando arritmias cardíacas y daño renal y hepático. Exposiciones más prolongadas facilitan el surgimiento de uno de sus metabolitos, monóxido de carbono en la sangre, lo que reduce la habilidad de transportar el oxígeno en la sangre. La exposición prolongada produce cáncer de hígado y de pulmones en ratones (pero no en ratas o hámsteres y probablemente no en humanos).

Diferentes especies pueden reaccionar de manera distinta a diferentes sustancias. Las dioxinas causan un daño hepático severo y la muerte en cobayos, pero en monos y humanos origina lesiones dérmicas (cloracné). El arsénico produce cáncer en humanos pero no en animales de experimentación. Dosis bajas de atropina pueden matar humanos pero no conejos.

Diferentes individuos pueden reaccionar de manera distinta a las sustancias: algunas personas que fuman pueden desarrollar cáncer de pulmón, pero otras no. La penicilina es segura para la mayoría de personas, pero en otros produce reacciones alérgicas severas.

Los efectos tóxicos de una sustancia dependen de:

- Su forma física.
- La dosis.
- La vía de ingreso.
- Su absorción, distribución, metabolismo y eliminación.

3.3.1 Forma física

Sólidos	Cuando son molidos o triturados, los polvos resultantes pueden ser inhalados, ingeridos o contaminar la piel.
Líquidos	Pueden ser tragados o contaminar la piel.
Gaseosos	Pueden ser inhalados o contaminar la piel.
Vapores	
Humos	
Nieblas	
Aerosoles	

3.3.2. Dosis

La dosis es el producto de la concentración de la sustancia y la duración de su exposición. En términos simples puede ser descrita como:

$$\text{Dosis} = \text{Exposición} \times \text{Tiempo}$$

Sin embargo, en escenarios industriales la exposición y el tiempo pueden variar ampliamente. Por ejemplo, una muy elevada concentración por un breve periodo de puede ser letal (es el caso del alcohol), mientras que la exposición prolongada a pequeñas cantidades genera escaso daño. La dosis puede ser la misma en ambos casos.

3.3.3 Vía de ingreso/absorción

Existen tres vías principales de ingreso de tóxicos al cuerpo: inhalatoria, dérmica e ingestión.

Ingestión: la ingestión es la menos significativa de las rutas en el escenario industrial, mientras que para la toxicología ambiental es la principal. La evolución ha hecho que se desarrollen mecanismos que permitan al intestino regular la absorción de elementos esenciales. Los productos tóxicos deben competir por lo que generalmente solo una fracción de cualquier dosis ingerida se absorbe en el cuerpo (a veces 10% o menos).

Dentro de las posibles causas de ingestión a escala industrial se encuentran el pipeteo bucal en laboratorios, el tragar polvo que ha sido inhalado y barrido por el aparato mucociliar, fumar y comer en el puesto de trabajo, y el tener las manos sucias y ponerlas en contacto con la boca.

Inhalación: el pulmón carece de mecanismos de absorción selectiva. Las partículas de menos de 10 micras de diámetro pueden llegar hasta los alveolos. Si son solubles, aproximadamente el 40% es absorbido. Los productos insolubles son relativamente seguros, por ejemplo, el sulfuro de plomo, en tanto el carbonato de plomo es altamente soluble y causa una rápida intoxicación. La partículas inhaladas de gran tamaño son de menor riesgo ya que la absorción en el tracto respiratorio superior es menos eficiente.

Es importante recordar que el pulmón no solo es responsable de la absorción de las sustancias en el cuerpo, también actúa como órgano blanco. Los materiales que no se absorben en el cuerpo pueden permanecer en el pulmón y causarle daño físico o químico. La inhalación es el origen del 90% o más de las intoxicaciones industriales.

Piel: la piel tampoco tiene absorción selectiva. Los compuestos solubles en grasa se absorben fácilmente, como los solventes orgánicos. La absorción percutánea a través de piel intacta ocurre para nitrobenzono, fenol, mercurio y anilina. La absorción de fenol a través de unas pequeñas pulgadas cuadradas de piel intacta puede ser letal. Ropa protectora impermeable, como guantes, puede incrementar la tasa de absorción si se presenta contaminación accidental en su interior. La piel dañada también facilita la absorción de tóxicos.

Distribución: una vez la sustancia ha ingresado al cuerpo, puede ser distribuida a través del torrente sanguíneo, unida a proteínas plasmáticas o a glóbulos rojos. Ellos pueden concentrarla de forma diferencial en los órganos. Otras sustancias tóxicas pueden permanecer en solución o unidas a lípidos. Únicamente las sustancias solubles en lípidos pueden atravesar la barrera hematoencefálica.

3.3.4 Metabolismo

Las sustancias que se distribuyen a través del cuerpo tienden a ser metabolizadas. El principal lugar de metabolismo es el hígado; sin embargo, los riñones, pulmones y la piel pueden metabolizar algunos químicos. El metabolismo puede convertir una sustancia tóxica en una no tóxica y viceversa. Ejemplo: el n-hexano es metabolizado en el hígado en otro compuesto que causa daño al sistema nervioso. La mayoría de los procesos de detoxificación son beneficiosos. Un proceso de detoxificación típico involucra estados de oxigenación seguidos de conjugación con ácido glucurónico. El rango de metabolismo depende del rango de absorción (compuestos hidrosolubles se absorben menos que los liposolubles) y de la magnitud de unión a proteínas (esto reduce la concentración en los sitios de metabolismo). Los sistemas enzimáticos tienen un escaso desarrollo en los primeros años, periodo durante el cual el metabolismo es más lento. El hígado convierte sustancias hidrofóbicas (no solubles en agua) a formas hidrofílicas (solubles en agua) que pueden ser excretadas por el riñón o la bilis.

3.3.5 Excreción

Esta se lleva a cabo principalmente a través de los riñones por la vía de la orina, pero también por vía biliar (compuestos de alto peso molecular), pulmones (hidrocarburos volátiles que se excretan sin cambios), jugos gástricos (nicotina), leche materna (plaguicidas) y piel (hierro). Entre más rápida sea la excreción es menos probable que el tóxico afecte el cuerpo. Los productos de excreción se utilizan usualmente para monitorear la exposición ocupacional.

3.3.6 Respuesta a toxinas

La respuesta corporal a las toxinas depende de diferentes variables:

Edad	Los mayores y los extremadamente jóvenes tienden a no afrontar adecuadamente las toxinas, debido a que sus vías metabólicas son menos eficientes que las del promedio.
Sexo	Las mujeres son más vulnerables a las toxinas liposolubles, ya que presentan un mayor porcentaje de grasa en su masa corporal.
Enfermedad de base	Algunas condiciones, por ejemplo la diarrea o una reducida funcionalidad pulmonar, pueden limitar los efectos tóxicos al reducir la absorción. Otras, como la anemia, pueden generar un mayor compromiso de respuesta corporal al plomo o al monóxido de carbono.
Medicamentos	Algunas drogas pueden afectar sistemas enzimáticos, incrementando o disminuyendo los efectos de las sustancias tóxicas.
Alcohol	Puede comprometer la función hepática y los procesos de detoxificación.
Cigarrillo	Fumar potencia la acción de ciertas sustancias, como sucede con el asbesto.
Individuales	La gente presenta una variabilidad enorme en sus respuestas a agentes externos, desde el ruido al polvo de carbón, alérgenos y químicos. Esto probablemente se debe a efectos genéticos.

Tipo de respuesta:

- Efectos locales en el punto de ingreso. Por ejemplo: irritación, quemaduras.

- Reacciones alérgicas. Por ejemplo: dermatitis, asma.
- Efectos en órganos blancos.
- Cáncer.
- Efectos reproductivos. Por ejemplo: esterilidad, abortos.
- Tumores en infantes, cuyos padres estuvieron expuestos.

3.4 Etapas en la evaluación toxicológica

En la evaluación de riesgos para la salud derivados de la exposición a sustancias, se deben buscar las respuestas a las siguientes preguntas:

3.4.1 ¿Qué efectos adversos puede producir la sustancia química?

¿Cuál es su toxicidad y qué peligros tóxicos presenta en una variedad de condiciones de exposición? Esto está determinado por:

- Estudios teóricos basados en la información existente de las propiedades físicas y químicas de la sustancia.
- Experimentos en animales (usados como modelos para el hombre) y otros seres vivos o partes de organismos (bacterias, órganos, tejidos, cultivos celulares).

3.4.2 ¿Los efectos identificados en animales son relevantes para el hombre?

Responder esto requiere conocer cómo se absorbe, distribuye y excreta el producto en el cuerpo (toxicocinética) y cómo se deriva en el cuerpo en otras sustancias (metabolismo). Puede ser necesario conocer su mecanismo de acción tóxica, lo cual implica investigaciones especiales, e incluye estudios en humanos. Estudios epidemiológicos de grupos expuestos pueden ser necesarios para probar su relevancia.

3.5 Hojas de seguridad

La interpretación de los reportes toxicológicos debe dejarse a quienes tienen entrenamiento y experiencia en esas actividades. Gran parte de la evaluación de peligros laborales puede ser llevada a cabo a partir de revisar las Hojas de Seguridad de los Materiales (MSDS por sus siglas en inglés). Las MSDS son una forma estandarizada de divulgar información toxicológica y de otro tipo, relevante acerca de las sustancias.

En muchos países es una práctica común o un requerimiento legal que las empresas

suministren una hoja de seguridad para cada producto que venden. Estas pueden parecer complicadas o difíciles de entender, pero son una fuente confiable de información necesaria para el manejo seguro de sustancias químicas. Estas proveen información de propiedades físicas y químicas del material de interés, así como información toxicológica relevante.

El contenido de las MSDS puede variar de acuerdo con los requerimientos de la legislación local, pero debe contener la siguiente información:

1. **Composición/Datos de componentes:** ofrece detalles de los diferentes productos químicos contenidos en el material. A menudo incluye el número CAS (*Chemical Abstracts Service*) de cada sustancia química que contiene. El número CAS es un dígito único que es asignado a la mayoría de sustancias utilizadas en la industria.
2. **Identificación de la sustancia:** contiene el nombre comercial, así como los detalles del fabricante o distribuidor. Puede aportar información de emergencia como números telefónicos de contacto.
3. **Identificación de peligros:** el material es clasificado bajo determinadas categorías y es descrito con pictogramas.
4. **Medidas de primeros auxilios:** orienta acerca de cómo abordar trabajadores que han estado expuestos en diferentes circunstancias.
5. **Medidas contra incendio:** instruye sobre qué hacer y qué no hacer para el control de incendios. Por ejemplo, qué tipo de extinguidor utilizar.
6. **Medidas para liberaciones accidentales:** aporta procedimientos que se deben seguir en caso de liberaciones accidentales de la sustancia, y comprende métodos para limpiar los derrames.
7. **Manejo y almacenamiento:** da información acerca de precauciones como muebles inflamables y limitaciones de temperatura.
8. **Controles de exposición y protección personal:** resume los requerimientos de equipos de protección personal y ventilación.
9. **Propiedades físicas y químicas:** forma (sólido, líquido y gas), color, olor, puntos de evaporación y ebullición.
10. **Estabilidad y reactividad:** propiedades como descomposición térmica y condiciones que deben ser evitadas.
11. **Información toxicológica:** detalles de efectos agudos y crónicos en los humanos y animales.

12. **Información ecológica:** datos sobre cómo el material puede afectar el medio ambiente si es liberado en el lugar de trabajo.
13. **Consideraciones de disposición:** cualquier requerimiento adicional relacionado con la eliminación del material.
14. **Información de transporte:** lista de códigos que indican los peligros relacionados con la sustancia.
15. **Regulaciones:** legislación relevante para el país en el cual es usado el material.
16. **Otra información:** otra información que sea relevante.

4 EJEMPLOS DE SUSTANCIAS Y PROCESOS PELIGROSOS

4.1 Sílice cristalina

La sílice cristalina o cuarzo (SiO_2) es el mineral de mayor presencia y se encuentra en la mayoría de las rocas. Su forma más común es la arena que se encuentra en las playas de todo el mundo. En su estado seco, la sílice cristalina fina constituye un riesgo tóxico si se inhala como polvo que está en el aire, lo cual podría generar silicosis. La silicosis es una fibrosis pulmonar, considerada la más común y grave de todas las neumoconiosis. El riesgo de desarrollar la enfermedad depende de tres factores, a saber: concentración de polvo en la atmósfera, el porcentaje de sílice libre en el polvo y la duración de la exposición. La sílice está presente durante muchos procesos que utilizan minerales, como la explotación de canteras y la minería, la producción de ladrillo, azulejo y refractarios, la alfarería y la cerámica, el arenado y la fabricación de vidrio.

A principios de este siglo, los casos mortales de silicosis en un período de evolución rápida (de 1 a 3 años) no fueron raros entre los trabajadores que inhalaban enormes cantidades de polvo que contenían un alto porcentaje de cuarzo. En muchos casos, la muerte se debió a la superposición de tuberculosis. Con la introducción de mejoras en las condiciones de trabajo y de métodos modernos de control de polvo, esta rápida forma de silicosis prácticamente ha desaparecido, pero ha sido reemplazada por una de desarrollo muy lento (de 15 a 30 años) de la enfermedad.

Las etapas iniciales de la silicosis son asintomáticas y sólo se revelan mediante un examen radiológico periódico a los trabajadores expuestos a sílice libre. El primer síntoma de la silicosis es la "falta de aire" al esforzarse. En los casos graves, los síntomas ocurren incluso en muy pequeños esfuerzos o cuando el paciente está en reposo. Como regla general, no hay otros síntomas subjetivos. Por lo tanto, el diagnóstico de silicosis se obtiene en gran medida por examen clínico y radiología.

La capacidad de provocar cambios pulmonares es algo que depende de la forma cristalina en que la sílice pueda encontrarse, y esto se observa, en el caso del Reino Unido, en las delimitaciones actuales de la exposición en el área laboral, así como el tamaño de las partículas que más se encuentran con probabilidad.

Sílice amorfa

Polvo Inhalable: 6 mg.m⁻³ promedio ponderado de 8 horas.

Polvo respirable: 2.4 mg.m⁻³ promedio ponderado de 8 horas.

Sílice fundida

Polvo respirable: 0.08 mg.m⁻³ promedio ponderado de 8 horas.

Sílice cristalina (cristobalita, tridimita)

Polvo respirable: 0.1 mg.m⁻³ promedio ponderado de 8 horas.

4.2 Fibra mineral hecha por máquina (MMMF)

Las fibras minerales hechas por máquina (MMMF) incluyen fibras cerámicas, fibras de propósito especial y fibras de filamento continuo. El material se compone normalmente de vidrio fundido, roca o escoria. Este material presenta una buena resistencia al calor y a los productos químicos, y puede además ser tejido. Es, por tanto, ampliamente utilizado en el aislamiento térmico y acústico de los edificios, en plantas de proceso y como protección estructural contra incendios en forma de rollos, planchas, soplado de relleno de pared, láminas de cartón-yeso y aislamiento de tuberías. El uso de MMMF ha acelerado la eliminación de las fibras de asbesto.

Desde su introducción a finales del siglo XIX se ha reconocido que las lanas minerales causan irritaciones en la piel y los ojos, y que en condiciones de exceso de polvo pueden conducir a irritación de las vías respiratorias superiores. La irritación de ojos y piel es causada por fibras gruesas.

Mientras la mayor parte de la piel se vuelve resistente después de un período transitorio, algunas personas necesitan tomar precauciones para proteger su piel y otras (en menor medida) necesitan conseguirse otro trabajo.

Algunos estudios en los que se han implantado fibras minerales (no de asbesto) en los pechos de animales de laboratorio mostraron presencia de mesotelioma, mientras que en otros experimentos, en los que los animales han inhalado altas concentraciones de fibras de lana mineral, no se ha presentado ninguna asociación con un exceso de aparición de tumores de pulmón.

Los estudios de inhalación en animales no han presentado hallazgos de fibrosis clínicamente significativa. Un amplio estudio de mortalidad en la industria estadounidense no mostró ningún caso de mesotelioma. En este estudio se observó un exceso de cáncer de pulmón en pequeños grupos de trabajadores con más de 30 años desde su primera exposición a la lana mineral. Sin embargo, no hubo correlación entre la intensidad o duración de la exposición y el exceso de cáncer de pulmón. De hecho, estudios de rayos X y de función pulmonar en los trabajadores actuales no han demostrado que la exposición a la lana mineral se asocie con anomalía de pulmón.

4.3 Humos de soldadura

Los humos de soldadura consisten en mezclas de gases y partículas finas en el aire, que si se inhalan o se ingieren pueden ocasionar riesgos para la salud. El grado de riesgo depende de la composición de los humos, la cantidad de humo que se respira y la duración de la exposición.

Los principales efectos son:

Irritación de las vías respiratorias: los gases o partículas finas de humo pueden causar sequedad de la garganta, tos, opresión en el pecho y dificultad para respirar.

Fiebre de humos metálicos: la inhalación de muchos óxidos metálicos recién formados, como los de zinc, cadmio, cobre, etc., puede dar lugar a una fuerte enfermedad similar a la gripe denominada fiebre de los humos metálicos. Con excepción del cadmio, las complicaciones graves por exposición a humos son raras. La causa más común de la fiebre de los humos metálicos es la soldadura de acero galvanizado.

Envenenamiento sistémico: puede resultar de la inhalación o ingestión de sustancias contenidas en el humo de soldadura, tales como fluoruros, manganeso, plomo, bario y cadmio. La presencia de estas sustancias en el humo depende del proceso de soldadura y del material que se está soldando.

Efectos crónicos o a largo plazo: la inhalación de los humos de soldadura puede conducir a la aparición de alteraciones de rayos X benignos, denominados siderosis. Un tema de preocupación actual es si los soldadores tienen un mayor riesgo de desarrollar

cáncer por la presencia de ciertos componentes de algunos humos de soldadura, como el cromo hexavalente y níquel, que pueden ser cancerígenos.

4.4 Isocianatos

Los isocianatos pueden ser líquidos o sólidos a temperatura ambiente que se utilizan principalmente en la producción de poliuretanos, espumas, adhesivos, barnices y pinturas.

Irritan la piel y las mucosas. Sin embargo, los problemas más graves asociados con esta exposición son los que afectan al sistema respiratorio. Los isocianatos son ampliamente reconocidos como una de las causas más frecuentes de asma ocupacional. Tras una exposición cambiante a isocianatos, los trabajadores pueden sufrir pérdida extrema de concentración, y esto se conoce como sensibilización respiratoria.

4.5 Polvo de madera

El polvo se produce siempre que el mecanizado o el corte de la madera se llevan a cabo. Los riesgos asociados con el polvo de madera son principalmente de inhalación y contacto con la piel. Los efectos biológicos del polvo de madera suscitan muchos síntomas diferentes, cuya naturaleza depende de la cantidad y la composición de la madera.

En consecuencia, los síntomas por exposición van desde dermatitis e irritación conjuntival hasta irritación del tracto respiratorio superior. Hay cierta preocupación por la evolución de la irritación nasal hacia un cáncer nasal. Sin embargo, este problema es complicado dado el extenso inicio de este tipo de cáncer, que suele ser de 40 años. Además, algunas maderas blandas pueden actuar como sensibilizantes respiratorios.

4.6 Farmacéuticas

La industria farmacéutica puede presentar riesgos específicos de compuestos particularmente graves. Los diferentes medicamentos que se fabrican pueden acarrear diversos efectos sobre la salud. Por ejemplo:

Reacciones alérgicas: algunos medicamentos pueden motivar respuestas alérgicas

como picor y enrojecimiento de los ojos, secreción nasal, erupciones en la piel, asma, y ocasionalmente conmoción debido a una reacción alérgica (anafilaxia).

Deficiencia de vitamina: los trabajadores con exposición repetida a antibióticos experimentan un cambio en el número y tipo de bacterias que normalmente tienen alojadas en los intestinos y que se descomponen y absorben las vitaminas.

Infecciones por hongos: la exposición diaria a polvo de antibióticos puede conducir a infecciones fúngicas en la piel y las uñas. Además, las trabajadoras pueden desarrollar infecciones vaginales después de este tipo de exposición.

Nitroglicerina: comúnmente utilizada en la dinamita, es también la base de varios medicamentos para los pacientes del corazón. Los nitratos actúan sobre los vasos sanguíneos del cuerpo y sus efectos se sienten de varias maneras. Casi todas las personas expuestas al polvo nitro experimentan un fuerte dolor de cabeza, que es causado por la relajación de los vasos sanguíneos dentro del cráneo. Los nitratos dilatan los vasos sanguíneos y favorecen la caída de la presión arterial. Como resultado, pueden producirse mareos e incluso desmayos.

Tranquilizantes: pueden ser aditivos y darse por habituación. En combinación con el alcohol, pueden hacer que una persona pierda la conciencia, y en dosis altas, conducir al coma y a la muerte. Los trabajadores que producen tranquilizantes están en riesgo de sufrir estos efectos adversos. Existe un verdadero peligro de accidentes para ellos, tanto en el lugar de trabajo como de camino a casa, cuando sienten sueño como consecuencia de la exposición a tranquilizantes y barbitúricos.

4.7 Productos del petróleo

La industria petrolera presenta una serie de riesgos únicos, tanto en términos de extracción/producción como en sus productos derivados.

Aceites lubricantes: ciertos aceites (en particular los aceites altamente aromáticos) son irritantes cuando se aplican en la piel durante unas pocas horas. Muchos, en contacto repetido, pueden eliminar las grasas naturales de la piel, dejándola seca y susceptible a las grietas, la dermatitis y la posterior infección. El contacto accidental con los ojos puede causar irritación transitoria pero sin efectos duraderos. Los efectos son más pronunciados con aceites de baja viscosidad.

La inhalación de nieblas y vapores de aceite puede causar irritación de los ojos, la nariz y la garganta. En caso de inhalar abundante aceite, se manifestará una forma de

neumonía.

Algunas formulaciones contienen aditivos químicos de composición variable. Las propiedades tóxicas de tales formulaciones dependen de la toxicidad del aceite base y sus aditivos. Sobre muchos aditivos no hay datos suficientes en cuanto a la toxicidad aguda y crónica, la carcinogenicidad y los efectos en la reproducción o el sistema inmunológico.

Gasolina: es un irritante de la piel y una exposición prolongada puede causar ampollas. La repetida exposición de la piel, produce dermatitis. El contacto accidental con los ojos causa irritación severa, pero generalmente de corta duración. La inhalación del vapor puede causar pérdida del conocimiento; la inhalación prolongada de altas concentraciones puede ser fatal debido a la depresión del sistema nervioso central. Las gasolinas contienen aditivos (pueden incluir tetraetilo de plomo que es neurotóxico y compuestos bromados que son mutagénicos) que están siendo reemplazados por alcoholes (por ejemplo, metanol) y éteres (t-butil metil éter MTBE, entre otros) en la gasolina sin plomo. La exposición excesiva a metanol produce ceguera. Evidencia reciente sobre MTBE sugiere que altas concentraciones en la atmósfera pueden ser teratogénicos.

Gasóleos, fuelóleos: son similares en características a destilados medios o aceites lubricantes pesados pero pueden contener catalizadores u otros materiales que tienden a ser cancerígenos cuando se aplican regularmente en la piel.

Extractos aromáticos: contienen altas concentraciones de hidrocarburos aromáticos, policíclicos y carcinogénicos, y muchos han demostrado ser cancerígenos al contacto con la piel. Su toxicidad es por lo demás similar a la de los aceites lubricantes.

Benceno: su contacto directo produce desengrasado de la piel y dermatitis por exposición repetida. La exposición conduce a la depresión del sistema nervioso central: dolor de cabeza, náuseas y pérdida del conocimiento. La exposición repetida a 50 ppm o más causa daños en la sangre y en los tejidos que forman la sangre, produciendo en algunos individuos una seria dificultad para formar nuevas células sanguíneas de todos los tipos (una condición fatal). La exposición prolongada a altas concentraciones provoca un tipo de leucemia (cáncer de la sangre) y daño a los

cromosomas (los cuerpos que llevan el material genético en la división celular).

4.8 Minería. Extracción de metales y minerales

La minería de carbón, de minerales metálicos y de otros minerales se realiza de manera extensa por todo el mundo. Históricamente los mineros han sufrido una mayor incidencia de problemas de salud que los trabajadores de otros sectores de la industria pesada. La minería del carbón ha sido asociada con la "neumoconiosis", enfermedad pulmonar provocada por el polvo, y con otras enfermedades, como la 'enfisema', siempre asociada al trabajo. Las actividades mineras pueden presentar riesgos para la salud por diversas sustancias. Estas pueden proceder del mineral que se extrae o pueden estar presentes como subproductos contaminantes indeseables. El principal peligro es la exposición al polvo en diversas formas.

Asbestos: todavía se extrae en cierto número de países alrededor del mundo y también se encuentra en cantidades traza o en depósitos de otros minerales, como el talco. Los peligros del asbesto se presentan en una sección separada de este manual.

Arsénico: está presente en depósitos de metales como el estaño y el cobre. Puede ser encontrado como un componente indeseable durante la extracción y el procesamiento, pero también se produce comercialmente como un subproducto de la refinación. El arsénico es tóxico y puede matar si grandes dosis son consumidas o inhaladas.

Sílice: está presente en muchos minerales y especialmente en la extracción de piedra. La minería así mismo puede presentar una serie de peligros físicos como el ruido, la vibración, la radiación, el estrés por calor, humedad y cambios en la presión atmosférica.

4.9 Uso y refinación de metales

Muchos metales duros están presentes en pequeñas cantidades en nuestro cuerpo como elementos esenciales, que cumplen funciones importantes en nuestro metabolismo. Sin embargo, si se da una exposición de grandes cantidades, se corre el riesgo de sufrir efectos nocivos para la salud.

Cadmio: su uso se ha limitado debido a su toxicidad; sin embargo, todavía se utiliza en

la industria de la aviación como un recubrimiento anticorrosivo, y en las baterías de níquel-cadmio. Los efectos fisiológicos de la exposición excesiva al cadmio pueden ser separados en dos categorías distintas de la siguiente manera: los efectos agudos incluyen náuseas, vómitos y graves trastornos gastrointestinales, mientras que los efectos crónicos van desde la fatiga y el enfisema a lesiones hepáticas y renales. En casos de intoxicación aguda, por ejemplo después del oxido de cadmio en tornillos plateados, la muerte puede ocurrir rápidamente tras una neumonía química.

Cromo: es un elemento de metal duro de color acerado que produce un brillo intenso. Su alto punto de fusión, 1900 °C, junto con su naturaleza inerte hacen que el metal sea útil como material de aleación y de galvanoplastia. Tiene un número de isótopos radiactivos, que han encontrado uso en la medicina.

Es capaz de tener un número de estados de valencia y la gama de sales refleja esto con denominaciones cromosa, crómica y cromila. Algunos tienen propiedades irritantes similares al trióxido de cromo (ácido crómico), que causan irritación dérmica, ulceración y dermatitis alérgica. La inhalación también causa irritación primaria, perforación del tabique nasal e irritación pulmonar. El carcinoma también se ha asociado con la exposición a sales de cromato.

Plomo: es un metal maleable blando con buenas propiedades anticorrosivas. Se ha utilizado ampliamente en la industria de la construcción, así como en la producción de baterías, balas y pesos. De igual forma se ha mezclado con otros metales para formar aleaciones útiles, como estaño/soldadura de plomo. Sus diferentes compuestos son tóxicos y pueden ser inhalados, ingeridos o absorbidos por la piel. Los efectos agudos no son comunes, puesto que el plomo es principalmente un veneno que se hace crónico por acumulación. Más algunos compuestos de plomo orgánico (el utilizado en la gasolina con plomo) pueden ser absorbidos rápidamente a través de la piel y afectan al cerebro, evento que origina la muerte en algunos casos. Los efectos crónicos se observan con la lenta acumulación de plomo inorgánico en el cuerpo, que a menudo se deposita en los huesos, lo cual constituye un problema si se produce un trauma. Los efectos crónicos varían desde dolores de estómago a letargo, anemia y, en última instancia, la muerte. Puede engendrar un daño cerebral, especialmente en los jóvenes y los no nacidos.

5 VALORACIÓN DE LOS RIESGOS EN SALUD

5.1 Introducción

La razón principal para realizar la evaluación en el lugar de trabajo, consiste en evaluar precisamente los riesgos de salud a los que están expuestos los trabajadores. Cuando los resultados no sean los indicados, se deben tener los siguientes requerimientos adicionales:

- Especificar los pasos para lograr el control adecuado.
- Identificar cualquier otra acción que se requiera.

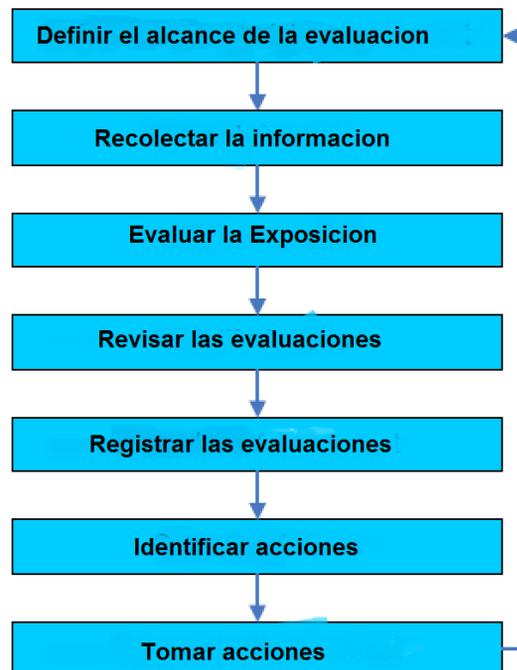
5.2 Riesgos y peligros

Cuando la empresa está realizando las evaluaciones de riesgo es muy importante tener total claridad de las diferencias que existen entre riesgo y peligro.

- El peligro es algo que puede causar daño pero no es controlable.
- La consecuencia es el daño resultado de un riesgo incontrolable.
- El riesgo es la combinación de la probabilidad de la consecuencia de lo que pudiera ocurrir y la severidad del riesgo presente.

5.3 Evaluación de riesgos en salud

El proceso de evaluación del riesgo a la salud puede ser descrito de forma general con el siguiente diagrama de flujo.



5.3.1 Definir el alcance de la evaluación

El primer paso es definir la actividad o proceso que será evaluado. Esto debe involucrar una o más actividades así como uno o más trabajadores en el momento de la evaluación. También es necesario evaluar los riesgos como parte de las diferentes valoraciones por realizar, por ejemplo: evaluaciones de riesgos sobre ruido se llevan de forma separada de las de riesgos químicos, ya que tienen enfoques muy diferentes. Sin embargo, cuando se evalúan los peligros químicos, como solventes, es frecuente valorarlos bajo una sola medición, dado que presentan propiedades similares y requieren de controles similares.

5.3.2 Recolectar la información

Una evaluación de riesgos en salud en el lugar de trabajo exige una apreciación del número de factores en el proceso de toma de decisiones, que se incluyen a continuación, y por lo tanto, un primer paso es que la información relativa a estos factores tiene que ser recogida con un significativo análisis:

- La naturaleza del proceso u operación; por ejemplo, si es producción continua o por bache, bajo techo o a la intemperie.
- Las sustancias usadas y producidas (químicas o biológicas), además de otros agentes (ruido, radiación) y factores presentes (ergonomía). Algunas sustancias deben ser nombradas con su nombre comercial y su composición debe ser entendida.
- También es muy importante recordar la exposición a agentes químicos industriales (inhalación, contacto dérmico) y tener en cuenta que algunos químicos se encuentran en concentraciones puras o mezcladas. Para los casos de mezcla es importante conocer su composición.
- La forma de presentación de las sustancias (gases, vapores, etc.) y contar con la información de dónde o en qué tareas se están utilizando.
- Es importante entender los efectos que pueden generar estos agentes/factores (químicos, físicos, biológicos, ergonómicos) en el cuerpo.
- Tener el pleno conocimiento de los tipos de trabajo que se llevan a cabo (por ejemplo: operador de mantenimiento, supervisor, laboratorista) y las herramientas de estos trabajos con alta exposición a agentes químicos, físicos o biológicos, o las

situaciones adversas que puedan ocurrir, como aspectos de ergonomía que contribuyen a la exposición.

- La exposición estimada y la relación con los límites de exposición deben haber sido consideradas.
- Los tipos de exposición ocupacional.
- Régimen o patrón de trabajo o turnos.
- Las recomendaciones de las buenas prácticas de trabajo o los controles de precaución (es el caso de los controles de ingeniería).
- La salud de los trabajadores: chequeo de si hay existencia de algún caso de enfermedad, accidente, incidente, reclamo o compensación por esto.
- Cualquier otra información relevante es necesaria. Por ejemplo, tomar observaciones, información, etc., para poder comparar las actividades “normales” con las prácticas o procedimientos establecidos.

La existencia de registro de sustancias, agentes no químicos (fuentes de ruido y radiación) y los tipos de trabajo pueden ser extremadamente útiles en el proceso de la evaluación.

La disponibilidad de las fuentes de información puede ser también considerada una ventaja, y se describen las siguientes:

- Hojas de seguridad MSDS de los materiales.
- Etiquetado del fabricante.
- Documentación de la ACGIH TLV's and BEI's.
- Otras publicaciones (nacionales, corporativas, asociación de marcas, técnicas o recursos no publicados).

5.3.3 Evaluar la exposición

Habiendo recolectado toda la información relevante, el estudio está listo para ser llevado a cabo. Esto implica realizar una observación detallada y un análisis profundo, por ejemplo, en relación con las prácticas de operación y las medidas de precaución ya adoptadas en una tarea específica, y donde fuera necesario, las medidas generales del ambiente (monitoreo de los trabajadores expuestos). Es importante indagar acerca de la existencia y aplicación del sistema de control de operaciones seguras y chequear su objetivo y efectividad desde el punto de vista de la protección de la salud.

Una evaluación debe ser “suficiente y adecuada”. Claramente, el estudio debe ser liderado por una “persona competente”, y este tipo de persona puede variar de un trabajo a otro. En algunos casos la participación de un higienista ocupacional de tiempo completo podría llegar a ser necesario, debido a la complejidad de la naturaleza del riesgo que va a ser investigado.

Un punto crítico que debe ser apreciado es que el término “evaluación” no es sinónimo de “medición o monitoreo” de exposición, sino que abarca consideraciones más amplias, como los factores revisados, así como las investigaciones de las tareas ya analizadas.

Por otro lado, los resultados de las mediciones de la exposición ocupacional a agentes químicos, físicos o biológicos en el lugar de trabajo podrían suministrar información importante para una observación general, en casos cuando el monitoreo detallado es innecesario o inapropiado.

Evaluación del puesto de trabajo

Podría ser necesario obtener alguna información sobre el monitoreo que se está realizando, particularmente de los niveles de exposición, como parte de una visión general de la evaluación de los riesgos de la salud. Donde el monitoreo del puesto de trabajo sea necesario, el objetivo es ayudar a garantizar la salud y protección de los trabajadores y la estrategia de muestreo del monitoreo debe ser adecuada según el tipo de estudio que se llevó a cabo. Esta estrategia de muestreo varía de un monitoreo inicial de una planta o de cierta operación, de cara a establecer la medición base, al monitoreo periódico del proceso, con revisión a intervalos, con el fin de establecer que las condiciones aceptables se mantienen.

5.3.4 Revisar las evaluaciones

Cuando las evaluaciones indiquen un riesgo a la salud, es necesario definir los pasos que deben seguirse para tener controles efectivos. Esta es la parte más importante e integral de la evaluación, la cual no puede ser completada sin el correcto direccionamiento.

5.3.5 Registrar las evaluaciones

Aunque las evaluaciones son importantes para una aproximación a la protección de la

salud de los trabajadores, son solo información limitada a menos que estén registradas con fecha y firma del asesor. La calidad de una evaluación puede mejorarse si la verificación de la información verbal corresponde a aspectos fundamentales de la evaluación que pueda ser documentada u obtenida de una forma u otra.

5.3.6 Tomar acciones

Es importante asegurar que las recomendaciones que surjan de las evaluaciones sean implementadas adecuadamente. Muchas evaluaciones tienen falencias con el control a la exposición, ya que no se implementaron las acciones correctivas.

5.3.7 Revisar los riesgos de las evaluaciones

Las evaluaciones iniciales no deben considerarse como las más relevantes. Las evaluaciones periódicas, como su nombre lo indica, deben repetirse regularmente y en cualquier evento debe sospecharse que la información ya no es válida.

Los siguientes son los factores que deberían desencadenar una evaluación futura de riesgos de salud:

Cambios significativos en:

- Las sustancias/agentes.
- La planta (por ejemplo, modificación de los controles de ingeniería).
- El proceso o método de trabajo.
- El volumen o ritmo de producción.

Resultados adversos en:

- Monitoreo de personal expuesto.
- Monitoreo de la condición de salud (como es el caso de audiometría, monitoreo biológico).
- Monitorio de procesos de control (emisiones fugitivas).

Casos de enfermedades laborales.

Nueva información de riesgos de la salud por agentes químicos, físicos o biológicos.

Cuando no existan cambios o resultados adversos conocidos, la nueva información que

se origine durante el periodo de la reevaluación debe depender de la naturaleza del riesgo, del trabajo y de un juicio sobre la probabilidad de cambios que se producen. En cualquier caso, se sugiere que todas las evaluaciones deben ser revisadas al menos cada dos años.

5.4 Sistemas expertos y control por bandas

Existen muchos sistemas expertos que han sido desarrollados para ayudar a los trabajadores a repetir las evaluaciones de riesgo. Estos sistemas son llamados “Control por bandas”, e incluyen los siguientes pasos:

Clasificación de los peligros: peligros característicos como frases de riesgos, OEL y descripción del peligro son usados para clasificar los materiales, de acuerdo con los grupos o bandas de riesgos.

Evaluación de una exposición potencial: se utilizan modelos simplificados para evaluar el nivel de exposición para realizar una tarea, sin llevar a cabo el monitoreo de exposición.

Selección de control aproximado: estos se seleccionan automáticamente utilizando reglas predeterminadas. Dependiendo del control por bandas y de los enfoques adoptados, las reglas y directrices se generarán y verificarán por un número significativo de higienistas ocupacionales calificados. El sistema de control aproximado se describe mediante la selección de un documento ya escrito y cargado en una biblioteca de orientación.

La caja de herramientas de la ILO es un ejemplo de una de las aproximaciones por control por bandas. Este paquete de herramientas es una programación basada en internet y puede ser consultada a través de la web de la ILO:

http://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm

(Consultada en febrero de 2010.)

La caja de herramientas de la ILO fue originalmente desarrollada por la organización británica COSHH Essentials y se puede consultar en este link:

<http://www.coshh-essentials.org.uk/> (Ingresada en febrero de 2010.)

6 MEDICIÓN DE CONTAMINANTES EN EL AIRE

6.1 Principios generales

Son tres los estados físicos de la materia:

- Gas
- Líquido
- Sólido

Todos los materiales pueden existir en los tres estados o en mezclas de ellos. Por ejemplo, una bebida fría puede contener agua como un líquido, pero también puede contener hielo (la forma sólida de agua) y el aire por encima de la bebida es un gas que contiene un poco de agua (conocido como vapor). Dependiendo de la sustancia de interés y del tipo de actividad que se realice, el material en cuestión estará presente en una forma diferente.

Vapor: estado gaseoso de una sustancia que es líquida a 25° C y 760 mm Hg (STP).

Niebla: partículas líquidas, las de gran tamaño se producen generalmente por burbujeo, salpicaduras o ebullición de un líquido.

Humo: partículas sólidas producidas por la condensación de un líquido o una reacción entre dos gases. El tamaño de la partícula de humo es inferior a 1 micra de diámetro.

Polvo: partículas de material sólido en el rango de 1 micra a 1 milímetro de diámetro. Cualquier partícula de un tamaño mayor es considerada como un grano y será demasiado pesada para permanecer en el aire.

Aerosol: término general para las dispersiones de partículas sólidas o líquidas de tamaño microscópico en un medio gaseoso, como son niebla, humo, etc., aunque se usa comúnmente como un término para pulverización fina de líquido (lata de aerosol).

Fibra: partícula sólida, larga y estrecha generalmente en una relación de dos veces su longitud por una de anchura.

La micra es una unidad de longitud que corresponde a una millonésima parte de un metro o una milésima parte de un milímetro.

6.1.1 Técnicas de muestreo

El requisito fundamental de cualquier técnica de medición es que debe ser apropiada para el propósito de la evaluación. Esto significa que debe proporcionar la información necesaria para las decisiones que se harán con base en la información generada.

Cuando hablamos de monitoreo nos estamos refiriendo al uso de técnicas validadas de aplicación en higiene ocupacional, para obtener una estimación cuantitativa de la exposición de los trabajadores a sustancias químicas peligrosas para la salud. Tradicionalmente, estos métodos se encuentran publicados por organizaciones de reconocido prestigio y tienen como propósito ofrecer un estándar normativo, orientativo y legal, dentro del marco de prevención de riesgos laborales de cada país (ejemplos de métodos de muestreo y análisis de referencia abarcan los NMAM de NIOSH en Estados Unidos, los MDHS del HSE del Reino Unido, los MTMA del INSHT de España, entre otros).

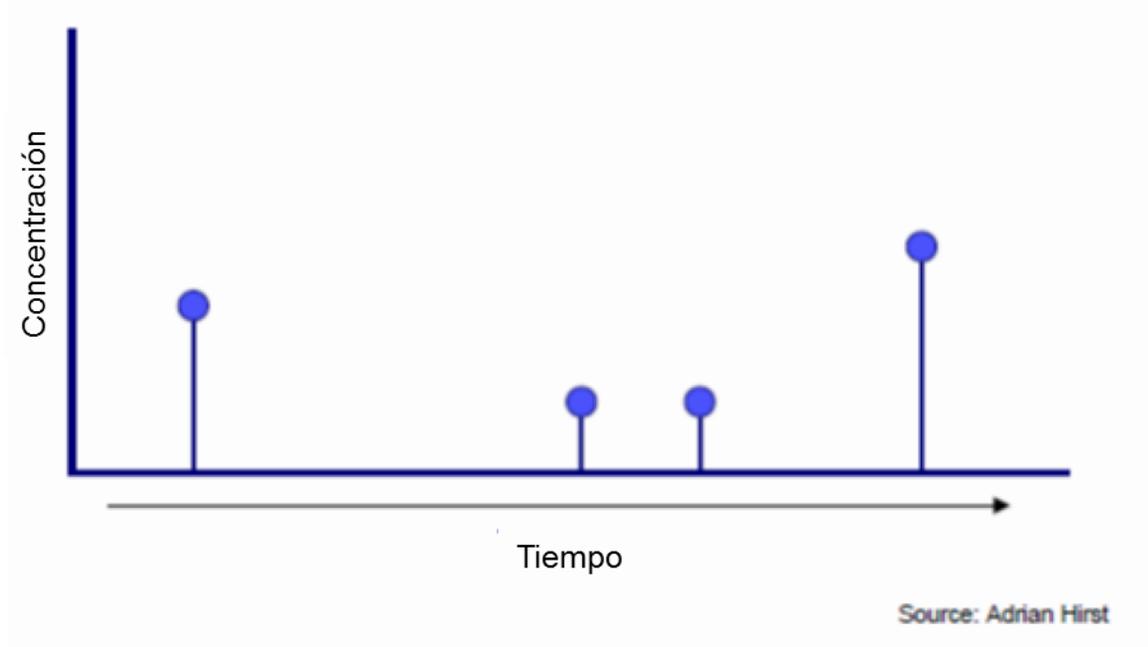
En el caso de la vigilancia de contaminantes en aire nos referimos a la toma de muestras periódicas o continuas de los agentes químicos en el lugar de trabajo, que por lo general requieren la medición en la zona de respiración del trabajador mediante muestreos personales. De igual forma, pueden realizarse mediciones estacionarias que si bien pueden ser limitadas al no considerar las exposiciones reales del trabajador, pueden proporcionar una orientación de la exposición potencial por fuentes contaminantes y la eficacia de medidas de control.

6.1.2 Tipos de muestreo

Existen cinco tipos principales de muestreo:

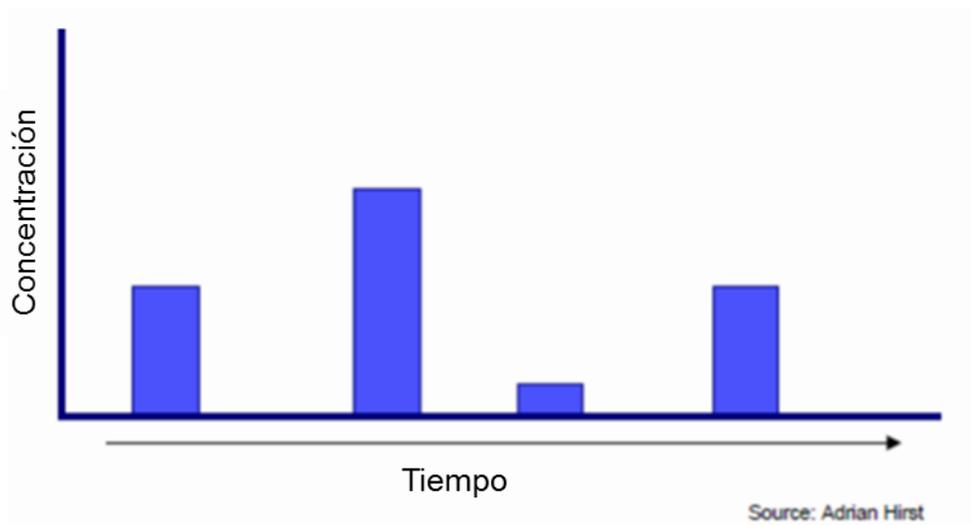
Al azar

El muestreo al azar corresponde a una estrategia en donde se proporciona la concentración de un contaminante en un tiempo y lugar específico, lo que permite confirmar o identificar la presencia de un presunto contaminante.



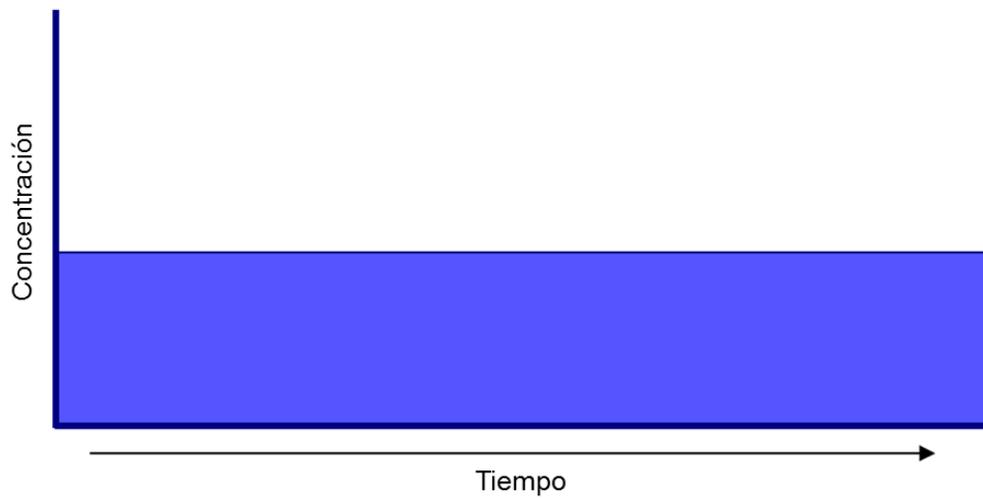
Corto plazo

El monitoreo a corto plazo permite determinar las concentraciones en un corto tiempo, generalmente entre 10 y 15 minutos. Los resultados se calculan normalmente como promedios en los periodos de corta duración y son comparados con los valores recomendados para exposiciones a corto término de contaminantes (STEL) que generan efectos agudos.



Largo plazo

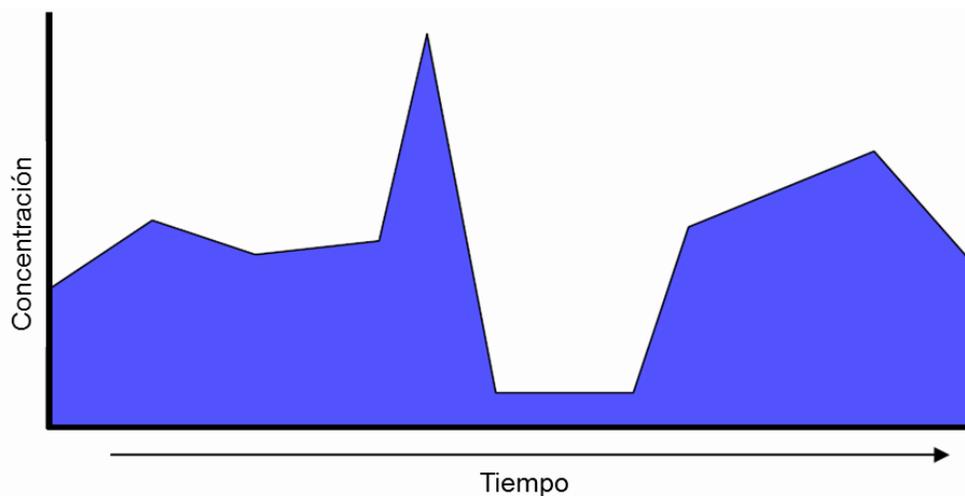
La evaluación a largo plazo se determina con el fin de establecer la exposición ponderada en el tiempo que será comparable con el valor de referencia de largo término, conocido como TWA. En estos casos no se espera una variación de los niveles de concentración del contaminante en el tiempo determinado.



Source: Adrian Hirst

Continuo

El muestreo continuo, a diferencia del muestreo a largo plazo, incluye variaciones de las concentraciones, en donde pueden incluirse periodos de corto plazo con altas exposiciones y periodos valle. Esta es la estrategia más utilizada para fines de comparación con valores ponderados en el tiempo de larga duración.



Bruto

En algunas circunstancias, las muestras en bruto de sustancias químicas pueden ser tomadas y analizadas con fines de identificación de, por ejemplo, contenidos de mezclas. Sin embargo, su uso no se extiende a valorar la exposición en aire del contaminante. El muestreo en bruto sirve para procesos de identificación de productos químicos.

Los tipos de muestreo descritos anteriormente y los límites de exposición citados en normativas de referencia, se basan en la suposición de que la inhalación es la principal vía de entrada al organismo. Sin embargo, la absorción dérmica, parenteral o digestiva también puede ocurrir, siendo el monitoreo biológico la única forma de determinar la exposición a contaminantes químicos en trabajadores. Por lo general, estos métodos miden la cantidad de una sustancia (o de uno o más de sus metabolitos) en fluidos corporales accesibles (sangre, orina o aire exhalado). Los detalles de estas técnicas de muestreo serán cubiertos en el capítulo 8 de este manual.

Las mediciones de sustancias químicas en un periodo de tiempo determinado sólo cuentan parte de la historia. Es necesario recordar que las concentraciones pueden variar tanto como las condiciones de trabajo. En este sentido resulta necesario controlar la variabilidad espacio-temporal de las exposiciones de los trabajadores seleccionando de modo apropiado las estrategias de muestreo que permitan obtener un dato confiable para la toma de decisiones.

Es preciso resaltar que siempre resultará necesario definir frente a qué estándar va a ser comparado el resultado, con el fin de elegir la mejor técnica de muestreo.

6.2 Equipo de medición

La elección de los equipos o dispositivos de medición depende de varios factores, que comprenden portabilidad, facilidad de uso, eficiencia del dispositivo, fiabilidad, tipo de análisis o información requerida, idoneidad para el propósito específico y dónde se hará la medición. El equipo de medición no debe afectar el rendimiento de los trabajadores, que debe ser cómodo de llevar y no debe inhibir su capacidad de funcionamiento. Tampoco debe ser un peligro para el trabajador o para la zona. Algunos equipos tendrán que ser intrínsecamente seguros en atmosferas con potencial de explosión.

Generalmente, un único equipo de medición no sirve para todos los propósitos de evaluación. La tendencia actual es la fabricación y desarrollo de equipos especiales para propósitos definidos, según el tipo o grupo de contaminantes.

6.3 Registros de medición

Los detalles de la medición realizada deben registrarse y conservarse. El registro debe indicar cuándo se hizo la medición, quién y dónde se ejecutó, los pormenores de los equipos utilizados, las operaciones en curso en el momento de la evaluación y los resultados obtenidos. En la mayoría de los países los registros de monitoreo deben estar disponibles para los empleados o sus representantes.

6.4 Medición de partículas en aire

6.4.1 Tamaño de partículas

La mayoría de los aerosoles contiene partículas de una amplia gama de tamaños.

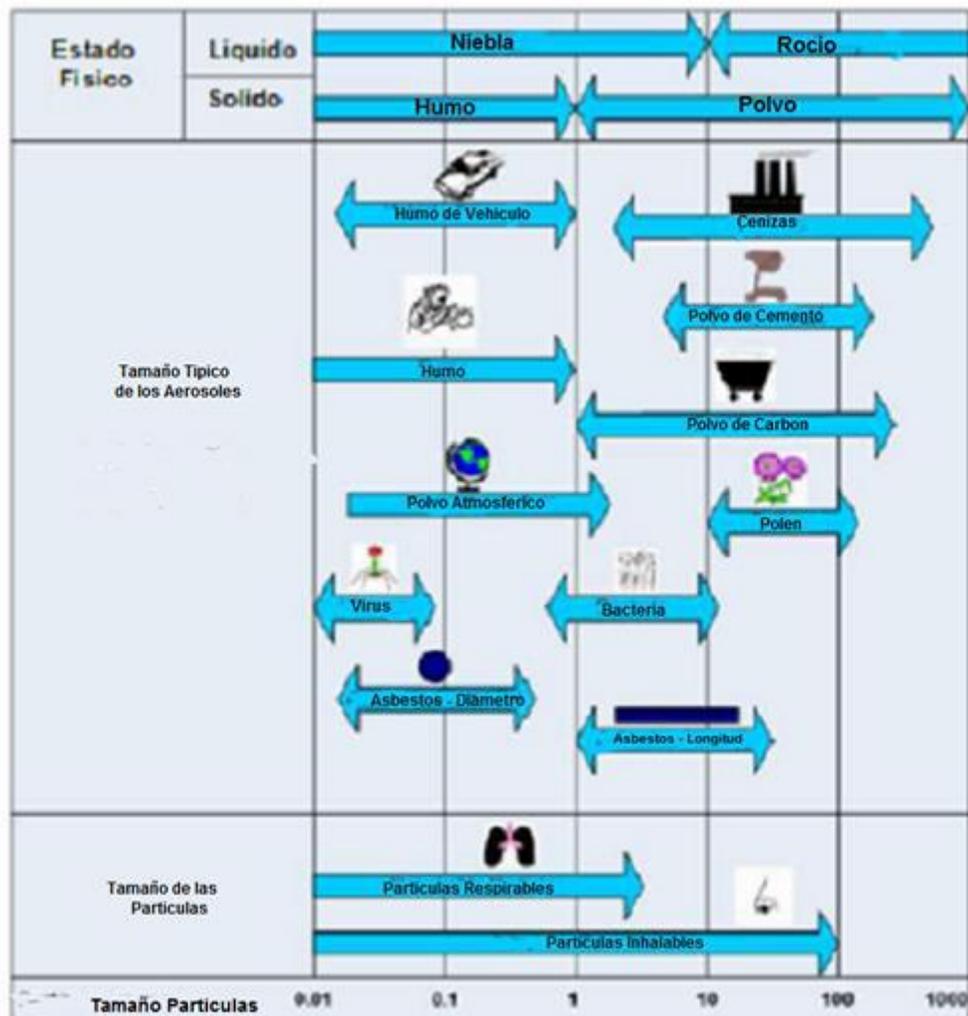


Figura 6.1 - Tamaños de partículas.

El comportamiento, la degradación y el destino de cualquier partícula después de la entrada al sistema respiratorio, así como la respuesta del cuerpo humano, dependen de la naturaleza del aerosol, en particular de su solubilidad y tamaño. En general existen dos fracciones de tamaño, que interesan a los higienistas ocupacionales, que se denominan inhalable total y respirable.

El polvo inhalable total es la fracción de material en el aire que entra en la nariz y la boca durante la respiración, y por lo tanto es responsable de la deposición en cualquier lugar del tracto respiratorio. Los tamaños de las partículas de polvo inhalable total son de hasta 100 micras.

Entre tanto el polvo respirable es la fracción que penetra en la zona de intercambio gaseoso, es decir, la región alveolar del pulmón. Los tamaños de las partículas de polvo respirable son de hasta 10 micras.

Es importante tener en cuenta que el comportamiento de las partículas depende de factores tales como la forma de las partículas y su densidad, la velocidad y dirección del viento, la frecuencia respiratoria y si la respiración es por la nariz o la boca. En la práctica, en una típica nube de polvo la proporción de partículas con un tamaño superior a 50 micras es muy poca.

6.4.2 Elementos de un sistema de medición

Al realizar la medición personal de partículas en aire, existen tres componentes principales del sistema que van a constituir el denominado "tren de muestreo". Estos son: la bomba de flujo constante, denominada también bomba de diafragma, el filtro de captura del contaminante y la cabeza de muestreo. La bomba se utiliza para introducir el aire en la cabeza de muestreo y recoger las partículas en un filtro.



Fuente: SKC Limited. **Figura 6.2 - Elementos de un sistema de muestreo.**

La bomba es un dispositivo alimentado por baterías que es portado por el trabajador. Esta debe ser capaz de funcionar a un ritmo de flujo constante (típicamente entre 1 y 2,5 litros por minuto) durante períodos prolongados de hasta 8 horas. La calibración de la bomba y el tiempo de medición nos permiten calcular el volumen de aire que está siendo tomado.

Los filtros tienen que tener la capacidad de recoger todo el material particulado que se deposita en ellos y al mismo tiempo deben ser compatibles con cualquier técnica de análisis requerida. Habitualmente, estos son filtros de fibra de vidrio y filtros de membranas. Cuando el análisis es para polvo, se utilizan filtros de fibra de vidrio o de cloruro de polivinilo. Los filtros se deben pesar antes y después de su uso con el fin de determinar el cambio de peso, a esto se le denomina diferencia gravimétrica. El cambio de peso de los filtros en función de la velocidad de flujo y el tiempo de medición es el que permite calcular la concentración, tal como se amplía en la siguiente ecuación.

$$\text{Concentracion (mg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Diferencia en masa (mg)} * 1000}{\text{Caudal (lpm)} * \text{Tiempo (minutos)}}$$

Nota explicativa: es necesario pasar el volumen de la muestra de litros a M3; por esa razón se observa el múltiplo 1000 en el numerador.

La fórmula anterior también se puede expresar como:

$$\text{Concentracion (mg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Diferencia en masa (ug)}}{\text{Caudal (lpm)} * \text{Tiempo (minutos)}}$$

Donde la diferencia gravimétrica se expresa en microgramos .

La cabeza de muestreo permite que el filtro se instale en la posición correcta, y también puede actuar como un separador de tamaño de partículas. El polvo inhalable se mide típicamente usando una cabeza de muestreo tipo IOM o casetes de poliestireno. Entre tanto, para el polvo respirable se utilizan ciclones pre-selector, que eliminan las partículas más grandes antes de que alcancen el filtro.



Fuente: SKC Limited.

Figura 6.3 - Cabeza de muestreo de polvo inhalable, OIM (izquierda), y ciclón respirable (derecha).

6.5 Medición de gases y vapores

6.5.1 Equipo de medición

La mayoría de las mediciones en aire de gases y vapores se efectúan a partir de métodos activos, es decir, por medio de bombas de diafragma. En este caso, el aire pasa a través de un material filtrante o adsorbente a un caudal determinado, durante un período definido. Para algunos gases y vapores se han desarrollado métodos "pasivos", en donde no son necesarias bombas personales, dado que los medios funcionan bajo el principio de difusión de aire a través de una membrana permeable, por el que el gas o vapor pasa a un adsorbente sólido para su posterior análisis.

Los principales tipos de equipos que se pueden utilizar para los cuatro principales técnicas de muestreo se resumen en las siguientes tablas, con una breve sinopsis de sus modos de funcionamiento y principales ventajas y desventajas. Sin embargo, las listas no son exhaustivas, ya que hay muchos tipos diferentes de muestreos, según la naturaleza del contaminante y la tarea desarrollada.

Cuando se toman muestras de vapor, hay que recordar que la cantidad de vapor que se desprende de un líquido es en esencia una función del punto de ebullición de los líquidos. Si una sustancia se evapora fácilmente, se denomina por lo general "volátil". Cuanto menor sea el punto de ebullición de una sustancia, se produce más vapor.

Sin embargo, el peso molecular y la estructura de la sustancia también están involucrados. Otros factores que pueden afectar la producción/cantidad de vapor, contienen:

1. Área superficial.
2. Movimiento del aire, agitación y salpicaduras.
3. Temperatura.

Equipo empleado para tomar muestras al azar

Equipo	Modo de operación	Ventajas	Desventajas
Tubos Colorimétricos	Reacción química que produce cambio de color.	Resultado inmediato y fácil de usar.	No muy preciso, ni específico.
Bolsas o contenedores muestreadores de gas	Las bombas son usadas hasta llenar una bolsa o contenedor con el gas.	Simple, ligero y barato.	Pérdidas del gas; no estimación de la concentración en el tiempo.
Cintas de papel, filtros impregnados	El aire pasa a través de un papel impregnado con un químico que produce una reacción de color.	Lectura directa.	No son específicos.
Sensores electroquímicos	La sustancia interactúa con una célula electroquímica.	Lectura directa, simple, ligera.	Costosos, requieren calibración. No son específicos.

Equipo utilizado para la toma de muestras de corto y largo plazo

Equipo	Modo de operación	Ventajas	Desventajas
Bombas de muestreo con sólidos adsorbentes	El aire pasa a través de un medio adsorbente que recoge la muestra de interés.	Precisión y exactitud.	Necesitan complejos análisis y los resultados no son al instante.
Monitores pasivos	El contaminante se retiene bajo el principio de difusión por una membrana a una superficie de carbón activo.	Pequeños, robustos, económicos.	Pueden requerir validación para determinadas condiciones de campo. Necesitan análisis complejos y los resultados no son al instante.
Burbujeadores/ <i>Impigners</i>	El aire pasa a través de un líquido solvente o reactivo.	La solución obtenida puede ser analizada directamente.	Pueden ocurrir pérdidas.

El equipo utilizado para el muestreo continuo

Equipo	Modo de operación	Ventajas	Desventajas
Ionización de llama	Combustión de orgánicos en el aire, analizados por electrodos y convertidos en una señal de voltaje.	Portátil.	Rango limitado de contaminantes.
Infrarrojo	Absorción de radiación IR.	Semiportátil; limitado en los compuestos que puede detectar.	Pesado; no existen equipos intrínsecamente seguros.
Ultravioleta	Absorbancia de ultravioleta.	Portátil.	Interferencias, calibración.

6.5.2 Métodos de muestreo

En el momento de conducir una evaluación se deben considerar varios factores, como el sitio de medición, la duración de medida, los procesos que intervienen y los posibles contaminantes que serán monitoreados. El trabajo realizado en esta fase de planeación

minimiza la cantidad de mediciones necesarias y optimiza el valor de los resultados obtenidos, puesto que se disminuye el sesgo potencial del juicio de valor al establecer la estrategia de evaluación. El tipo de método analítico utilizado y los criterios con los que las evaluaciones van a ser conducidas deben siempre tenerse en cuenta.

Tal como se indicó con anterioridad, deben utilizarse métodos de toma de muestra y análisis validados por autoridades, como los publicados por el HSE del Reino Unido, conocidos como Métodos para la Determinación de Sustancias Peligrosas (MDHS), o los recomendados por el NIOSH en su manual de métodos analíticos (NMAM).

Los métodos de muestreo y análisis incluyen todas las instrucciones que deben considerarse en el momento de desarrollar una medición, bien sean las tasas de flujo de la bomba de muestreo, los tiempos de calibración y los medios de captación de contaminantes (por ejemplo, sólidos adsorbentes, filtros de PVC, etc.). Las consideraciones establecidas en los referentes deben cumplirse estrictamente para que los métodos de medición sean válidos.

De forma complementaria se deben tener en cuenta:

La cantidad de material necesario

- El analista debe contar con material suficiente para garantizar un resultado representativo, con un adecuado nivel de precisión.
- Se recomienda siempre consultar al analista antes de recoger muestras para determinar la cantidad requerida, el embalaje, el transporte, el almacenamiento, etc.

Manipulación de la muestra

La manipulación y transporte inadecuados de químicos muestreados pueden dar lugar a pérdidas o contaminación. Los factores de influencia abarcan el tipo de envase utilizado, los requisitos para almacenar a temperaturas más bajas y las limitaciones respecto a la influencia de radiación solar. Las recomendaciones generalmente se pueden obtener del mismo laboratorio que procesa las muestras.

6.5.3 Muestreo estacionario

El muestreo estacionario es útil para proporcionar información sobre la contaminación de las fuentes y la eficacia de las medidas de control, como es el caso de los sistemas de

ventilación local exhaustiva. También se usan dispositivos de medición similares a los mencionados, pero que manejan tasas de flujo más altas. En este aspecto, debe tenerse especial atención en la interpretación de resultados, porque generalmente ofrecen información complementaria a la de exposición ocupacional, la cual no siempre es la misma que el monitoreo estacionario.

6.6 Estrategias de muestreo

En primer lugar, se deben definir las razones por las cuales se va a conducir un monitoreo ambiental y si esta evaluación es representativa de la exposición. Si bien la medición de la exposición ocupacional a nivel personal es la más importante para el higienista ocupacional, existen otras razones para abordar una estrategia de muestreo distinta.

6.6.1 Identificación de contaminantes

La identificación de contaminantes en aire requiere una técnica que recoja una muestra representativa. La técnica en sí es probable que sea similar a las ya descritas, aunque pueden ser necesarias algunas modificaciones para asegurar que se recoja suficiente muestra para que sea detectable analíticamente.

6.6.2 Fugas y derrames

Para los casos de fugas y derrames se requieren instrumentos que permitan una lectura continua con una respuesta rápida. Este tipo de equipos se emplea normalmente para la detección de gases inflamables y de atmósferas potencialmente deficientes de oxígeno. Asimismo, los gases con riesgos agudos para la salud, como el sulfuro de hidrógeno, debe monitorearse de esta manera. El tipo de equipo puede ser portátil o fijo.

6.6.3 Evaluación de la eficacia de las medidas de control

Esta evaluación se lleva a cabo normalmente mediante el empleo de dispositivos de muestreo de posición fija, que proporcionan en tiempo real las concentraciones medias del contaminante. El muestreo puede ser repetido periódicamente para la intercomparación de resultados. Es necesario monitorear la reproductibilidad de la medida con el fin de asegurar que las condiciones de trabajo son las mismas en cada ejercicio de medición.

6.7 Métodos de análisis

Existen numerosas técnicas analíticas disponibles para la determinación de contaminantes químicos. Sin embargo, es preciso comentar que no todas las técnicas son adecuadas para todos los contaminantes, aun cuando la mayoría de los grupos químicos puede ser analizada por métodos similares. Los métodos más comunes se presentan a continuación:

6.7.1 Vapores orgánicos

Estos son los contaminantes que más se encuentran en la industria, utilizados en diversas pinturas, revestimientos y productos de limpieza. Normalmente se muestrean a través de la recolección sobre un tubo sorbente y luego son expulsados, ya sea por calentamiento o por purga directa en un cromatógrafo de gases (GC), y se completa con un sistema de detección de ionización de llama (FID), o por desorción en un disolvente y la posterior inyección de alícuotas de la fase líquida a un GC.

6.7.2 Gases inorgánicos

Para los gases inorgánicos se requieren técnicas distintas, según la naturaleza del contaminante. Mientras que algunos pueden ser analizados por métodos de cromatografía de gases por conductividad térmica, otros necesitan técnicas fotométricas, infrarrojas, o quimioluminiscencia. En la práctica, a menudo es más fácil medir gases inorgánicos utilizando dispositivos de lectura directa que no requieren análisis.

6.7.3 Material particulado orgánico

Los hidrocarburos policíclicos aromáticos (PCA) son analizados por cromatografía líquida de alta presión (HPLC) y otros, como las neblinas de aceite, se pueden analizar gravimétricamente o cualitativamente por técnicas infra-rojas (IR) o ultravioletas (UV).

6.7.4 Metales y sus compuestos

Los metales se analizan por espectroscopia de absorción atómica (AA) o de inductividad acoplada en plasma (ICP).

6.7.5 Polvos minerales

En estos casos las fibras de asbesto se pueden analizar mediante microscopia, mientras que la sílice cristalina puede ser analizada por difracción de rayos X para su determinación cualitativa.

6.7.6 Calibración y control de calidad

Con el fin de lograr resultados fiables de las muestras recogidas, estas solo deben ser analizadas por organizaciones que cuenten con sistemas internos de control de calidad adecuados. Además, deben participar en programas adecuados de ensayos externos de aptitud. En muchos países el desempeño de los laboratorios de ensayo puede ser evaluado de forma independiente por un organismo de acreditación independiente, como el UKAS (Reino Unido), la NATA (Australia) o la AIHA (Estados Unidos).

7 NORMAS DE HIGIENE Y LÍMITES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

7.1 Introducción

Hemos visto que la mayoría de los agentes químicos y físicos encontrados hoy en la industria son potencialmente perjudiciales si no son manejados correctamente o si están presentes en cantidades excesivas en el entorno laboral. El objetivo del trabajo de la higiene es prevenir o reducir la exposición a dichos agentes.

Los estándares de higiene o límites de exposición ocupacional (LEO) son medidas útiles con las que la exposición a los agentes químicos y físicos en el ambiente de trabajo pueden ser comparadas. Hay algunos puntos clave acerca de los estándares de higiene, a saber:

- No son un índice de toxicidad.
- No representan una demarcación entre lo bueno y lo malo.
- Se basan en la actual y mejor información disponible y son cambiantes.
- Si no hay un estándar de higiene fijado para una sustancia química, no significa que dicha sustancia sea segura.
- Las buenas prácticas de higiene en el trabajo consisten en mantener a los contaminantes aerotransportados en un nivel tan bajo como sea posible, y no solamente bajo los límites de exposición ocupacional (LEO).
- Se aplican a la exposición laboral de los adultos. No son aplicables a la exposición del medio ambiente donde existen grupos más susceptibles, como por ejemplo, mujeres embarazadas, niños, personas enfermas.
- Para los productos químicos se relacionan generalmente con la concentración en el aire, es decir, que sólo tienen en cuenta las vías respiratorias como entrada.
- Por lo general, se refieren a sustancias individuales, aunque en algunas ocasiones se puede hacer referencia a exposiciones de sustancias mixtas.

7.2 Ajuste de estándares de higiene y límites de exposición

Hay tres tipos principales de estándares de higiene: los agentes químicos, tales como gases, vapores, humos, nieblas, polvos y aerosoles; los agentes físicos, ruido, vibración, calor, frío y radiación (ionizante y no ionizante), y los índices de exposición biológicos.

Cuando se establecen estándares de higiene para los agentes peligrosos, se consideran los efectos que éstos podrían tener en el cuerpo. Por tal razón, se deben considerar los

siguientes aspectos:

- Tipo de contacto.
- Efectos tóxicos según el lugar de contacto (piel, ojos, vías respiratorias, entre otros).
- Absorción.
- Transporte, metabolismo, almacenamiento.
- Efectos tóxicos sistémicos, alejados del lugar de contacto directo (cualquiera de los órganos, sangre, huesos, sistema nervioso, riñones, etc.).
- La excreción.
- Toxicidad aguda, es decir, los efectos adversos que se producen en un corto tiempo de exposición a una sola dosis o por múltiples dosis en un periodo de 24 horas o menos. Por ejemplo, irritación, asfixia, narcosis.
- Toxicidad crónica, es decir, los efectos adversos que se producen como resultado de una repetida exposición diaria durante un período largo (semanas, años), como es el caso de la afectación de órganos por venenos, la fibrosis pulmonar (carcinógenos) y la pérdida de audición inducida por ruido.

Los datos para el establecimiento de estándares de higiene incluye el uso de:

- Estudios en animales.
- Investigación en humanos y experiencia.
- Epidemiología (estudio estadístico de los patrones de enfermedad en grupos de individuos).
- Analogías.

También hay variables biológicas de personas o animales que hacen reaccionar de manera diferente a la misma dosis de un agente químico o físico (hipersensible o resistencia), por lo que la relación “dosis/respuesta” debe ser estimada.

7.3 Estándares de higiene para agentes químicos

Solo unos pocos países cuentan con organizaciones y equipos apropiados para determinar y mantener en examen permanente de los límites de la exposición ocupacional a agentes químicos. La mayoría de los países han basado sus criterios de orientación en uno de los siguientes conjuntos de límites de exposición laboral:

Límite	País
TLV - Threshold Limit Value (valor límite umbral)	USA
MAK - Maximale Arbeitsplatz-Konzentration (valor límite umbral)	Alemania
MAC - Concentración Máxima Permisible	Rusia
WEL – Workplace Exposure Limit (límite de exposición laboral)	Reino Unido
IOELVs (Indicative Occupational Exposure Limit Value) (valor límite indicativo de exposición laboral)	Europa
OES – Occupational Exposure Standards (estándar de exposición ocupacional)	Australia
WES – Workplace Exposure Standards (estándar de exposición laboral)	Nueva Zelanda

7.3.1 Cuantificación de concentraciones de agentes químicos

Los contaminantes en el aire se pueden cuantificar de varias maneras y se relacionan con los siguientes parámetros:

- Por volumen: concentración atmosférica en partes por millón (ppm).
- Por peso: miligramos de sustancia por metro cúbico de aire (mg/m³).

Existe una correlación entre ppm y mg.m⁻³:

$$\text{Concentración en peso (mg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Concentración por volumen (ppm)} \times \text{peso molecular}}{24.06}$$

a 20° C y 760 mm Hg (1 atmósfera de presión)

- Para fibras: fibras por mililitro de aire (fibras/ml).

7.3.2 Las categorías de los límites de exposición

El límite de exposición a largo plazo se expresa como una media ponderada, *Time-Weighted Average* (TWA), normalmente durante un período de ocho horas. Esto permite que las exposiciones puedan variar a través del día de trabajo, siempre que el promedio de exposición no exceda el límite.

El límite de exposición de corto plazo, *Short-Term Exposure Limit* (STEL), se utiliza habitualmente cuando se produce la exposición por tiempos cortos. Periodos que no exceden 15 minutos.

Los límites techo (*Ceiling*) a veces se usan para concentraciones que no deben ser superadas en ningún momento de la jornada de trabajo.

7.3.3 Notación "Piel" (vía dérmica)

La notación "Piel" se otorga a las sustancias que por exposición pueden provocar un efecto por vía cutánea (incluyendo membranas mucosas y ojos), sean transmitidas por aire o por contacto directo con la piel. Los límites de exposición para este tipo de sustancias sólo se relacionan con la exposición a través de la inhalación; no se tiene en cuenta la absorción a través del contacto con la piel.

7.3.4 Efectos de la exposición múltiple

Cuando se producen exposiciones a sustancias mixtas, el primer paso es asegurar un adecuado control de exposición para cada sustancia de forma individual. Los límites de exposición del lugar de trabajo, *Workplace Exposure Limits* (WELS), para mezclas definidas deben ser empleados únicamente cuando sean aplicables a sustancias con WELS conocidos. No deben aplicarse a sustancias desconocidas. Por ello, es necesario evaluar si se necesitan más controles para neutralizar cualquier aumento del riesgo de las sustancias que actúan en conjunto. Las evaluaciones de expertos para algunas exposiciones mixtas particulares pueden estar disponibles y pueden ser utilizadas como directrices en casos similares. En otros casos, un examen minucioso de los datos toxicológicos será necesario para determinar cuál de los principales tipos de interacción

(si los hay) se genera; los diversos tipos deben ser considerados en el orden siguiente:

Sustancias sinérgicas: representan los casos menos comunes en exposiciones mixtas. Sin embargo, son las que producen efectos más graves y requieren del control más estricto. Son también las más difíciles de evaluar y dondequiera que haya razón para sospechar de tales interacciones, se debe obtener el asesoramiento de especialistas.

Sustancias aditivas: el efecto total está compuesto por cada una de las derivaciones individuales, donde los WELS se basan en las consecuencias para la salud. La exposición mixta debe ser evaluada por medio de la fórmula:

$$\frac{C1}{L1} + \frac{C2}{L2} + \frac{C3}{L3} \dots < 1$$

donde C1, C2, etc. son las concentraciones en el aire promedio ponderado en el tiempo (TWA) y L1, L2, etc. son los WELS correspondientes.

Cuando la suma de las fracciones C y L no excede de 1, la exposición se considera que no se excede el límite de exposición ocupacional. El uso de esta fórmula sólo es aplicable cuando L1, L2, etc., se relacionan con el mismo período de referencia en la lista de WELS aprobados. Esta fórmula no es aplicable cuando el principal efecto para la salud es cáncer o afecciones respiratorias. Para las mezclas que contengan estas sustancias se debe prioritariamente disminuir la exposición a la menor medida posible.

Sustancias independientes: donde se considera probable o se sabe que no hay efectos sinérgicos o aditivos y las medidas necesarias para lograr un control adecuado para cada componente se hace de forma independiente y por separado. Los controles necesarios para mezclas serán los de componentes que requieren mayor nivel de detalle.

7.3.5 Cálculo de la exposición en relación con los períodos de referencia especificados

El período de referencia de 8 horas

El término "período de referencia de 8 horas" es el procedimiento mediante el cual las exposiciones laborales en un período de 24 horas se tratan como equivalente a una

exposición uniforme única para 8 horas (el promedio de tiempo ponderado de exposición por 8 horas, *Time-Weighted Average*, TWA).

El TWA de 8 horas puede ser representado matemáticamente por:

$$\frac{C1 \times T1 + C2 \times T2 + \dots + Cn \times Tn}{8}$$

Donde C1 es la exposición ocupacional y T1 es el tiempo de exposición asociado en horas por cada período de 24 horas.

Ejemplo 1:

Un operario trabaja 7h 20min en un proceso en el que se expone a una sustancia peligrosa para la salud. La exposición promedio durante ese período medido es de 0,12 mg.m⁻³.

Por tanto, el TWA de 8 horas es:

7h 20min (7.33 h) a 0.12 mg.m⁻³

40min (0,67H) a 0 mg.m⁻³

Esto es:

$$\frac{(0.12 \times 7.33) + (0 \times 0.67)}{8} = 0.11 \text{ mg.m}^{-3}$$

El período de referencia de corto plazo

El "corto plazo" debe ser registrado como el promedio de la exposición en un período de referencia (por lo general de 15 minutos) y normalmente debe ser determinado por muestreo durante ese tiempo.

Si el período de exposición es menor a 15 minutos, el resultado del muestreo debe ser promediado sobre 15 minutos. Por ejemplo, si una muestra de 5 minutos produce un nivel de 150 ppm y es seguido inmediatamente por un período de exposición de cero, entonces el promedio de exposición de 15 minutos será de 50 ppm.

Esto es:

$$\frac{5 \times 150}{15} = 50 \text{ ppm}$$

Exposición por períodos de 15 minutos o más

Las mediciones se efectuarán durante un período de 15 minutos y el resultado será la exposición media obtenida durante los 15 minutos. Medidas para períodos mayores de 15 minutos no deben ser aplicadas para calcular un promedio de exposición de 15 minutos, pero si la exposición media durante el período más largo de la exposición excede los 15 minutos, entonces ese límite debe superar el esperado para 15 minutos.

7.4 Valores guía de monitoreo biológico

El monitoreo biológico puede ser una técnica complementaria muy útil cuando las técnicas de muestreo de aire por sí solas no pueden dar una indicación confiable de la exposición.

El monitoreo biológico es la medición y evaluación de sustancias peligrosas o de sus metabolismos en los tejidos, los excrementos o el aire expirado por los trabajadores expuestos. Las mediciones reflejan la absorción de una sustancia por todas las vías. El control biológico puede ser particularmente útil en circunstancias en las que hay probable absorción significativa de la piel o del tracto gastrointestinal después de la ingestión. En este punto, el control de la exposición depende de los equipos de protección de las vías respiratorias y si hay una relación bien definida entre el monitoreo biológico y su efecto. Asimismo, el control depende de si se tiene información sobre dosis acumulada y órganos dañados con relación a la toxicidad.

En la mayoría de los casos los límites de monitoreo biológico no están normalizados, y cualquier monitoreo biológico llevado a cabo debe hacerse de forma voluntaria (es decir, con el consentimiento plenamente informado de todos los interesados). Los valores guía de monitoreo biológico (BMGV) son destinados a ser utilizados como herramientas para que el empleador cumpla el deber primario de garantizar un adecuado control de la exposición. Cuando se excede un BMGV no significa necesariamente que se producirán daños a la salud de los trabajadores, pero sí se debe dar una orientación sobre las medidas de control y prácticas de trabajo que es necesario implementar. También hay que señalar que los BMGV no son una alternativa o sustituto para los límites de exposición en el trabajo.

8 MONITOREO BIOLÓGICO Y VIGILANCIA A LA SALUD

La vigilancia a la salud es un término genérico que incluye cualquier procedimiento realizado para evaluar, revisar o monitorear la salud de un individuo con el fin de identificar o detectar cualquier cambio significativo de la normalidad. Hay tres razones para la vigilancia de la salud en el trabajo:

- Asegurarse de que los efectos adversos a la salud relacionados con el trabajo se están identificando en estadios tempranos; algunas veces es estatutario, como sucede en el Reino Unido en relación al trabajo con plomo.
- Asegurar un adecuado estado físico para tareas específicas como bucear o combatir incendios.
- Para promover la salud en general.

La decisión de ejecutar actividades de vigilancia a la salud depende de los hallazgos de una evaluación de riesgo para la salud y esta debe hacerse solamente cuando la exposición puede generar un efecto adverso en la salud u ocasionar enfermedad, y cuando hay técnicas validadas para detectar el efecto o la enfermedad.

Los propósitos de la vigilancia a la salud son:

- Mantener la buena salud a través de la detección temprana de efectos adversos atribuidos a la exposición.
- Participar en la evaluación de la efectividad de las medidas de control.
- Recolectar datos relevantes para la detección y evaluación de peligros para la salud.

Las técnicas de vigilancia a la salud deben ser altamente sensibles y específicas en su habilidad de detectar efectos en una etapa temprana, cuando aún son reversibles. Estas técnicas deben ser seguras, preferiblemente no invasivas y aceptables para el empleado. El costo es también un aspecto por considerar.

Los resultados de la vigilancia deben llevar a acciones que beneficien la salud de los empleados y los métodos de recolección y análisis de resultados y criterios de acción deben ser establecidos antes de iniciar.

El monitoreo biológico es una parte integral de la vigilancia, el cual corresponde a la medición de tejidos humanos, fluidos o comportamientos en comparación con lo que es considerado como normal dentro de un rango de valores. Las mediciones de los individuos deben ser tratadas como mediciones realizadas en la práctica clínica, por lo cual aplica la confidencialidad médica.

En contraste con el monitoreo ambiental, el monitoreo biológico puede establecer no solo la exposición a un peligro en particular, sino también su efecto en un individuo o grupo de personas. Por ejemplo, el monitoreo de dosis personal puede dar un buen indicio de exposición a polvo o vapores tóxicos, pero no puede demostrar su efecto en el individuo, considerando su tasa de trabajo, eficiencia de la circulación pulmonar, estado físico, edad, variabilidad genética, porcentaje de grasa corporal, género, medicamentos, alcohol, factores que influyen en la cantidad absorbida y como ésta es luego metabolizada.

Los riesgos de una sustancia tóxica para un trabajador se relacionan más de manera directa con la absorción que con su concentración en el ambiente de trabajo. Puede haber un factor de cuatro o más de diferencia en la absorción para diferentes personas bajo las mismas condiciones, lo cual justifica el monitoreo biológico. El momento del monitoreo va a depender de la absorción esperada, del metabolismo y de los rangos de eliminación, y del conocimiento de la vida media de la sustancia en cuestión. Los resultados promedio de las mediciones de varios individuos de un grupo proveen un mejor índice de exposición que mediciones aisladas.

El uso de técnicas exactas de muestreo, análisis y control de calidad permite que el monitoreo biológico presente individuos susceptibles o grados de absorción aceptables para grupos con elevada exposición que no han sido captados por el monitoreo ambiental. Para mejores resultados, las dos formas de monitoreo deben realizarse paralelamente.

Las mediciones biológicas pueden determinar:

- La sustancia tóxica o su metabolito en sangre, orina y aire exhalado (en el caso del arsénico, pelo y uñas).

- Su efecto en sistemas enzimáticos o rutas metabólicas. Ejemplo: la síntesis del grupo hemo es interferida por la exposición a plomo y evaluada por el nivel urinario de ALA (ácido aminolevulinico).
- Cambios tisulares tempranos reversibles (gama glutamil transpeptidasa).
- Cambios fisiológicos (pruebas de función pulmonar).
- Cambios inmunológicos (pruebas de alergia).

La orina y la sangre son los elementos más comúnmente evaluados para medir niveles de una sustancia tóxica o su metabolito, lo que brinda un criterio de absorción particular para cada sustancia. Sucede cuando se halla cadmio en la orina, dado que denota absorción corporal de cadmio, pero proteínas identificadas en la orina (que no son constituyentes normales de la misma) pueden indicar daño renal.

8.1 Orina

La orina puede ser evaluada para una amplia variedad de propósitos:

- Presencia de células, cáncer de vejiga.
- Niveles de un toxico. Por ejemplo, el mercurio.
- Niveles de un metabolito. Por ejemplo, el ácido tricarbóxico.
- Presencia de proteínas (indicador de daño renal).
- Presencia de bilis (ictericia).
- Presencia de azúcar (diabetes), relevante para trabajo por turnos o conducción de vehículos de servicio público.

8.2 Sangre

Así como la orina, la sangre puede ser analizada para detectar un amplio rango de sustancias que pueden indicar alteraciones en la salud o el grado particular de una sustancia o metabolito.

- Cuadro hemático y hemoglobina. Usado por exposición a plomo, benceno, alcohol o trabajo en el trópico.
- Suero. Línea de base de anticuerpos en caso de exposición a patógenos.
- Pruebas de función hepática. Útiles para la evaluación de exposición a alcohol o productos hepatotóxicos.

- Pruebas de función renal. Evaluación de nefrotoxinas.
- Niveles de una sustancia tóxica, por ejemplo, plomo.
- Niveles de metabolito. Como es el caso del ALA.

8.3 Piel

Aspecto: en conjunto con el conocimiento de la sustancia y la historia del individuo, especialmente en caso de irritantes.

Test de alergias: una solución estandarizada de una sustancia se introduce de forma subcutánea con una jeringuilla. Un resultado positivo es la presencia de un habón de 1 mm o más, a veces con rasquiña y enrojecimiento después de 5 minutos de aplicado el test. Es utilizado para monitorear reacciones inmunológicas a algunos alérgenos respiratorios, como enzimas utilizadas en detergentes biológicos, o caspa de animales, para quienes trabajan evaluando animales de laboratorio. Estos exámenes también se utilizan para diagnosticar urticaria de contacto. Las pruebas de alergia pueden usarse de manera segura como valoración previa al trabajo, cuando se quieren evaluar respuestas estándar para alérgenos como polen, piel de animal y alérgenos del polvo doméstico.

8.4 Aire exhalado

Por ejemplo, para la evaluación de exposición a diclorometano y monóxido de carbono.

8.5 Visión

El test de agudeza (Snellen y Keystone) se puede aplicar en la industria del transporte. Por ejemplo, a conductores de camiones, pilotos, etc.

El test de ceguera de colores (Ishihara) es aplicable en trabajos donde la discriminación de colores es necesaria, como en transporte, marina mercante, aviación civil y microscopía (análisis de fibras de asbesto).

8.6 Rayos X

Los rayos X de tórax son útiles para condiciones como infecciones. Por ejemplo: tuberculosis, pulmón de granjero o neumoconiosis. También se efectúan cada dos años para trabajadores de asbesto.

Los rayos X de tórax para neumoconiosis se catalogan con el sistema internacional de clasificación de la OIT, el cual compara los resultados con estándares de placas de rayos X. Otros usos pueden incluir el estudio de acroosteolisis por uso de monómeros de cloruro de vinilo y en buzos.

8.7 Evaluaciones neurológicas

Función mental, coeficiente intelectual, destrezas, vigilancia.

Transmisión nerviosa, electromiografía (transmisión neuromuscular) y velocidad de conducción nerviosa (una evaluación rutinaria puede prevenir neuropatías periféricas si se detectan cambios tempranos).

El test de escritura (detecta temblores tempranos) se realiza para trabajadores de mercurio.

8.8 Audiometría

Registra la más baja intensidad a la cual un tono puro puede ser escuchado. Los valores se expresan en relación con un estándar de valores normales para personas jóvenes a determinadas frecuencias específicas (estándares definidos a partir de 0 dB).

8.9 Pruebas de función pulmonar

8.9.1 Volumen pulmonar y Volumen Espiratorio Forzado (VEF1)

La Capacidad Vital Forzada (CVF) y Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (VEF1) se registran al utilizar un espirómetro y luego comparadas con valores esperados. Estos valores dependen del peso, talla, género, hábito de fumar, edad y grupo étnico. El sujeto sopla a través del aparato cinco veces y el resultado promedio de las últimas 3 o 2 mediciones más altas, es aceptado como correcto.

8.9.2 Resistencia de vías aéreas

Se trata de la valoración del flujo espiratorio pico. Se estudia con un medidor de flujo pico, con el fin de monitorear cambios potenciales debidos a alérgenos respiratorios y de diagnosticar asma y ofrecer una respuesta para su tratamiento. Lecturas seriadas pueden hacerse cada dos horas.

9 CRITERIOS PARA EL CONTROL DE LOS RIESGOS DE LA SALUD

Las diversas medidas adoptadas para prevenir o controlar los contaminantes ambientales y otros agentes físicos en los ambientes de trabajo se señalan a través de los siguientes ejemplos. Estos son comúnmente conocidos como medidas de control e incluyen combinaciones de ingeniería y sistemas operativos y de procesos destinados a prevenir o minimizar las exposiciones.

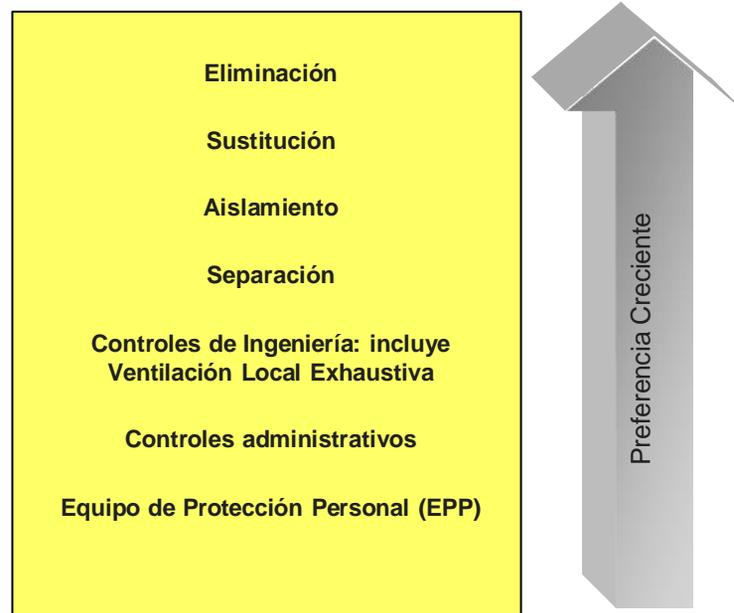
El control efectivo es probablemente el tema más importante sobre el que se debe trabajar y sustenta gran parte de los esfuerzos en el diseño de normas que garantizan la salud y la protección en el trabajo.

Si una evaluación higiénica o encuesta ocupacional identifica un riesgo para la salud, todas las medidas de control adicionales o mejoradas deben ser consideradas e implementadas.

9.1 Tipos de medidas de control

La prevención de la exposición es el objetivo principal de cualquier estrategia de control, sobre todo en la manipulación de agentes peligrosos, capaces de producir graves e irreversibles efectos en la salud, tales como los carcinógenos y la radiación ionizante. Sin embargo, hay casos en que por los efectos del riesgo, su facilidad de intervención, el costo, entre otros, no requieren de grandes disposiciones, en los que con sólo minimizar la exposición puede ser suficiente para prevenir el riesgo.

Un enfoque jerárquico en el que se combinan diversas medidas de control operacional o de procedimiento y de ingeniería, es universalmente aceptado y se presenta a continuación. En la mayoría de casos, las estrategias de control eficaces utilizan fusiones de varias de ellas, si es que no de todas.



Fuente: Adrian Hirst.

Figura 9.

9.1.1 Eliminación/Sustitución

La forma más eficaz de control en prevención es aquella en donde simplemente se elimina ya sea el uso del agente peligroso o el proceso en el que se utiliza. Esto no siempre es posible, pero hay agentes peligrosos o procesos que con frecuencia pueden sustituirse por agentes o procesos inofensivos, por ejemplo:

- El benceno se sustituye con tolueno.
- El tetracloruro de carbono se reemplaza con cloroformo de metilo.
- El talco se cambia por tiza.
- El chorro de arena se sustituye por granallado de acero.
- Las técnicas de manipulación en seco se reemplazan por técnicas de manipulación húmeda, es decir, supresión de la emisión de polvo (por ejemplo, para eliminar fibras de asbesto).

9.1.2 Aislamiento

Siempre que sea posible en los procesos u operaciones que implican ciertos riesgos para la salud, los aislamientos deben ser completamente herméticos, con el operador fuera del recinto.

9.1.3 Separación

Los procesos peligrosos pueden estar separados para que generen menor riesgo de exposición. Por ejemplo, si se ubica un proceso al extremo del taller o en una habitación o edificio separado, minimiza el número de trabajadores en riesgo.

9.1.4 Controles de Ingeniería y ventilación

Los procesos en los que puede existir exposición a sustancias peligrosas, son comúnmente controlados por la provisión de los dos métodos mecánicos de tratamiento de aire que se explican a continuación (o la combinación de ambos):

Ventilación Local Exhaustiva (*Local Exhaust Ventilation, LEV*)

Técnica mediante la cual los contaminantes potenciales del aire son capturados cerca de la fuente de emisión; se extraen y descargan, ya sea en un lugar seguro, o son sometidos a algún tipo de técnica de "limpieza del aire". Es particularmente valiosa para situaciones que implican fuentes puntuales de contaminantes tóxicos.

Ventilación general o por dilución

Método ampliamente utilizado en toda la industria para la ventilación de salas de control, laboratorios fotográficos, espacios de oficinas, comedores y áreas de copiado. Normalmente, no es adecuado para el control de polvos, niebla de humo ni para sustancias de moderada y alta toxicidad, y tampoco es óptimo en situaciones donde la tasa de generación de la contaminación es alta o no es uniforme.

La calefacción, la ventilación y el aire acondicionado (*Heating, Ventilation and Air Conditioning, HVAC*) también se pueden utilizar en una variedad de formas para controlar los peligros asociados con el ambiente térmico.

9.1.5 Controles administrativos

Los controles administrativos se refieren a cómo se interacciona y organiza el personal y el proceso u operación. Se debe prestar mucha atención para asegurar que los procedimientos, una vez aprobados, no se conviertan a largo plazo en "prácticas y costumbres" que con el tiempo sean difíciles de modificar.

A veces, operaciones peligrosas pueden llevarse a cabo durante el turno nocturno

cuando menos trabajadores están alrededor para ser expuestos. La rotación de trabajadores es otro método para "proteger" al personal, mediante el control de los turnos de trabajo.

El trabajador a menudo puede influir en la medida de exposición a los contaminantes, por ejemplo, en el caso de la soldadura, esta influencia puede depender de la postura del operario o si se suelda con el viento en contra.

Orden y aseo

El orden y el aseo son importantes en los procesos y laboratorios donde se manejan materiales peligrosos. Se deben considerar un etiquetado claro, con recomendaciones de seguridad, un almacenamiento y buenas técnicas de trabajo.

El trabajo con polvos es una operación que puede ser peligrosa, por tanto un buen programa de orden y aseo puede ayudar a minimizar la contaminación en el manejo de residuos y desechos.

Un lugar de trabajo desordenado o descuidado también puede obstaculizar o impedir el acceso a controles de sistemas esenciales como el encendido/apagado de los interruptores LEV, además que podría dañarlos. Esta situación también puede hacer difícil que los trabajadores adopten posiciones correctas durante el desarrollo de la tarea, lo que a su vez puede ocasionar una mayor exposición e, incluso, lesiones osteomusculares.

Programas de mantenimiento preventivo, de inspecciones regulares y detección de fugas, además de exámenes frecuentes y pruebas a los controles de ingeniería, como instalaciones de LEV, junto con rápidas acciones correctivas cuando sea necesario, son esenciales para que el control efectivo se logre y se mantenga.

Los factores personales son parte esencial de todas las estrategias de control y son asociados con los aspectos de "gestión", que abarcan cómo el empleador dirige a sus trabajadores y cómo ellos se gestionan a sí mismos.

9.1.6 Información, instrucción y capacitación

La educación de los trabajadores sobre los riesgos para la salud en el lugar de trabajo y la importancia de utilizar correctamente todas las medidas de control, a partir del uso de

procedimientos recomendados de operación y el empleo de elementos de protección personal, son necesarias para minimizar los riesgos de exposición. Cursos de inducción regulares, material de capacitación, comités de salud y seguridad y un buen sistema de gestión son indispensables para realizar un buen proceso de formación.

La formación de los trabajadores debe estar enfocada en el manejo adecuado de las medidas de control, las prácticas de operación, los factores que intervienen en la correcta selección, uso y mantenimiento de equipos de protección personal (EPP), entre otros, así como en la comunicación idónea de las fallas encontradas en procesos, equipos, controles o EPP.

Buenas prácticas de higiene: son las acciones que los trabajadores deben realizar para proteger su propia salud, e incluyen procedimientos de descontaminación, como el lavado regular de la ropa a través de métodos aprobados, buena higiene y aseo personal, sobre todo antes de comer, y evitar comer, beber y fumar en las áreas o puestos de trabajo.

9.1.7 Equipo de Protección Personal (EPP)

Los EPP son considerados normalmente como el último recurso y sólo se emplean cuando las medidas anteriores son insuficientes o no permiten lograr un control óptimo. La elección de los EPP debe ser cuidadosa. Es importante que la protección sea eficaz pero cómoda para el trabajador. La mayoría de los equipos de protección personal no son cómodos para un uso prolongado. El mantenimiento regular es vital para muchos tipos de EPP si la protección efectiva se ha obtenido. Los programas de gestión de EPP se deben adoptar siempre que se considere necesario, pero a partir de un enfoque proactivo.

10 VENTILACIÓN

Se exponen acá las principales características de los sistemas de ventilación, junto con los principios generales relacionados con su diseño.

10.1 Tipos de control

La Ventilación de Escape o Exhaustiva (LEV) es uno de los medios más eficaces que están disponibles para impedir que los materiales peligrosos entren en el ambiente de trabajo. Se basa en mantener lejos de los procesos u operaciones los contaminantes que pueda liberar una sustancia peligrosa en el lugar de trabajo. Sin embargo, hay muchos casos en que la LEV no es eficaz y esto se da como resultado de un mal diseño o la falta de comprensión de su uso adecuado. La LEV elimina el contaminante de la fuente.

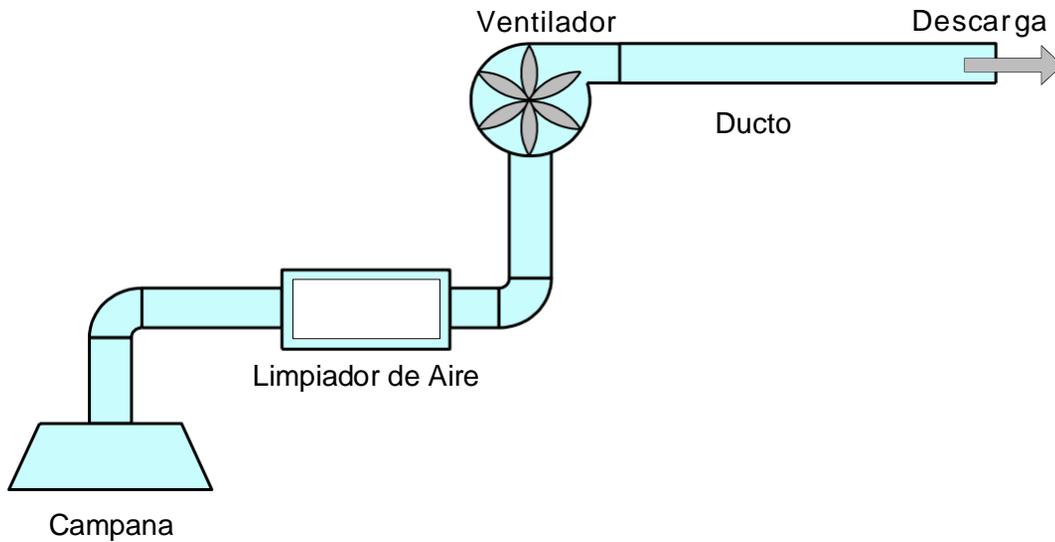
La ventilación de dilución reduce la concentración de la contaminación por la adición de aire fresco, no contaminado. Sin embargo, hay poca eliminación o reducción de los contaminantes de la fuente.

10.2 Características generales de un sistema de LEV

Los componentes fundamentales que son comunes a todos los sistemas de LEV son:

- Una entrada, que puede ser una campana, ranura o recinto.
- Un sistema de conductos que puede contener curvas, cruces; poder ser rectangular en sección transversal y ser rígido o flexible.
- Un dispositivo de limpieza de aire, tal como un filtro de polvo, lavador húmedo o dispositivo de recuperación de disolvente.
- Un ventilador u otro dispositivo de movimiento de aire.
- Un conducto de descarga a la atmósfera o una recámara de escape a través de una pila, difusor, rejilla o simplemente un conducto abierto.

Un diagrama de los componentes de un sistema de LEV se muestra a continuación.



Fuente: Adrian Hirst

Figura 10.1 - Características generales de un sistema LEV.

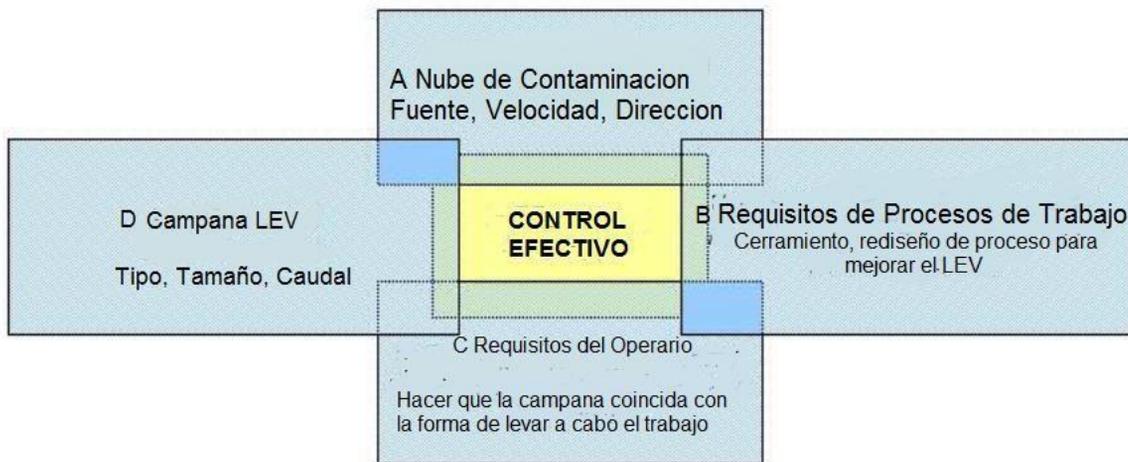
10.2.1 Consideraciones generales

Las LEV pueden ser sistemas simples que sirven a una sola máquina o ser complejos que hacen parte de una fábrica. Para que un sistema de LEV sea efectivo, todos sus componentes deben funcionar correctamente; una campana bien diseñada y posicionada será inútil si el ventilador no puede proporcionar el flujo de aire correcto. Un sistema de LEV elimina el aire del lugar de trabajo, por lo tanto se debe asegurar un suministro suficiente de aire de reposición para compensar esto. En los grandes sistemas de LEV esto puede significar que las zonas o rejillas para entrada de aire tienen que ser utilizadas o instaladas a través de las puertas o paredes, además que un ventilador de suministro puede ser requerido. Hay que recordar que el costo de la calefacción de aire puede ser considerable, por lo tanto, un mal diseño puede conducir a costos de energía innecesarios. Así mismo, puede valer la pena instalar un sistema de recuperación de calor.

Es esencial que cualquier sistema de LEV esté diseñado para el proceso que se pretende controlar. El siguiente diagrama muestra los factores interdependientes que conducen a un control eficaz. Es importante que la naturaleza del contaminante que está siendo controlado se entienda completamente. Los gases liberados bajo condiciones ambientales se comportan de manera muy diferente a las partículas de polvo que se

liberan con una velocidad alta. Esto afecta el diseño del sistema de captura, así como cualquier sistema de limpieza que se incorpore.

Es esencial tener en cuenta los requisitos del proceso de trabajo, así como las tareas que lleva a cabo el operario. Inevitablemente se requiere de compromiso de parte del operador como del proceso; sin embargo, si este compromiso no se cumple, será poco probable que se utilice el sistema LEV una vez esté instalado.

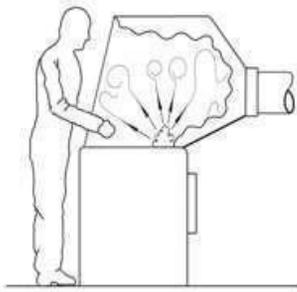


Fuente: Adrian Hirst. Adaptado de HSE Publicación - HSG 258.

10.2.2 Entrada/campana

El diseño de la entrada de la LEV es uno de los factores más importantes para lograr un control efectivo. Las campanas se pueden clasificar en tres tipos:

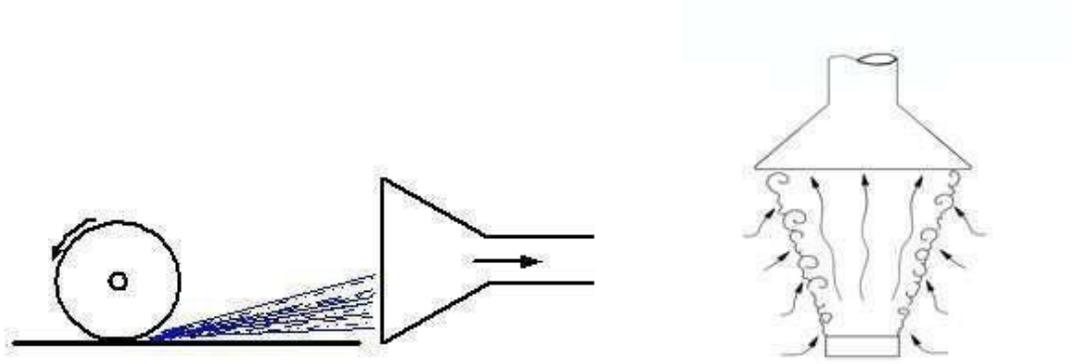
Las campanas cerradas suelen ser las más eficaces en la captura de un contaminante, ya que encierran y separan el contaminante del trabajador. Este es el tipo de campana que utilizan las cabinas de gases de un laboratorio (cierre parcial) o una unidad de granallado (recinto completo).



Fuente: HSE

Figura 10.2 - Campana cerrada.

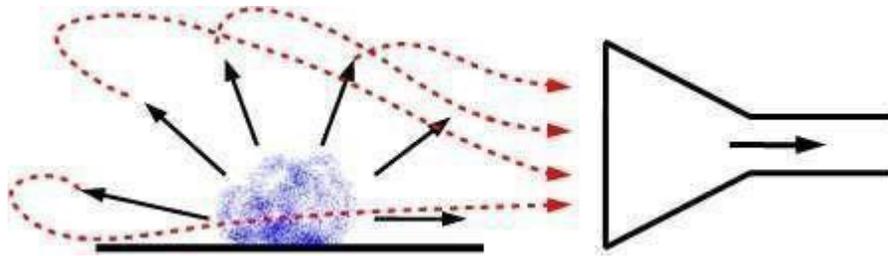
Las campanas receptoras aprovechan la flotabilidad natural (inercia), la velocidad y la dirección con la que los contaminantes se mueven en el espacio. Este tipo de campana presenta una interferencia mínima con el operador y el proceso y puede ser propenso a efectos de otros flujos de aire en la zona.



Fuente: HSE.

Figura 10.3 - Campanas receptoras.

La campana de captura es el tipo más común y corresponde a aquella donde el contaminante se genera fuera de la campana. Por ello, la campana tiene que asegurar suficiente flujo de aire para "capturar" el contaminante. Esto significa que la velocidad del aire y la proximidad de la campana a la fuente de contaminante son cruciales, por ejemplo la utilizada en los procesos de soldadura.



Fuente: HSE.

Figura 10.4. - Campana de captura.

El diseño preciso de cada uno de estos sistemas tiene que adaptarse al proceso que controla. La siguiente tabla muestra algunos ejemplos de procesos industriales comunes junto con los tipos de LEV que se pueden instalar para controlar la exposición, teniendo en cuenta el tipo de sustancia peligrosa que está presente y la forma en que se utiliza.

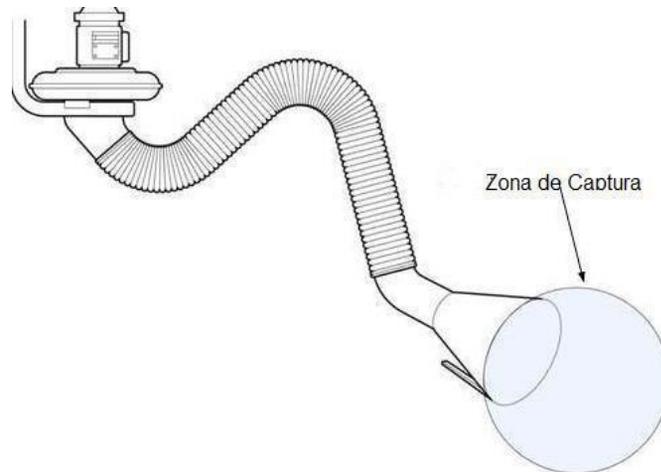
Tipos de LEV utilizados para diversos procesos

Proceso industrial	Naturaleza de la sustancia	Tipos de LEV
Soldadura	Humos de soldadura: finas partículas con flotabilidad natural.	Campana de captura colocada cerca de la actividad de soldadura, o extracción fijada en el extremo de la pistola de soldadura.
Pulverización de pintura	Niebla y vapores de solventes lanzados en dirección con velocidad controlada.	Cabina de pintura con flujo de aire. Extracción por debajo.
Pulido	Polvo de metal lanzado en dirección controlada con alta velocidad.	Campana receptora que cubre el disco de pulido.
Granallado	Perdigones de acero y polvo de metal a gran velocidad en dirección variable.	Sistema completamente cerrado, tipo guantero.

Lijado orbital manual	Polvo lanzado en dirección variable.	Extracción integrada en el disco de la lijadora.
Pintura en hornos de curado	Aire caliente con fuerte dinamismo térmico.	Ventilación por extracción en la tapa del horno, combinada con una campana receptora sobre la puerta.
Laboratorio de análisis	Vapores ácidos y de solventes liberados con baja velocidad.	Cerramiento parcial y extracción dentro de una campana de vapores.

Fuente: HSE.

Las entradas a los sistemas de LEV sólo pueden ejercer un control efectivo cerca del punto de emisión del contaminante. Por ejemplo, una campana con un diámetro de abertura circular de 0,3 metros, con una velocidad de entrada de 5 metros por segundo sólo podrá capturar los contaminantes liberados dentro del rango de 0,3 m de la abertura. La velocidad a una distancia del diámetro (es decir, 0,3 m) de la abertura se reduce aproximadamente al 10% de la velocidad de entrada (0,5 m/s). Fuera de esta zona de captura, las influencias externas como la maquinaria o el personal en movimiento pueden superar el efecto de captura de la entrada. Esto es ilustrado de la siguiente manera:



Fuente: HSE.

Figura 10.5 - Zona de captura o burbuja de una campana de soldadura.

Algunas consideraciones importantes para tener en cuenta sobre la fuente de contaminación durante el diseño y construcción de las campanas incluyen:

- Tamaño, forma y posición de la fuente.
- Naturaleza física del contaminante.
- Velocidad y dirección de la fuente.
- Tasa de generación del contaminante.
- Naturaleza de la operación.
- Posiciones y movimiento de la planta y el personal.
- Movimientos del aire de la zona.

10.2.3 Los conductos

El sistema de conductos lleva el aire extraído y el contaminante desde la entrada hasta el dispositivo de limpieza de aire. Para partículas, la velocidad del aire dentro del conducto debe ser suficientemente alta para asegurar que estas permanezcan suspendidas en la corriente de aire. Las velocidades de transporte (conducto) recomendadas para diversos contaminantes se dan a continuación.

Tipo de contaminante	Velocidad en el conducto (m seg-1)
Gases (sin condensación)	No hay límite mínimo
Liberación de vapores y humos	10
Polvos de densidad media liviana o media (por ejemplo, aserrín, polvo de plástico)	15
Promedio de polvos industriales (molienda, entre otros)	20
Polvos pesados (plomo, virutas de metal, polvos húmedos o que tienden a aglomerarse)	25

El sistema de conductos debe ser lo suficientemente fuerte, bien apoyado y capaz de soportar el desgaste normal. El número de cambios de direcciones debe mantenerse a un mínimo y, cuando sea necesario, deben poder fabricarse sin mayores problemas. El acceso a los conductos puede ser necesario para facilitar la limpieza, inspección y mantenimiento.

10.2.4 Limpiadores de aire

Hay tres tipos básicos de dispositivos de limpieza de aire.

Filtros de aire

Se utilizan principalmente para la limpieza del aire en sistemas de ventilación y de aire acondicionado, y están diseñados para manejar grandes volúmenes de aire con baja resistencia al flujo de aire. Los filtros de alta eficiencia (HEPA) se utilizan para aplicaciones de ultra limpieza donde se encuentran polvos especialmente peligrosos (como es el caso del asbesto).

Colectores de polvo y humos

Están diseñados para extraer grandes cantidades de partículas de la corriente de aire, en concentraciones altas de entrada con relación a los manejados por los filtros de aire. Estos colectores incluyen ciclones, filtros de tela, colectores húmedos y precipitadores electrostáticos. Este tipo de dispositivos son los que se utilizan habitualmente con los sistemas de LEV.

Dispositivos para eliminar gases y vapores

Las nieblas, gases y vapores pueden eliminarse de una corriente de aire a partir de una variedad de métodos que implican la absorción química, la combustión y la condensación.

Otros puntos que deben considerarse son los siguientes:

- Materias grasientas o cerosas pueden obstruir los filtros.
- Abrasividad de partículas.
- Inflamabilidad y potencial de explosión.
- Corrosividad y capacidad oxidante.
- Los gases y vapores no deben ser retirados por filtros de partículas.
- Materiales de alta temperatura.

10.2.5 Ventiladores

En general los diferentes tipos y tamaños de ventiladores se pueden agrupar en dos categorías principales: centrífugos y axiales.

En un ventilador centrífugo el aire es generado en el centro del impulsor, recogido por las cuchillas giratorias, y arrojado a alta velocidad en la carcasa del ventilador. La carcasa está diseñada para recoger el aire y guiarlo hacia la abertura de descarga tangencial. Estos ventiladores pueden entregar flujos de aire requeridos contra una resistencia considerable. Se utilizan en todos los sistemas de LEV.

Los ventiladores axiales tienen una carcasa cilíndrica, y se instalan en línea con el conducto. El aire pasa a lo largo del conducto y se acelera por las cuchillas rotativas. Los ventiladores axiales solo pueden superar bajas resistencias al flujo.

10.2.6 Descarga a la atmósfera

Un conducto adicional se podría necesitar bajo la corriente del ventilador, para asegurar que cualquier descarga de aire no vuelva a entrar en el edificio. La descarga debe localizarse por encima del nivel del techo y se debe prestar atención al diseño de la terminal de salida de aire. La terminal tipo "sombbrero chino" no debe utilizarse como elemento de descarga de aire, ya que presenta el inconveniente de una posible reentrada de aire en el edificio. Además tiene una muy alta resistencia al flujo.



Fuente: BP International.

Figura 10.6 - Descarga a la atmósfera.

10.3 Mantenimiento, control y ensayo de los sistemas de ventilación

La ventilación local exhaustiva (LEV) es una de las medidas más eficaces que existen para impedir que los materiales peligrosos permanezcan en el ambiente de trabajo. Sin embargo, para que funcione correctamente debe estar en buen estado. Las características generales asociadas con el mantenimiento, control y ensayo de sistemas de LEV se describen a continuación.

10.3.1 Requisitos legales

En algunos países existe un requisito legal de que las medidas de control se mantengan en un estado eficiente y apropiado. Por ejemplo, en el Reino Unido el Reglamento COSHH exige que las LEV sean examinadas y probadas al menos una vez cada 14 meses, y que los registros evaluativos se mantengan durante al menos 5 años. También hay necesidad de llevar a cabo inspecciones visuales semanales.

10.3.2 Mantenimiento regular

El mantenimiento debe incluir:

- Inspección regular de la instalación, que incluya un chequeo semanal de signos de posibles daños, desgaste o mal funcionamiento.
- Monitoreo de indicadores de funcionamiento, por ejemplo, velocidades de aire, presiones estáticas, consumo de energía eléctrica.
- Sustitución de componentes que, como es sabido, tienen una vida útil limitada.
- Oportuna reparación o reemplazo de componentes que se encuentran en mal estado.

El formato de inspección dependerá del tipo y la complejidad de la instalación. Una inspección visual, por lo menos cada semana, es esencial para identificar los fallos obvios.

Esto incluye la comprobación de:

- La colocación incorrecta de las campanas.
- Signos de mal funcionamiento o daños en campanas, conductos y colectores de polvo.
- Otros signos externos de mal funcionamiento o daños.

La comprobación debe contener también el seguimiento de cualquier dispositivo de funcionamiento que esté fijo de forma permanente. Un simple registro de inspecciones semanales debe mantenerse con una nota por escrito de fallas identificadas y medidas adoptadas para rectificarlas.

10.3.3 Evaluación exhaustiva y pruebas

Una auditoría periódica del sistema de LEV y su rendimiento, comprenderá normalmente:

- Revisión externa y, en su caso, chequeo interno de todas las partes del sistema.
- Evaluación de control, por ejemplo, mediante el uso de lámparas de polvo, equipos de monitoreo de aire fijos o pruebas de humo.
- Medición del rendimiento de la instalación, por ejemplo, a través de la medición de la presión estática detrás de cada campana o recinto, de la velocidad del aire en la cara de la campana o punto de emisión, de la caída de presión a través de filtros, de la velocidad del aire en el conducto o del consumo de energía.

Evaluación del rendimiento y de la integridad del filtro de aire.

Algunos sistemas de LEV regresan aire filtrado al lugar de trabajo y, por tanto, estos sistemas deben recibir un mantenimiento de alta calidad.

11 ASBESTO

11.1 Antecedentes

El asbesto es quizás la sustancia peligrosa más ampliamente discutida. En 1898 el jefe de inspectores de fábricas del Reino Unido se refirió a "los malos efectos del polvo de asbesto" y develaba un detallado examen microscópico del asbesto: "Su forma es como el vidrio, su naturaleza es irregular", y sus "efectos se han encontrado nocivos".

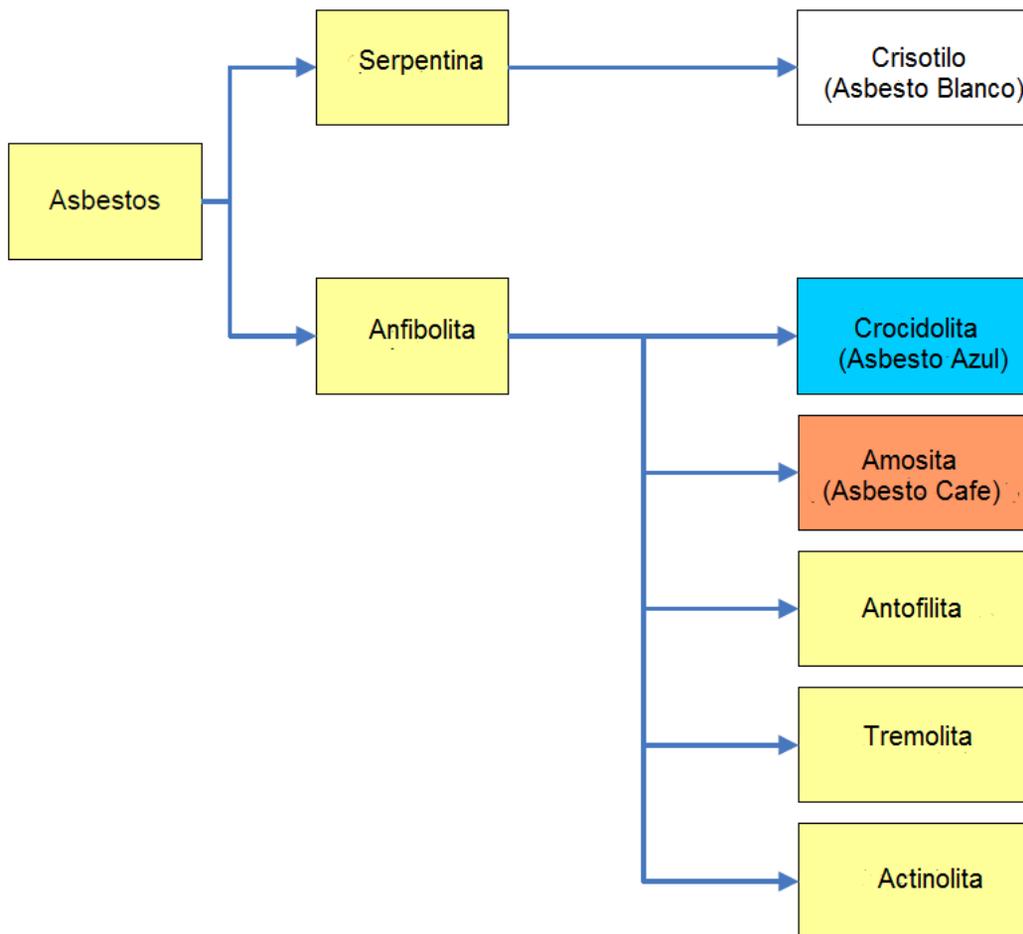


Fuente: Wikimedia commons. Estados Unidos. Servicio Geológico.

Figura 11.1 - Micrografía de fibras de asbesto (antofilita).

11.1.1 Tipos de asbesto

El nombre de asbesto se refiere a un grupo de silicatos de origen natural, de naturaleza cristalina, fibrosos, que son extraídos principalmente en Rusia, China, Canadá y África del Sur. Todos los tipos de asbesto producen cristales fibrosos que se dividen longitudinalmente (es decir, a lo largo de la longitud de la fibra para formar progresivamente fibras más delgadas). A continuación se muestran los principales tipos:



Fuente: Adrian Hirst.

Los dos grupos de fibras de asbesto tienen diferentes estructuras cristalinas y correspondientemente diferentes formas y propiedades. Cuando se observan bajo un microscopio, las fibras de crisotilo (asbesto blanco) parecen ser ligeramente rizadas, mientras que las de crocidolita (asbesto azul) son rectas y más cortas. Las fibras de

amosita (amianto marrón) son similares a las de crocidolita, pero más frágiles. Debe tenerse en cuenta que el color no es un medio fiable de identificar los tipos de asbesto, especialmente cuando se incorporan a un producto.

11.1.2 Propiedades del asbesto

Las principales propiedades del asbesto, que han llevado a su amplia utilización, son la incombustibilidad, la resistencia mecánica, la resistencia química, el aislamiento térmico y el bajo costo.

Varios tipos de asbesto pueden presentar estas propiedades en distinta medida, lo cual afecta su uso.

11.1.3 Usos del asbesto

Las aplicaciones más comunes del asbesto corresponden a las instalaciones industriales que se indican a continuación, junto con el tipo y el contenido aproximado.

Aplicaciones comunes de asbesto en lugares industriales

Producto	Tipo de Asbesto	Contenido
Láminas onduladas de cemento, depósitos de agua, tuberías, componentes prefabricados de construcción.	Crisotilo (ocasionalmente se emplea en su lugar crocidolita o amosita).	10-20
Aislante resistente al fuego.	Amosita (ocasionalmente se usa en su lugar crisotilo o crocidolita).	15-40
Aislante, tuberías y aislamiento.	Amosita, crisotilo y crocidolita.	1-55
Revestimientos pulverizados. Por ejemplo, vigas estructurales y techos para protección contra incendios o aislamiento acústico y térmico.	Amosita, crisotilo y crocidolita.	60-90

Azulejos resistentes al calor, mantas de fuego, ropa y colchones aislantes de protección contra incendios.	Crisotilo (de vez en cuando se emplea crocidolita).	85-100
Juntas y empaques.	Crisotilo (de vez en cuando se utiliza crocidolita).	25-85
Materiales de fricción, por ejemplo, frenos de automóvil y forros del embrague.	Crisotilo.	30-70
Baldosas para piso.	Crisotilo.	5-7
Relleno y refuerzos, por ejemplo, fieltros, papeles, masillas, adhesivos.	Crisotilo (ocasionalmente se usa crocidolita para algunas aplicaciones).	1-10
Plásticos térmico-reforzados y cajas de baterías.	Crisotilo, crocidolita y amosita.	5-20

11.1.4 Fibras de asbesto en el aire

La estructura física del asbesto permite que se rompa en pequeñas fibras, que son capaces de permanecer suspendidas en el aire durante largos períodos. Estas fibras pueden ser inhaladas y algunas pueden penetrar y depositarse en los pulmones.

Una fibra "contable" se define como una partícula que tiene una relación longitud/anchura de más de 3:1, siendo de menos de 3 micras de diámetro y más de 5 micras de longitud.

11.1.5 Exposición a fibras de asbesto

Las fibras de asbesto (amianto) pueden proyectarse en el ambiente de trabajo durante la fabricación, uso, mecanizado (corte, perforación, etc.), remoción y disposición de los materiales o productos que lo contienen y debido al deterioro de los materiales que lo contienen. Se cree que los trabajadores de mantenimiento de edificios (plomeros, electricistas, etc.) están particularmente en riesgo como consecuencia de la amplia utilización de asbesto en edificios antiguos. La eventual eliminación del asbesto de los edificios será un gran desafío. A continuación se dan ejemplos de algunas exposiciones típicas:

Actividad	Fibras/militros (f/ml)
Eliminación en seco	Arriba de 100
Perforación de tablero de aislamiento de asbesto	Hasta 10
AserAserrado a mano del asbesto en paneles de aislamiento	Hasta 10
Perforación de fibrocemento	Arriba de 1
Aserrado a mano de fibrocemento	Arriba de 1
Uso de una sierra circular	Arriba de 20

11.2 Riesgos para la salud del asbesto

La inhalación de fibras de asbesto puede dar lugar a una serie de enfermedades graves.

Asbestosis: la exposición prolongada a las fibras de asbesto en el aire en niveles superiores a los estándares de higiene, puede provocar engrosamiento local del revestimiento del pulmón (placas pleurales) y formación de fibrosis (cicatriz) en el tejido del pulmón profundo. Esto causa reducción progresiva de la elasticidad del tejido pulmonar, deterioro de la función respiratoria, y reduce la expectativa de vida.

Cáncer bronquial y de pulmón: se ha demostrado que los trabajadores de asbesto tienen un mayor riesgo de sufrir cáncer de bronquios y de pulmón. Fumar también puede causar estos tipos de cáncer y se ha demostrado que los fumadores, que están expuestos a fibras de asbesto en el aire, poseen un riesgo significativamente mayor de desarrollar cáncer que los no fumadores expuestos de forma similar (un efecto sinérgico).

Mesotelioma: la exposición al asbesto, en particular la crocidolita y amosita, puede producir mesotelioma, un cáncer poco común y generalmente incurable de la pleura (el revestimiento de la pared torácica y el pulmón), o más raramente en la zona del peritoneo (el revestimiento de la cavidad abdominal). El mesotelioma puede desarrollarse unos 20 años o más después de un breve lapso de exposición.

11.3 Registro de asbestos

11.3.1 Función del Registro de Asbesto

La función del Registro de Asbesto es documentar el uso y presencia del asbesto y los materiales que lo contienen en los lugares de trabajo. En las zonas donde el asbesto se ha utilizado ampliamente en el pasado, puede ser necesario desarrollar el Registro durante un período. Mientras tanto, puede ser aconsejable asumir que ciertos materiales de aislamiento y de construcción contienen asbesto y, hasta que se establezca su identidad, deben tomarse precauciones adecuadas.

La documentación de la información se puede utilizar para:

- Registrar la ubicación de todos los materiales de asbesto en el lugar.
- Asegurar que todos los materiales que contienen asbesto son frecuentemente inspeccionados y que las medidas correctivas necesarias son tomadas.
- Asegurarse de que cualquier trabajo con asbesto o de materiales que lo contienen se lleva a cabo de una manera aprobada.
- Minimizar la adquisición y el uso de materiales o equipos que puedan contener asbesto.

11.4 Tratamiento remedial de materiales que contienen asbesto

11.4.1. Remoción de asbesto

Los materiales que contienen asbesto deben eliminarse si:

- Son dañados o fracturados. Es decir si presentan una condición en la que fácilmente pueden caerse, lo cual puede producir una potencial liberación de fibras en el aire.
- Se espera que pueden deteriorarse en el futuro.
- Es probable que se vean afectados durante el mantenimiento, construcción o demolición.

El retiro de asbesto solo debe ser realizado por personal que ha sido capacitado en las medidas de control correctas, con el fin de minimizar su exposición y la de cualquier

otra persona que pueda estar en la vecindad de la obra. Una guía detallada sobre los métodos adecuados que se pueden utilizar para controlar la exposición está disponible: HSE en el Reino Unido.

11.4.2 Reparación/encapsulación de asbesto

Los materiales que contengan asbesto y que estén ligeramente fracturados o resulten difíciles de eliminar, debido a su función o su ubicación, se deben encapsular para evitar la liberación de fibras. Esto se puede realizar de varias maneras, dependiendo de la magnitud de los daños y el tipo y la función del material. Los métodos adecuados incluyen:

- Aislar la superficie exterior con, por ejemplo, lona o aluminio.
- Sellar con un *encapsulante* las fibras entre sí. Varios productos están disponibles, algunos de estos forman una membrana alrededor de la superficie externa del material y otros penetran en el material para unir las fibras entre sí en una matriz.

12 RIESGO BIOLÓGICO

12.1 Introducción al riesgo biológico

Una diferencia fundamental entre los riesgos químicos y biológicos es que los agentes biológicos, ya sean bacterias, virus u hongos tienen la capacidad para replicarse rápidamente a sí mismos en las condiciones adecuadas. Esto significa entonces que el enfoque en el control no sólo es evitar el contacto con el agente, sino también garantizar que se eviten las condiciones favorables para el crecimiento del organismo.

Las tres categorías principales de agentes biológicos que vamos a cubrir incluyen ejemplos de bacterias, virus y hongos.

- **Bacterias:** microorganismos unicelulares que viven en el suelo, en el agua y en el aire. Hay miles de tipos diferentes de bacterias. Muchas son inofensivas, o incluso beneficiosas, pero algunas bacterias son patógenas, es decir, que causan enfermedades. Algunos ejemplos de enfermedades causadas por bacterias incluyen la enfermedad del legionario, varios tipos de intoxicación alimentaria (como la salmonella) y el ántrax. Los antibióticos se utilizan para tratar infecciones bacterianas.
- **Virus:** diminutos organismos parásitos que sólo pueden reproducirse dentro de células vivas¹. Se componen de ácidos nucleicos (ARN o ADN) con una capa de proteína. El virus más grande que se conozca es aproximadamente mil veces menor que la bacteria promedio. Los virus causan muchas enfermedades como el resfriado común, la gripe, el sarampión, la rabia, la hepatitis y el sida. Los antibióticos son ineficaces contra los virus, pero muchas enfermedades virales son controladas por vacunas.
- **Hongos:** plantas simples que carecen de clorofila y estructuras normales de la planta (por ejemplo, hojas, tallos, etc.). Los hongos incluyen levaduras, mohos y hongos².

¹ Nota del traductor: en la comunidad científica prevalece la opinión de que los virus no son organismos vivos, sino estructuras orgánicas que interactúan con los seres vivos, ya que se asemejan a estos últimos en que tienen genes y se reproducen creando copias de sí mismos; no obstante, se diferencian en que esta replicación no la pueden realizar autónomamente sino que deben utilizar una célula huésped. Igualmente, carecen de estructura celular, la cual, según la teoría celular, es la unidad básica de la vida, y no cuentan con metabolismo propio.

² Nota del traductor: antes del desarrollo de los análisis moleculares de ARN y su aplicación en la dilucidación de la filogenia del grupo, los taxónomos clasificaban a los hongos en el grupo de las plantas debido a la semejanza entre sus formas de vida (fundamentalmente, la ausencia de locomoción y una morfología y ecología similares). Como ellas, los hongos crecen en el suelo y, en el

La respuesta de cada individuo a la exposición a los microorganismos depende de su estado de inmunidad, es decir, del poder del individuo para resistir la enfermedad. Hay muchos factores que intervienen en la inmunidad, que incluyen:

- Si la persona ya ha experimentado una enfermedad en particular.
- Niveles de inmunización.
- Resistencia individual.
- Fatiga.
- Edad.

Para simplificar cómo los riesgos por diferentes organismos deben ser manejados, se categorizan en distintos grupos de riesgo. Las medidas de control requeridas deben ser adaptadas al grupo de riesgo:

- **Grupo de Riesgo 1** (bajo riesgo individual y comunitario). Un organismo que es poco probable que cause enfermedades humanas o animales.
- **Grupo de riesgo 2** (riesgo individual moderado, riesgo comunitario limitado). Un patógeno que puede causar enfermedad humana o animal y que podría ser un peligro para los trabajadores de laboratorio, pero es poco probable que se propague a la comunidad, la ganadería y el medio ambiente. Las exposiciones de laboratorio pueden causar infecciones graves, pero se encuentran disponibles tratamientos eficaces y medidas preventivas. El riesgo de propagación es limitado.
- **Grupo de riesgo 3** (alto riesgo individual, bajo riesgo de la comunidad). Un patógeno que puede causar enfermedades humanas graves, pero no se transmite de un individuo a otro.

caso de las setas, forman cuerpos fructíferos que en ocasiones guardan parecido con ejemplares de plantas, como los musgos. No obstante, los estudios filogenéticos indicaron que forman un reino aparte, el reino fungi, diferente al de los animales y plantas, de los cuales se separó hace aproximadamente mil millones de años. Los hongos son incapaces de fijar el carbono a través de fotosíntesis, pero sí usan el carbono fijado por otros organismos para su metabolismo, lo cual los hace heterótrofos.

Actualmente se sabe que los hongos son más cercanos al reino animal que al vegetal. Se diferencian de los primeros en que no ingieren los alimentos sino que los absorben por intermedio de la difusión de enzimas al medio capaces de desintegrar compuestos orgánicos de baja y alta complejidad como proteínas, carbohidratos y ácidos grasos, así como compuestos inorgánicos, lo cual los caracteriza como descomponedores primarios de la materia muerta de plantas y de animales en muchos ecosistemas, y de materiales como cuero, plásticos, textiles, piedra, ladrillos, concreto, etc.

Algunas especies producen micotoxinas, compuestos bioactivos (como los alcaloides) que son tóxicos para humanos y otros animales. Las enfermedades fúngicas afectan a humanos, otros animales y plantas. Si bien la mayor parte de las especies de hongos permanecen aún desconocidas, el mayor porcentaje de estas no tiene la capacidad de producir patologías en los humanos, sin embargo, la inhalación de esporas en grandes cantidades puede desencadenar respuestas alérgicas.

- **Grupo de riesgo 4** (alto riesgo individual y comunitario). Un patógeno que suele producir enfermedad humana o animal grave y puede transmitirse fácilmente de una persona a otra, directa o indirectamente.

También hay cuatro niveles de bioseguridad, que dan las precauciones de contención que deben ser implementadas para controlar diferentes riesgos biológicos. Los niveles de contención varían desde el más bajo de bioseguridad 1 al más alto, nivel 4.

- **Nivel de Bioseguridad 1:** baja contención o segregación de la instalación, pero con precauciones, tales como la separación y el etiquetado de los materiales de desecho.
- **Nivel de Bioseguridad 2:** el personal tiene una formación específica en el manejo de agentes patógenos, el acceso al laboratorio es limitado cuando se lleva a cabo el trabajo y se toman las precauciones extremas con los objetos afilados contaminados; ciertos procedimientos en los que pueden ser creados aerosoles infecciosos o salpicaduras se realizan en cabinas de seguridad biológica.
- **Nivel de Bioseguridad 3:** todos los procedimientos que implican la manipulación de materiales infecciosos se efectúan dentro de cabinas de seguridad biológica u otros dispositivos de contención física, o por personal que lleve ropa adecuada de protección personal y equipo. El laboratorio cuenta con características especiales de ingeniería y diseño, tales como zonas de acceso de doble puerta.
- **Nivel de Bioseguridad 4:** la instalación es bien sea en un edificio separado o en una zona controlada dentro de un edificio. La instalación ha controlado la ventilación que se mantiene bajo presión negativa. Todas las actividades se llevan a cabo en cabinas de seguridad biológica clase III, o cabinas de seguridad biológica clase II con trajes de protección personal de una pieza ventilados con presión positiva y un sistema de soporte de vida.

12.2 Legionella y fiebre de los humidificadores

12.2.1 Legionella

La enfermedad del legionario fue reconocida por primera vez en 1976, cuando se produjo un brote entre los delegados que asistían a una convención de la Legión Americana en Filadelfia. El agente causal fue identificado más tarde como *Legionella pneumophila*.

La bacteria causa dos patrones de la enfermedad en los seres humanos: fiebre de

Pontiac (una enfermedad similar a la gripe leve) y la enfermedad de los legionarios. Ingresa al cuerpo cuando se inhalan finas gotas de agua contaminada. La bacteria no se transmite de persona a persona.

La fiebre de Pontiac es una enfermedad breve "auto limitante", con un período de incubación más corto y con síntomas más leves que la enfermedad del legionario. Esta fiebre afecta a un mayor porcentaje de las personas expuestas, pero hasta ahora no ha sido fatal. La enfermedad del legionario es una enfermedad que se caracteriza principalmente por neumonía y síntomas parecidos a la gripe. Es mortal en aproximadamente el 10-15% de los casos. Los hombres son más propensos a desarrollar la enfermedad que las mujeres; otros factores de riesgo son la edad y el estado general de salud.

Las bacterias de legionella se encuentran muy extendidas en agua dulce natural, que comprende ríos, lagos, arroyos y estanques. Hay una fuerte probabilidad de concentraciones muy bajas de bacterias existentes en todos los sistemas de aguas abiertas, incluidas las de servicios de construcción. Las fuentes más comunes de brotes de la enfermedad del legionario son torres de refrigeración y sistemas de agua en grandes edificios, en particular hospitales y hoteles.

Las principales formas de prevenir y controlar la propagación de la enfermedad de los legionarios son controlar el crecimiento inicial de la bacteria en los sistemas de agua y evitar la generación de aerosoles.

Las áreas de mayor riesgo incluyen:

- Torres de refrigeración de sistemas de ventilación y aire acondicionado.
- Tanques de almacenamiento y acumuladores de agua.
- Servicios de agua caliente y fría en lugares en los que los ocupantes son particularmente susceptibles (residencias de ancianos, hospitales, etc.).
- Humidificadores y rociadores que crean una lluvia de gotas de agua y en el que la temperatura del agua supera los 20° C.
- Bañeras de hidromasaje y piscinas.
- Sistemas de rociadores contra incendios y fuentes ornamentales.

Factores que influyen en el crecimiento incluyen:

- La temperatura del agua: las temperaturas en el rango de 20-45° C favorecen el crecimiento (temperatura óptima 37° C).
- La proliferación de las bacterias es poco probable por debajo de 20° C, y el organismo no sobrevive por encima de 60° C.
- Aguas estancadas favorecen la multiplicación.
- La presencia de sedimentos, la escala y lodos.
- La presencia de otros microorganismos (algas, amebas y bacterias) o un biofilm (una capa de microorganismos contenidos en una matriz que puede formar limo en superficies).

Control:

- Se deben tomar medidas para minimizar el riesgo de exposición mediante la prevención de la proliferación de legionella en el sistema y reducir la exposición a las gotas de agua y aerosoles
- Minimizar la liberación de agua de spray.
- Evitar las temperaturas del agua entre 20° y 45° C (importante mecanismo de control).
- Evitar el estancamiento de agua.
- Evitar el uso de materiales que pueden albergar o apoyar el crecimiento de bacterias y otros organismos.
- Mantener el sistema limpio (evitar sedimentos, etc.).
- Uso de los sistemas de tratamiento de agua adecuados que incluyan biocidas.
- Asegurar que el sistema funcione de forma segura y correcta y esté bien mantenido.

El muestreo para evaluar la calidad del agua es una parte esencial del régimen de tratamiento de agua y debe incluir pruebas químicas y microbiológicas.

12.2.2 Fiebre de los humidificadores

La fiebre del humidificador está asociada con la exposición a diferentes tipos de microorganismos, que incluyen varias bacterias y hongos que se encuentran en depósitos del humidificador y en unidades de aire acondicionado. Los microorganismos se han encontrado en sistemas de ventilación grandes, así como en unidades pequeñas. Las concentraciones elevadas de estos organismos se pueden dispersar en el medio

ambiente a partir de la niebla generada por los humidificadores durante su funcionamiento normal.

La fiebre del humidificador generalmente causa una enfermedad similar a la gripe con fiebre, escalofríos, dolor de cabeza, dolor muscular y fatiga. Estos síntomas generalmente se presentan un par de horas después de la exposición y por lo general desaparecen en uno o dos días. Sin embargo, en algunos casos puede manifestarse como una alveolitis alérgica.

Los controles para prevenir la fiebre del humidificador se centran en asegurar que las bacterias y los hongos no se multipliquen y alcancen altas concentraciones en el depósito de agua. Algunos enfoques abarcan horarios de limpieza y mantenimientos regulares, junto con la desinfección.

12.3 Enfermedades transmitidas por la sangre

La transmisión en el lugar de trabajo puede ocurrir a través de lesiones cortopunzantes, así mismo a partir del contacto con sangre infectada y otros fluidos corporales o membranas mucosas o piel que no está intacta.

El riesgo de adquisición ocupacional de un virus de transmisión sanguínea se relaciona con:

- La prevalencia del virus en la población de pacientes.
- La eficiencia de la transmisión del virus después de un solo contacto con el fluido/tejido infectado.
- La naturaleza y la frecuencia de contacto con sangre en el trabajo.
- La concentración del virus en la sangre.

Las ocupaciones con mayor riesgo contienen al personal del cuidado de la salud y de servicios de emergencia, así como aquellos que viajan y trabajan en países que tienen una alta prevalencia de una enfermedad.

La protección está relacionada con la prevención del contacto con sangre. Estas precauciones incluyen:

- El uso de guantes de protección y mascarillas.

- Cubrir los cortes y las heridas con un vendaje impermeable.
- Tener cuidado con objetos cortopunzantes.
- Garantizar que todos los equipos se esterilicen adecuadamente.
- Eliminación segura de material infectado.
- Control de la contaminación de la superficie.
- Una buena higiene.
- Cuando sea apropiado, la inmunización de trabajadores en riesgo (por ejemplo, contra hepatitis B).

12.3.1 Hepatitis B

La hepatitis B es un virus de transmisión sanguínea y de transmisión sexual que causa la inflamación del hígado. Muchas personas infectadas no presentan síntomas, pero otros tienen una enfermedad similar a la gripe con náuseas e ictericia. La hepatitis B puede causar hepatitis (inflamación del hígado) y también puede causar daños en el hígado a largo plazo.

La hepatitis B es más común en algunas partes del mundo, como el sudeste de Asia, África, el Medio y Lejano Oriente y Europa meridional y oriental. La OMS estima que hay 350 millones de personas con infección crónica en todo el mundo.

El virus se puede transmitir por contacto con sangre o fluidos corporales de una persona infectada. El fracaso para eliminar la infección de hepatitis B después de seis meses conduce al estado de portador crónico. Muchas personas que se convierten en portadores crónicos no tienen síntomas y no saben que están infectadas.

Entre las precauciones generales se encuentra la protección contra el contacto de sangre a sangre. Además, todos los trabajadores de la salud deben ser vacunados contra la infección de la hepatitis B y deben demostrar que han generado una respuesta serológica a la vacuna. Las precauciones universales deben ser atendidas en el ámbito hospitalario.

12.3.2 Hepatitis C

La hepatitis C es un virus de transmisión sanguínea que provoca la inflamación del hígado. No existe una vacuna disponible para prevenir la infección de hepatitis C. La

infección por hepatitis C genera afectación de diferentes maneras; mientras que algunas personas no experimentan síntomas, otras experimentan cansancio extremo. Los síntomas reportados son fatiga, pérdida de peso, náuseas, síntomas de tipo gripal, problemas para concentrarse, dolor abdominal e ictericia.

Se estima que alrededor del 15 y 20% de las personas infectadas eliminan la infección naturalmente dentro de los primeros seis meses de la enfermedad. Para el resto, la hepatitis C es una infección crónica que puede abarcar varias décadas y que puede estar presente toda la vida.

Para el 80 y el 85% de los individuos que no logran eliminar sus infecciones naturalmente, el resultado de la infección es extremadamente variable. Muchas personas nunca desarrollan signos o síntomas de enfermedad hepática en su vida, y ni siquiera saben que han sido infectadas. Otras personas llegan a desarrollar una enfermedad hepática grave.

La Organización Mundial de la Salud estima que hay 170 millones de portadores de hepatitis C en todo el mundo. El virus se transmite cuando la sangre de una persona infectada entra en el torrente sanguíneo de otra. La prevención se centra en detener el contacto de sangre de individuos infectados con personas sanas.

Los consumidores de alucinógenos inyectables se encuentran en alto riesgo de infección, por lo que siempre se deben usar equipos de punción estériles. En las unidades de cuidado de la salud, se deben aplicar las precauciones universales; todos los fluidos sanguíneos y corporales deben ser siempre tratados como potencialmente infecciosos.

12.3.3 VIH (Virus de Inmunodeficiencia Humana)

El VIH es la infección que progresivamente destruye las células específicas inmunes que pueden llevar al Sida (Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida).

- Las personas con VIH por lo general no tienen síntomas por un período prolongado, mientras el virus actúa lentamente y debilita el sistema inmunológico del cuerpo.
- Cuando el sistema inmunológico de una persona se debilita, se hace susceptible a otras enfermedades, especialmente infecciones (por ejemplo, tuberculosis y

neumonía) y cáncer, muchas de los cuales normalmente no son una amenaza para una persona sana. En esa etapa de la infección severa la persona se diagnostica con sida.

- Por lo general, la causa de la enfermedad y la muerte eventual de una persona con VIH no son producto del virus en sí mismo, sino de las enfermedades que la persona contagiada (y vulnerable) ha adquirido. Con tratamiento, una persona con sida puede recuperarse de una enfermedad, pero suele sucumbir a otra. Por lo que es casi seguro que una persona infectada con VIH muera prematuramente.

El VIH es una infección grave. Sin tratamiento se espera que la mayoría de las personas muera a causa de su infección.

En la actualidad no existe una vacuna o cura para el VIH. Sin embargo, recientemente se encuentra disponible un tratamiento denominado Tratamiento Antirretroviral de Gran Actividad (TARGA). El tratamiento suprime el virus del VIH y puede revertir el daño al sistema inmunológico durante algún tiempo, lo que prolonga la vida de las personas infectadas. El virus está cambiando continuamente, a veces se hace resistente a los fármacos actuales, por lo que la terapia TARGA puede no ser una solución a largo plazo y no es una cura.

12.4 Zoonosis

Las zoonosis son infecciones que se transmiten naturalmente de animales a humanos. Hay más de 150 zoonosis conocidas que van desde la tiña al ántrax y la rabia. Las zoonosis afectan principalmente a las personas que trabajan de cerca con animales y productos de origen animal, como los trabajadores agrícolas, de laboratorios, veterinarios, trabajadores forestales y los que trabajan en las industrias de la lana y de teñidos.

La infección puede ocurrir a través del contacto con:

- Animales y productos animales (carne, harina de huesos, piel, plumas, pieles, lana).
- Tejidos y fluidos corporales de animales (sangre, saliva, etc.).
- Productos de nacimiento (placenta, etc.).
- Los productos de desecho (orina, excrementos, heces).
- Los materiales contaminados (tierra, alambrados y encerramientos, ropa, etc.).

La infección puede producirse por inhalación, ingestión o por medio de la piel lesionada o el contacto con las membranas mucosas.

12.4.1 Ántrax (Grupo ACDP 3)

Esta enfermedad es causada por la formación de esporas de bacterias de *Bacillus anthracis*. Muchos animales pueden portar la bacteria del ántrax o esporas, como son vacas, caballos, cabras y ovejas. Las esporas de cueros, lana y pelos de animales pueden ser un problema para los procesos posteriores de fabricación que utilizan estos productos. Las esporas son muy resistentes por lo que las tierras de pastoreo pueden permanecer infectadas durante muchos años.

Hay dos formas principales de la enfermedad de ántrax que se manifiestan en los seres humanos: ántrax cutáneo (una enfermedad de la piel) y ántrax pulmonar (que afecta a los pulmones).

- Cutánea: la forma más común mediante contacto con la piel. Aparece un punto rojo en el sitio de la infección, seguido por una pústula con un centro negro. Sin tratamiento, la lesión normalmente comienza a sanar después de unos 10 días. En una pequeña proporción de casos, las bacterias de la lesión entran en el torrente sanguíneo y producen una septicemia que puede ser fatal.
- Ántrax pulmonar o inhalación: se origina por inhalación de material que contiene esporas. Estas entran en los pulmones y son absorbidas por el sistema inmune. Los síntomas iniciales son similares a los de la gripe, pero se desarrollan rápidamente a medida que las esporas germinan en el tejido linfático, se multiplican y producen una toxina potente. La enfermedad progresa y hace difícil la respiración, genera decoloración de la piel y desorientación, lo que lleva al coma y a la muerte en un plazo de 24 a 48 horas.

Las principales ocupaciones en situación de riesgo comprenden a trabajadores agrícolas, personal de mataderos, empleados en procesamiento de subproductos animales, veterinarios y trabajadores de industrias de lana y teñidos.

Las medidas de control abarcan la eliminación de ántrax en animales de granja, altos estándares de higiene personal, así como la cobertura de cortes con vendajes impermeables e información y capacitación.

12.4.2 Leptospirosis (grupo de riesgo 2)

La principal forma de la leptospirosis es la enfermedad de Weil, que es una enfermedad potencialmente mortal causada por la bacteria *Leptospira* la cual se transmite a través de la orina de rata. Los síntomas son similares a los de la gripe, fiebre, dolor de cabeza, vómitos, dolores musculares, y avanza hacia neumonía, posible insuficiencia renal y la muerte.

La enfermedad puede transmitirse a través del contacto con la orina o cursos de agua contaminados. Puede entrar en el cuerpo a través de abrasiones, cortes en la piel y a través de la mucosa de la boca, la nariz y la conjuntiva.

Dentro de las ocupaciones en riesgo se encuentran trabajadores agrícolas, acuicultores, trabajadores de la construcción, de la industria del agua, de la industria del ocio, de alcantarillado y técnicos de laboratorio.

12.4.3 Salmonelosis

La salmonelosis es el nombre dado a una infección causada por cualquier bacteria del grupo *Salmonella*. La bacteria *Salmonella* puede ser transportada por la mayoría de animales de granja. Las infecciones se asocian generalmente con la ingestión de alimentos contaminados o pueden ser el resultado del contacto con excrementos de los animales de granja, por ejemplo, cuando se come, se bebe o se fuma con las manos contaminadas. Los síntomas se desarrollan repentinamente, en un periodo de 12 y 24 horas después de la infección, y constan de malestar general, dolor de cabeza, náuseas, dolor abdominal, diarrea y fiebre. Los síntomas suelen durar entre dos y tres días, pero pueden persistir por más tiempo. También se puede presentar deshidratación o septicemia (envenenamiento de la sangre).

12.5 Mohos

Son hongos microscópicos que crecen en forma de hilos o filamentos de ramificación. Se reproducen por medio de esporas microscópicas que pueden producir un nuevo crecimiento de moho, que a su vez puede generar millones de esporas. Si es inhalado, estas esporas de hongos pueden causar rinitis alérgica u otras respuestas alérgicas como alveolitis.

Los mohos se pueden encontrar donde hay humedad, oxígeno y una fuente de

nutrientes. Crecen en la materia orgánica muerta, como en vegetación en descomposición y hojas muertas, especialmente en zonas sombreadas y húmedas.

Locaciones industriales como panaderías, cervecerías, lecherías e invernaderos son ejemplos de lugares ideales para el crecimiento de mohos. Cualquier área donde se almacenan alimentos frescos son también sitios donde es posible el crecimiento de moho. Ejemplos bien documentados denotan graneros o silos, sobre todo si el grano se ha almacenado ligeramente húmedo.

De hecho, en cualquier ambiente interior, el moho puede crecer en lugares húmedos, como en sótanos mal ventilados, baños y unidades de humidificación y climatización. Así mismo, pueden prosperar en cualquier área donde las superficies o materiales están húmedos. La reducción de los niveles de humedad es el factor más importante en la mitigación de crecimiento de moho.

12.6 Pandemias

Una pandemia puede ser definida como la epidemia de una enfermedad infecciosa que se propaga en una amplia zona geográfica (varios países, un continente o incluso en todo el mundo) y afecta a una gran proporción de la población.

Una pandemia puede comenzar cuando se producen las siguientes condiciones:

- Aparición de una nueva enfermedad, o una cepa particular de una enfermedad, dentro de una población.
- El agente afecta a los humanos y causa una enfermedad grave.
- El agente se transmite fácil y resistentemente entre los humanos.

Ha habido muchas pandemias en el pasado, como las causadas por los virus de la fiebre tifoidea, el cólera, la peste bubónica y la gripe. La peste bubónica mató a decenas de millones de personas en Europa en la Edad Media. La pandemia del virus de la gripe más grave registrado ocurrió entre 1918 y 1920, cuando se estimó que la “gripe española” exterminó a por lo menos 40 millones de personas. Más recientemente, se estima que la “gripe de Hong Kong” ha dado lugar a cerca de un millón de muertes a finales de la década de los 60.

Nuevas cepas del virus de la gripe siguen apareciendo en los animales con el potencial

de causar una pandemia futura. Estas nuevas cepas se producen cuando se transmite el virus a los seres humanos, desde otras especies animales como cerdos, pollos o patos.

Un ejemplo reciente de una nueva variante de la cepa del virus de la gripe es el H5N1 ("gripe aviar"), que fue encontrada en 2004 en aves en Vietnam. Para el año 2007 se habían encontrado numerosos casos a lo largo de Asia y gran parte de Europa. Ha habido fatalidades humanas entre las personas que han tenido contacto cercano con aves infectadas. No ha habido, o ha sido limitada, la transmisión de la enfermedad de persona a persona.

La gripe aviar H5N1 no se clasifica como una pandemia ya que el virus aún no se puede propagar fácilmente o de forma sostenible entre la población humana. Sin embargo, si el virus se combina con una cepa de virus de la gripe un nuevo subtipo puede evolucionar y podría ser altamente contagioso en los seres humanos.

Otra preocupación relacionada con las pandemias es que muchos microorganismos han desarrollado resistencia a muchos de los antibióticos de uso actual. Estos microorganismos resistentes a los antibióticos (a veces llamados "superbacterias") pueden contribuir al resurgimiento de muchas enfermedades que están actualmente controladas, como por ejemplo la tuberculosis.

Una gama de bacterias comunes también son cada vez más resistentes a los antibióticos, lo cual conduce a un aumento en el número de infecciones nosocomiales. Un ejemplo bien conocido de esto es el *Staphylococcus aureus*, resistente a la metilina (MRSA).

12.7 Modificación genética

La modificación genética es una tecnología desarrollada durante los últimos 30 años para alterar las características de los organismos vivos, como plantas o animales. Se trata de la adición de nuevo material genético en el genoma de un organismo.

Los organismos genéticamente modificados (OGM) tienen amplias aplicaciones. Se utilizan en la investigación médica y biológica, la producción de fármacos y la agricultura. Hasta ahora la mayor aplicación de la modificación genética ha sido en la producción de

cultivos alimentarios que son más resistentes a las enfermedades, o al ataque de insectos, y en el aumento del rendimiento de los cultivos.

Los beneficios de la modificación genética son potencialmente enormes. Estos comprenden nuevos tratamientos para enfermedades, cultivos que son más resistentes a las plagas y enfermedades, alimentos de mayor valor nutritivo y la producción de fármacos a partir de plantas.

Sin embargo, hay una serie de preocupaciones con respecto a esta tecnología, en principio, sobre la modificación de los sistemas biológicos que han evolucionado de forma natural. Además, genera preocupación que aún no somos capaces de entender todas las ramificaciones potenciales de la manipulación genética.

Una preocupación particular ha sido la posibilidad de que las plantas modificadas genéticamente tengan polinización cruzada con otras variedades de cultivos "naturales", lo cual conduciría a la producción de otra variedad cuyas propiedades no han sido evaluadas. La seguridad de los organismos genéticamente modificados en la cadena alimentaria también ha sido cuestionada.

Como resultado de estas preocupaciones, se han implementado estrictos controles en el uso y la producción de organismos modificados genéticamente.

13 RUIDO

13.1 Resumen

Ha sido común definir el ruido como un sonido no deseado, así como también se ha entendido por muchos años como una de las causas de la pérdida auditiva en la industria. ¿Pero qué es exactamente el sonido y cómo lo oímos? El sonido es la sensación que el cerebro humano o animal percibe como resultado de las vibraciones longitudinales de las moléculas de aire que inciden en el oído.

Los sonidos son ondas de presión causadas por un cuerpo vibrante, las cuales son radiadas a partir de la fuente. El oído humano puede sentir y percibir pequeñas y rápidas ondas de presión como el sonido (ruido), y convertir dicha información en tamaño (amplitud) y frecuencia para el cerebro.

13.2 El Oído

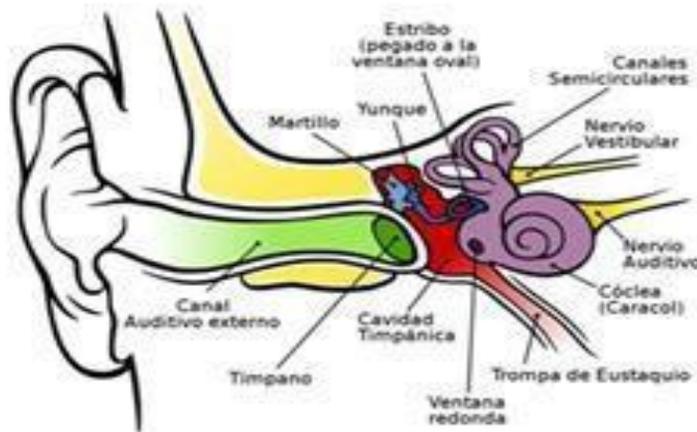


Figura 13.1 - Diagrama simplificado del oído humano.

El oído externo (la parte visible) recibe las ondas de presión que pasan a través del canal auditivo a una membrana, el tímpano, el cual se encuentra situado en la parte interna del cráneo para su protección. El tímpano vibra como respuesta a las ondas de presión sonora, y esta vibración es transmitida a través de tres pequeños huesos del oído medio (martillo, yunque y estribo) hacia otra membrana, conocida como ventana oval, en el oído interno.

El oído medio también contiene la trompa de Eustaquio, la cual provee una abertura a la garganta con el fin de mantener el oído medio a la presión atmosférica. Este equilibrio de presión es necesario, porque el tímpano requiere responder rápidamente a pequeñas fluctuaciones de presión y no a la presión absoluta.

La ventana oval permite el paso de las vibraciones a la cóclea, un órgano en forma de caracol que contiene líquido y cerca de 25 mil células receptoras (terminaciones nerviosas). Las vibraciones generan ondas de presión en el líquido de la cóclea, el cual estimula las terminaciones nerviosas que transmiten la correspondiente señal eléctrica al cerebro. Cada célula receptora tiene su propia respuesta tonal y así mismo tiene la capacidad de analizar y separar una mezcla de señales entrantes en sus correspondientes componentes de frecuencias individuales. Esta habilidad permite al oído humano identificar notas individuales entre un conjunto de sonidos.

13.3 Sonido audible

Las dos características clave del sonido son la frecuencia y la intensidad. El número de ondas de presión/vibraciones por segundo se conoce como la frecuencia, y se expresa en Hertz (Hz); a mayores fluctuaciones por segundo más alto es el tono del sonido. El rango de frecuencia del oído humano oscila normalmente entre 20 y 20.000 Hz (20 KHz). La nota Do central en la escala musical corresponde a aproximadamente 260 Hz (varios músicos opinan que varía entre 255 y 278 Hz). Al duplicar la frecuencia de dicha nota el tono aumenta una octava, de ahí que la octava por encima del Do central (260 Hz) tiene una frecuencia de 520 Hz.

Por intensidad (I) nos referimos a la amplitud (tamaño) de las ondas de presión y se define como la cantidad promedio de energía que pasa a través de una unidad de área por unidad de tiempo y se expresa en vatios por metro cuadrado (W/m^2).

Debido a que las escalas de ruido son tan amplias, se vuelve muy complicado citar los niveles de ruido en unidades de presión de ruido (pascales) o intensidad ($watts/metro^2$). Por lo tanto, las medidas se relacionan con un nivel de referencia (en este caso el umbral de la audición) y se utiliza una escala logarítmica para el resultado, siendo una escala mucho más fácil de manejar. A este tipo de medidas se les llama decibelio que es una décima de un belio. El decibelio (dB) no tiene dimensiones como tal; es sólo una

unidad de comparación dispuesta en una escala logarítmica, de modo que aumentar el número corresponde a una multiplicación de intensidad. El nivel de ruido es una función tanto de la intensidad como de la frecuencia.



Fuente: Canadian Centre for Occupational Health and Safety.

13.4 Efectos en la salud por exceso de ruido

Durante mucho tiempo se ha sabido que la exposición frecuente a ruido de alta intensidad puede perjudicar el mecanismo de la audición. El grado del daño es proporcional a la energía incidente total del ruido integrado en los oídos. El daño está relacionado con la intensidad, la naturaleza (continuo o intermitente) y la duración de la exposición al ruido, y tiene efectos microscópicamente visibles en el oído interno que son irreparables e incurables. Hay cinco posibles efectos del ruido en la salud:

- Pérdida de la audición inducida por ruido (NIHL), que es un efecto acumulativo por exposición repetida. Se manifiesta en daños a las células ciliadas de la cóclea en el oído interno. La primera indicación de la pérdida de audición se produce con una reducción en la capacidad de oír en el rango de frecuencia de 4 kHz. Con el tiempo, si la exposición continúa se evidencian deterioros de audición inducida por el ruido, como el aumento de la pérdida de audición y una ampliación de la muesca de 4 kHz a frecuencias más bajas y más altas.

- Tinnitus: ruido que se presenta en el oído sin una causa externa; este efecto frecuentemente acompaña a la sordera.
- Desplazamiento temporal del umbral (TTS): es el daño a las células ciliadas del oído interno que puede perjudicar la audición temporalmente, como resultado de la exposición a altos niveles de ruido. La recuperación se produce una vez que la exposición a altos niveles de ruido se reduce, por lo general durante un período de varias horas.
- Daño físico al tímpano y a los huesecillos, ocasionado por ruidos excesivamente altos, como por ejemplo, explosiones. Este tipo de pérdida de audición se conoce como pérdida de audición conductiva.
- El factor molestia/estrés es difícil de medir y cuantificar, pero puede provocar efectos psicológicos como la dificultad para la concentración, irritabilidad y estrés.

Además de causar pérdida de audición temporal o permanente, el ruido también puede ser un peligro para la seguridad. Es obvio que el ruido interfiere con la comunicación verbal, lo que lleva a errores y fracasos para responder a los sonidos y gritos de alerta.

Las afecciones a la audición pueden ser causadas por la exposición continua a niveles superiores a 85 dB(A), pero la respuesta de un individuo varía dentro de una población. La exposición continua a niveles superiores a 90 dB(A) generará que el 20% de la población expuesta sufra de pérdida auditiva.

La exposición regular a una alta intensidad de ruido, es decir, superior a 80 dB(A), casi siempre producirá algún grado de pérdida de audición generada por el ruido en quienes el oír es susceptible. No hay manera de predecir de antemano qué individuos particulares son más propensos a sufrir pérdida de la audición por ruido.

El ruido de moderada intensidad, es decir, de 55 a 80 dB(A), aunque no es un peligro potencial para la audición, puede afectar negativamente la concentración; si es mayor de 65 dB(A), interfiere con la comunicación de voz.

El ruido de baja intensidad, es decir, menor de 55 dB(A), todavía puede producir quejas de 'molestia' del público en general, y provocar la alteración del sueño.

13.5 Niveles de ruido adicionales

Cuando dos sonidos se están emitiendo al mismo tiempo, su intensidad total combinada no es la suma numérica de los niveles de decibelios de cada sonido. Para cálculos precisos se deben sumar como logaritmos (por lo general con una calculadora). Alternativamente, una aproximación razonable para adicionar niveles de decibelios se puede hacer al usar la siguiente tabla:

Diferencia de ruido en dB(A)	Adicionar al Mayor
0 a 1	3
2 a 3	2
4 a 9	1
10 o más	0

Así, si dos máquinas emiten cada una un grado de ruido de 90 dB(A), el nivel de ruido total de las dos máquinas será de 93 dB(A). Nótese bien que un doble nivel de ruido resulta en un incremento de ruido de 3 dB(A).



13.6 Análisis de frecuencias

A menos que un sonido sea un tono puro, lo cual es inusual, la mayoría de los ruidos se componen de sonidos de muchas frecuencias e intensidades. Por lo tanto, al evaluar un ruido por razones de salud o molestia, es útil entender que los niveles de ruido están en un rango de frecuencias, es decir, producen un espectro de sonido. Por conveniencia, es habitual dividir la gama de frecuencias en octavas mediante el uso de un instrumento que mide las intensidades de más de una octava, y anotar la intensidad de cada

frecuencia en particular. Las frecuencias medias de octava elegidas para esto son las siguientes:

31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz y algunas veces 16 kHz.

De esta manera, un espectro de ruido muestra las intensidades en cada una de las frecuencias mediadas de octava señaladas arriba. El oído humano es más sensible a frecuencias entre 20 Hz y 20 kHz, de las cuales las frecuencias de 500 Hz y 4 kHz corresponden a sonidos de una conversación, en que las vocales pertenecen a frecuencias bajas y las consonantes a las más altas.

13.7 Ponderación de Decibeles

Como el ruido es una combinación de sonidos en varias frecuencias e intensidades, dicha intensidad puede ser expresada ya sea como un espectro o como una combinación de todas las frecuencias sumadas en un valor. Tal como el oído humano es más sensible a ciertas frecuencias, los equipos electrónicos se pueden ajustar para un medidor de nivel de ruido. De esta manera, ciertas se suprimen mientras que otras se mejoran con el fin de aproximarse a los niveles de respuesta del oído humano. Esta técnica se conoce como ponderación y existen los coeficientes A, B, C y D disponibles para diversos fines. El que generalmente se ha adoptado para el espectro en lugares de trabajo es el dB(A). Si esta ponderación A se aplica a una medición en dB, el nivel correspondiente en dB(A) es una buena indicación del nivel de ruido percibido por el oído humano.

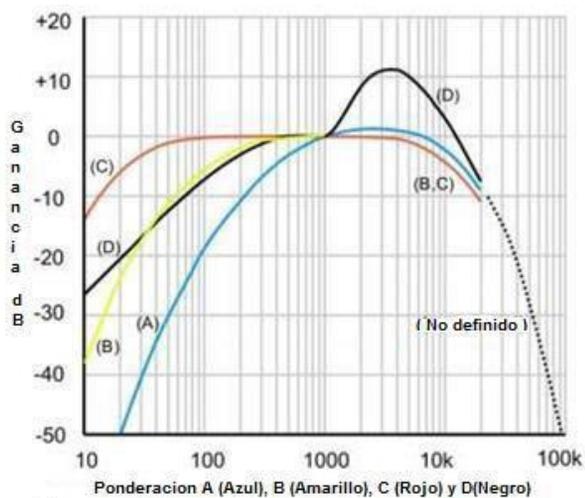
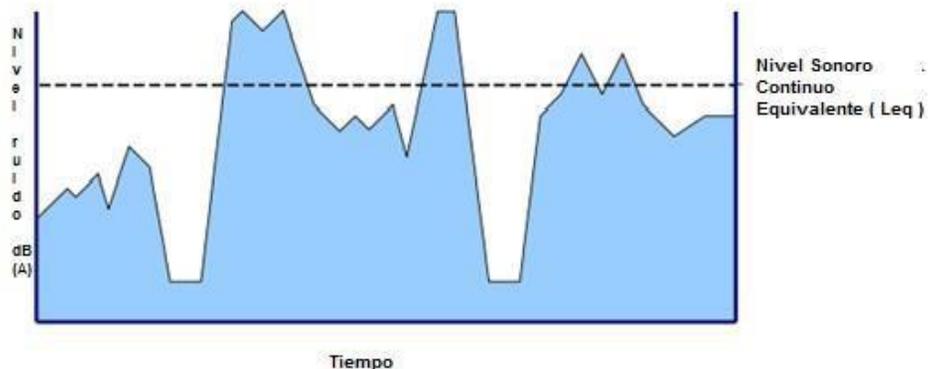


Figura 13.2 - Gráfica comparativa de Frecuencia Ponderada y Respuesta Relativa.

Fuente: Public Domain Wikimedia Commons.

13.8 Nivel de sonido continuo equivalente (Leq)

Expresar la exposición al ruido desde la perspectiva de su potencial para causar pérdida auditiva por ruido, se simplifica mediante el uso de dB(A) en lugar de dB, para eliminar el factor dependiente de la frecuencia. Sin embargo, así como la frecuencia cambia, el ruido industrial varía en su intensidad durante toda una jornada, y día a día, ya que es a menudo de naturaleza intermitente. Por lo tanto, se ha establecido el mecanismo de nivel de ruido continuo equivalente (Leq) para este fin.



Fuente: Adrian Hirst.

Figura 13.3

El Leq puede ser definido como el nivel de presión sonora constante, que durante un período de tiempo tiene el mismo contenido de energía y por tanto el mismo potencial de daños a la audición, así como el ruido fluctuante real.

13.9 Dosis de ruido

En Europa la Directiva (2003/10/CE) sobre agentes físicos (ruido) especifica que la exposición al ruido personal diaria de un empleado (LEP, d) no debe exceder de 85 dB(A). Este límite equivale a un Leq de 85 dB(A) durante 8 horas por día, y representa una dosis de ruido de 100%. Utilizando el concepto de energía del Leq, un incremento de 3 dB en el nivel de presión acústica reduce a la mitad la duración permisible de exposición. Por ejemplo, un aumento en el nivel de sonido de 85 dB(A) a 88 dB(A) debe

ir acompañado de una disminución a la mitad del tiempo de la exposición, de 8 a 4 horas.

Duración por Día (Horas)	Limite Europeo (Leq) dB(A)
16	82
8	85
4	88
2	91
1	94
30 min	97
15 min	100
7.5 min	103
3.75 min	106

13.9.1 Calculando Lep, d

Una variedad de hojas de cálculo y nomogramas están disponibles para el cálculo de Lep, d en el siguiente link: <http://www.hse.gov.uk/noise/calculator.htm> (ingresada en febrero de 2010).

13.10 Límites de ruido

En Europa la Directiva para agentes físicos (ruido) impone obligaciones a los empleadores de los distintos países de la siguiente manera:

- El empleador tiene la obligación de evaluar los riesgos asociados con la exposición al ruido.
- Proteger a los empleados de la exposición al ruido a través de:
- Eliminar y controlar los riesgos de ruido.
- Proporcionar protección auditiva adecuada.
- Facilitar información adecuada, instrucción y formación a los empleados acerca de los riesgos, medidas de control, protección auditiva y prácticas de trabajo seguro.
- Proveer vigilancia de la salud (controles auditivos) para los empleados que están en riesgo.
- Realizar el mantenimiento de los equipos, en particular de aquellos diseñados para controlar el ruido.
- Revisar la evaluación de riesgos y las acciones apropiadas sobre una base regular

(por lo menos cada dos años).

Los reglamentos especifican valores de acción y límite de la siguiente manera:

Valores de acción para baja exposición: una exposición diaria o semanal por persona de 80 dB (ponderado A) y una presión acústica máxima de 135 dB (ponderado C).

Valores de acción para alta exposición: una exposición diaria o semanal por persona de 85 dB (ponderado A) y una presión acústica máxima de 137 dB (ponderado C).

Valores límite de exposición: una exposición diaria o semanal por persona de 87 dB (ponderado A) y una presión acústica máxima de 140 dB (ponderado C).

13.10.1 Otros límites

Los límites de ruido se han vuelto más estrictos en las últimas dos décadas. En Europa se utiliza un límite de 85 dB(A) $L_{ep,d}$, mientras que en Canadá se especifica un límite de 90 dB(A). En EE.UU. se utiliza un conjunto más complejo de los criterios que correlacionan dosis con el nivel y el tiempo de presión sonora. Este límite se conoce como el concepto de duplicar 5 dB y está desacreditado en muchos lugares fuera de los EE.UU.

Desde un punto de vista práctico, la norma adoptada en una empresa, o a nivel nacional, y el grado en que esa norma se logra aplicar mediante medidas de control técnico, depende de la interpretación de la base de datos de evaluación de riesgos y si se considera “razonablemente posible” para implementarse.

13.11 Conservación auditiva

El objetivo de la introducción de programas de conservación de la audición en la industria es prevenir la pérdida auditiva, y así garantizar la evaluación y control de la exposición al ruido excesivo en el trabajo. Esto se puede lograr por medio de los programas que incorporan las siguientes características esenciales.

13.11.1 Evaluación de ruido en áreas de trabajo

El principal interés en lo que se refiere a ruido en el trabajo es determinar su exposición y el cumplimiento de un límite de exposición al ruido ocupacional. Por lo tanto, se debe llevar a cabo una evaluación de ruido en las zonas donde se sospecha que las personas que podrían estar expuestas a ruido en exceso del límite de la exposición, es decir, el primer nivel de acción en los países miembros de la CE.

En los lugares de trabajo donde los niveles de ruido son razonablemente constantes, la evaluación debe establecer un mapa de contornos de niveles de ruido, y la exposición individual al ruido en los puestos típicos de trabajo. Aunque el cumplimiento del límite de la exposición al ruido es la principal preocupación, a menudo es más fácil, desde el punto de vista administrativo, lograr mediante la especificación el cumplimiento de un límite en un área de trabajo que sea numéricamente igual al límite de la exposición al ruido. Por esto se realiza la aproximación. Para el caso de la evaluación se pueden prever tres circunstancias:

- Si tan sólo se adopta el enfoque de mapas de ruido, los lugares en los que el nivel es numéricamente igual o mayor que el límite de la exposición al ruido deberán ser designados claramente, por ejemplo, como zonas de peligro de ruido. No se debe permitir la entrada de ninguna persona a estas áreas sin utilizar protección auditiva adecuada, independientemente de la duración de la estancia.
- Si se determina evaluar la exposición al ruido de un turno individual completo, los niveles de ruido obtenidos deben compararse con el límite de la exposición al ruido. Para los trabajos en los que se espera que normalmente el límite de ruido se pueda superar, se debe usar protección auditiva adecuada en aquellas áreas donde prevalecen altos niveles de ruido.
- Si tanto los datos de los mapas de ruido, como la evaluación de exposición individual determinan que se superan los límites de exposición, los datos se deben utilizar para definir áreas de riesgo de exposición al ruido, y a su vez se pueden designar áreas fuera de peligro siempre que pueda demostrarse que la exposición al ruido se encuentra por debajo del límite de exposición al ruido.

Los niveles de ruido se pueden determinar usando un sonómetro (tipo 1 o tipo 2), pero es esencial que el instrumento se utilice correctamente si se quieren obtener datos significativos. Por ejemplo, cuidar la calibración, tomar en consideración el tipo de ruido, etc.

En los lugares de trabajo donde los niveles de ruido fluctúan (como talleres), la evaluación debe establecer el tiempo real de exposición al ruido individual acostumbrado del puesto de trabajo específico, para la comparación con el límite de la exposición al

ruido. Para los puestos o elementos de trabajo de los que se espera normalmente que el límite se supere, se debe usar protección auditiva adecuada.

Además de cumplir con los criterios de exposición, las mediciones de exposición a ruido también son útiles para indicar las áreas prioritarias del control del ruido, para poner de relieve el personal con mayor riesgo y para implementar capacitaciones en cuanto a prácticas de conservación auditiva.

13.11.2 Control de ruido en lugares de trabajo

En caso de que un control de ingeniería indique minimizar el ruido del lugar de trabajo, se recomiendan los siguientes enfoques generales, en orden de preferencia decreciente:

- Reducción del ruido en la fuente: la mejor etapa para lograrlo es en el diseño.
- Encerramiento de equipo ruidoso: la disipación de calor y acceso para el mantenimiento puede ser un problema.
- Mayor separación del trabajador de la fuente de ruido.
- Absorción del ruido por medio del revestimiento de superficies con material absorbente, donde la reverberación puede ser un problema.

Estas medidas deben de estar unidas con un mantenimiento regular de la maquinaria, ya que esto puede contribuir de manera significativa a reducir al mínimo la emisión de ruido.

Las especificaciones de ruido se deben desarrollar para toda maquinaria nueva. Estas deben tener en cuenta el ruido existente en el trabajo y los límites de exposición al ruido que prevalecen.

13.11.3 Protección del personal en riesgo

Es necesario proteger al trabajador de la exposición al ruido excesivo en el ambiente de trabajo, si las medidas de ingeniería u otros medios de control son insuficientes o no son razonablemente prácticos. Una o más de los siguientes enfoques podrán adoptarse:

- Provisión de refugios de ruido en las áreas designadas, por ejemplo, en salas de calderas. Si el 50 por ciento de la jornada de trabajo se gasta en los refugios acústicos, la exposición se reduce a la mitad con eficacia; es decir, la dosis de ruido se reduce en 3 dB(A).

- Alteración del patrón de trabajo, por ejemplo, a través de la rotación de trabajo (aunque esto puede ser difícil de administrar) para reducir el tiempo de exposición en áreas designadas.
- El uso de dispositivos de protección auditiva personal, como orejeras, tapones para los oídos, etc. La selección apropiada, su uso correcto y el mantenimiento regular de estos dispositivos son de importancia suprema para asegurar la protección eficiente. Donde esté disponible, deben de tenerse en cuenta los datos internacionales de atenuación para el procedimiento de selección.

13.11.4 Información y entrenamiento

Todas las personas que están potencialmente expuestas a ruido en el trabajo, por fuera de los límites de exposición, deben ser instruidas en el riesgo de pérdida auditiva, medidas preventivas y acerca de su papel en el programa de conservación de la audición. La instrucción puede ser administrada de diversas maneras:

- Cursos y orientación por escrito para nuevos empleados.
- Cursos de revisión periódica para quienes trabajan en áreas designadas.
- Programa de gestión para explicar la política la conservación de la audición a personas y grupos en situación de riesgo.
- Campañas periódicas de conservación auditiva, que incluyen competiciones, películas y carteles.

La instrucción a los empleados expuestos a los riesgos debe incluir información sobre:

- La naturaleza del ruido y el mecanismo de la audición.
- Los efectos sobre la audición por la exposición al ruido en exceso del límite de exposición.
- Los principios de conservación de la audición.
- Los requisitos para la aplicación efectiva del programa de conservación auditiva.

Frecuencias

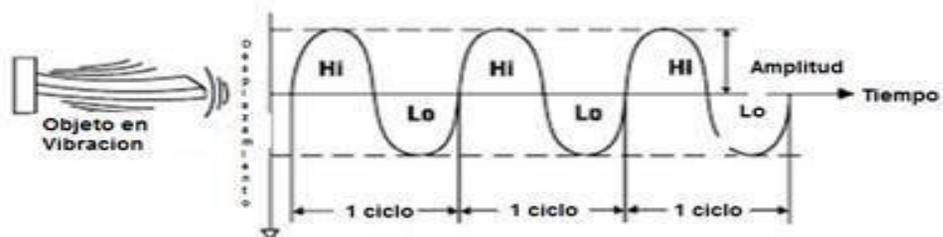
14 VIBRACIÓN

14.1 Introducción

La vibración es la oscilación mecánica de un objeto sobre un punto de equilibrio. Las oscilaciones pueden ser regulares, como el movimiento de un péndulo, o al azar, como el movimiento de un neumático en un camino de grava. El estudio de los efectos de la vibración en la salud requiere medir las "ondas de presión" que se generan por el dispositivo o estructura que vibra.

La vibración entra en el cuerpo a través del órgano en contacto con el aparato que vibra. Cuando un trabajador opera equipo de mano, como una sierra de cadena o un martillo neumático, la vibración afecta a manos y brazos. Dicha exposición se llama exposición a la vibración mano-brazo. Cuando un trabajador se sienta o se encuentra en una superficie que vibra, la exposición vibratoria afecta a casi todo el cuerpo y se llama exposición a la vibración de todo el cuerpo.

Si pudiéramos ver un objeto que vibra en cámara lenta, se podría ver los movimientos en diferentes direcciones. Cualquier vibración tiene dos cantidades medibles. A qué distancia (amplitud o intensidad) y qué tan rápido (frecuencia) el objeto se mueve ayudan a determinar sus características vibratorias. Los términos utilizados para describir este movimiento son la frecuencia, la amplitud y la aceleración.



Fuente: Canadian Centre for Occupational Health and Safety.

Figura 14.1 - Representación de las medidas de la exposición a la vibración.

14.1.1 Frecuencia

Un objeto que vibra se mueve hacia atrás y hacia adelante desde su posición estacionaria normal. Un ciclo completo de la vibración se produce cuando el objeto se mueve de una posición al otro extremo, y viceversa. El número de ciclos que un objeto vibrante completa en un segundo se llama frecuencia. La unidad de frecuencia es el hertzio (Hz). Un hertzio es igual a un ciclo por segundo.

14.1.2 Amplitud

Un objeto vibrante se mueve a una cierta distancia máxima de un lado a otro de su posición estacionaria. La amplitud es la distancia desde la posición estacionaria a la posición extrema de cada lado y se mide en metros (m). La intensidad de la vibración depende de la amplitud.

14.1.3 Aceleración (medida de la intensidad de la vibración)

La velocidad de un objeto vibrante varía de cero a un máximo durante cada ciclo de vibración. El objeto se mueve más rápido a medida que pasa de su posición estacionaria natural a una posición extrema. El objeto vibrante se ralentiza a medida que se acerca al extremo, donde se detiene y luego se mueve en la dirección opuesta, desde la posición estacionaria hacia el otro extremo. La velocidad de vibración se expresa en unidades de metros por segundo (m/s).

La aceleración es la medida de cuán rápidamente la velocidad cambia con el paso del tiempo. La medida de la aceleración se expresa en unidades de metros por segundo, o metros por segundo al cuadrado (m/s^2). La magnitud de la aceleración cambia de cero a un máximo durante cada ciclo de vibración. Aumenta a medida que el objeto que vibra se mueve más lejos de su posición estacionaria normal.

14.2 La exposición a la vibración

La exposición a la vibración se produce normalmente durante la operación de maquinaria motorizada, sean herramientas de mano o mientras se viaja en vehículos. Algunos ejemplos de la exposición se dan a continuación. La vibración tiende a ser clasificada en los siguientes tipos, según la naturaleza de la exposición.

- **Vibración mano-brazo.** Es la vibración mecánica que cuando se transmite al sistema

mano-brazo humano, puede provocar desórdenes vasculares, traumatismos en huesos o articulaciones, y desórdenes neurológicos o trastornos musculares.

- **Vibración de todo el cuerpo.** Es la vibración mecánica que al transmitirse a todo el cuerpo puede resultar en morbilidad lumbar y en trauma vertebral.

Ejemplos de vibraciones industriales

Industria	Tipo de Vibración	Fuente Común de Vibración
Agricultura	Cuerpo entero	Tractores
Fabricación de calderas	Mano - brazo	Herramientas neumáticas
Construcción	Cuerpo entero Mano - brazo	Vehículos de trabajo pesado, herramientas neumáticas, martillos neumáticos
Cortador de diamantes	Mano - brazo	Herramientas manuales vibrantes
Silvicultura	Cuerpo entero Mano - brazo	Tractores, motosierras
Fundiciones	Mano - brazo	Cuchillas vibratorias
Fabricación de muebles	Mano - brazo	Cinceles neumáticos
Hierro y acero	Mano - brazo	Herramientas manuales vibrantes
Madera	Mano - brazo	Motosierras
Máquinas - Herramientas	Mano - brazo	Herramientas manuales vibrantes
Minería	Cuerpo entero Mano - brazo	Operación de vehículos Perforadoras
Remachado	Mano - brazo	Herramientas manuales
Caucho	Mano - brazo	Peladoras neumáticas
Laminado metálico	Mano - brazo	Equipos de estampado
Astilleros	Mano - brazo	Herramientas neumáticas manuales

Industria	Tipo de Vibración	Fuente Común de Vibración
Zapaterías	Mano - brazo	Máquinas piladoras
Enchapado en piedra	Mano - brazo	Herramientas neumáticas manuales
Textil	Mano - brazo	Máquinas de coser, telares
Transporte	Cuerpo entero	Vehículos

14.3 Efectos sobre la salud de la vibración

Las condiciones de salud inducidas por vibración suceden lentamente. Al principio comienza como un dolor. A medida que continúa la exposición a las vibraciones, el dolor puede convertirse en una lesión o enfermedad. El dolor es la primera condición de salud y debe abordarse con el fin de detener la lesión. El dedo blanco, generado por la vibración (VWF), es la condición más común entre los operadores de herramientas vibratorias portátiles.

La vibración puede causar cambios en los tendones, los músculos, los huesos y las articulaciones, y puede afectar el sistema nervioso. En conjunto, estos efectos se conocen como síndrome de vibración mano-brazo (HAVS). Los síntomas de VWF se agravan cuando las manos están expuestas al frío. Los trabajadores afectados por HAVS comúnmente reportan:

- Ataques de blanqueamiento (blanqueo) de uno o más dedos cuando se exponen al frío.
- Sensación de hormigueo y pérdida de sensibilidad en los dedos.
- Pérdida del toque suave.
- Dolor y sensaciones periódicas de frío entre los ataques de los dedos blancos.
- Pérdida de la fuerza de agarre.
- Quistes óseos en los dedos y las muñecas.

El desarrollo de HAVS es gradual y aumenta en intensidad con el tiempo. Pueden pasar meses o varios años para que los síntomas de HAVS lleguen a ser perceptibles clínicamente. HAVS es un trastorno que afecta los vasos sanguíneos, los nervios, los

músculos y las articulaciones de la mano, la muñeca y el brazo, y puede llegar a ser gravemente incapacitante si se ignora. El dedo blanco generado por vibración (VWF) es una queja común entre los trabajadores que utilizan regularmente herramientas eléctricas o taladros, y puede desencadenarse por clima frío o húmedo, y ocasiona un fuerte dolor en los dedos afectados.

14.4 Medición de la vibración

La vibración se mide generalmente con el empleo de acelerómetros y a diferencia de un sonómetro, la sonda real tiene que ser pequeña y ligera para no alterar el patrón de vibración de la máquina que se está midiendo, o si la aceleración medida está en contacto con la mano de un trabajador. A diferencia de las mediciones de ruido, las vibraciones tienen un elemento subjetivo, en que el acelerómetro puede ser retenido contra una herramienta que vibra con la mano, puede ser fijado a ella, por ejemplo mediante lazos de plástico, o puede ser fijado al operador en las manos. Todas estas alternativas necesariamente ofrecerán resultados diferentes.

15 AMBIENTE TÉRMICO: PRINCIPIOS, EVALUACIÓN Y CONTROL

El cuerpo humano podría considerarse como una planta de procesamiento que, al utilizar complejas reacciones químicas, produce energía mecánica. Además, como consecuencia de la inevitable ineficiencia de estas reacciones, produce calor como un subproducto. Para que el cuerpo funcione eficazmente necesita mantener una temperatura constante dentro de los 36,5 a 37,5° C.

15.1 Respuesta humana al ambiente térmico

Los centros de regulación de la temperatura en el cerebro son sensibles a pequeños cambios de la temperatura de la sangre, y capaces de responder a los nervios sensoriales de la piel. El cerebro entonces utiliza esta información para ajustar la respuesta del cuerpo al calor.

15.1.1 Respuesta fisiológica al calor

Cuando el cuerpo se expone al calor, los vasos sanguíneos de la piel se expanden y el pulso se incrementa. Esto incrementa el flujo de sangre en la superficie del cuerpo y, por lo tanto, aumenta el potencial de transferencia de calor desde el centro del cuerpo hacia la piel y los alrededores. La sudoración también incrementa la pérdida de calor debido al calor latente de evaporación, lo que tiene el efecto adicional de acrecentar los requerimientos de agua.

En muchas condiciones de calor, la sudoración ofrece el máximo potencial para regular la temperatura del cuerpo. Al pasar de frío a un clima predominantemente más cálido, es necesario permitir que el cuerpo se aclimate, y así incrementar el volumen de sangre y la capacidad de sudoración, mientras se disminuyen las pérdidas de sales al sudar. Se necesitan cerca de tres días para que la climatización llegue a un 60% y cerca de 10 días para que sea completa. El aumento en la capacidad de sudoración se pierde en pocos días en un ambiente más fresco.

Posibles efectos adversos por exposición a un calor excesivo incluyen: fatiga, alteración del comportamiento, reducción de la concentración, calambres por calor debido a la pérdida de sal, agotamiento por calor e insolación.

15.1.2 Respuesta fisiológica al frío

Al exponerse al frío, los vasos sanguíneos en la piel se contraen y se reduce el flujo de calor de la superficie del cuerpo, con lo cual se minimiza la pérdida de calor del cuerpo. La producción de calor se incrementa por la actividad física y los escalofríos (tiritar). No es necesaria una climatización fisiológica para el frío.

Los posibles efectos adversos por frío excesivo incluyen: lasitud, apatía, eritema pernicio (vulgarmente conocida como sabañón), daños en la piel o los tejidos (comúnmente en dedos de las manos y los pies, la nariz, las orejas, las mejillas y la barbilla) e hipotermia.

15.1.3 Respuesta fisiológica al ambiente térmico

Las personas a menudo modifican la manera de trabajar en función de la temperatura del ambiente. Con frecuencia, tratan de modificar su entorno de trabajo, por ejemplo, se mueven a una zona más confortable, cambian su ropa, aumentan o disminuyen la ventilación, entre otros aspectos. El rendimiento y la eficiencia también se pueden afectar por condiciones térmicas adversas.

15.2 Transferencia de calor del cuerpo

Existen fórmulas para calcular la carga y el balance de calor de una persona, y para ellos se requiere proporcionar los datos suficientes. Esta es un área muy compleja y está más allá del alcance de este curso, sin embargo, conocer los mecanismos y factores que intervienen en el balance de calor es útil para comprender la evaluación del estrés térmico.

En términos de medición o evaluación de ambientes térmicos, hay seis parámetros que deben considerarse, dos de ellos relacionados con el individuo y cuatro con el ambiente, a saber:

En términos de medición o evaluación de ambientes térmicos, hay seis parámetros que deben considerarse, dos de ellos relacionados con el individuo y cuatro con el ambiente, a saber:

$$S = M - W + C + R + K_C - E$$

Donde

- S = Equilibrio, lo que a largo plazo debe ser igual a 0
- M = Metabolismo
- W = El trabajo externo realizado
- C = Convección
- R = Radiación
- K_c = Conducción
- E = Evaporación

Los mecanismos de balance de calor durante un período se ven afectados por seis parámetros, dos asociados con el individuo y cuatro con el medio ambiente, a saber:

1	Tasa de trabajo (es decir, actividad o tasa metabólica)	Persona
2	Ropa	
3	Temperatura del aire	Ambiente
4	Temperatura radiante	
5	Velocidad del aire	
6	Condiciones de humedad	

15.3 Evaluación del ambiente térmico

15.3.1 Tasa metabólica

La tasa metabólica se expresa en vatios (W) o vatios por metro cuadrado de superficie de área corporal. Esta varía aproximadamente entre 45 W/m^2 en reposo, cerca de 70 W/m^2 de pie y 500 W/m^2 en estado de máximo trabajo. Las tasas metabólicas frecuentemente se estiman a partir de la comparación de la tarea del trabajo y los tipos de actividades.

Actividad	Rango metabólico (W/m^2 de superficie corporal)
Dormir	43

Descansar	47
Estar sentado	60
Estar de pie	70
Caminar despacio (2.5Km/h)	107
Caminar (5 Km/h)	154
Correr (16 Km/h)	600
Correr a gran velocidad (25 Km/h)	2370

15.3.2 Aislamiento personal

El aislamiento personal (ropa): la resistencia térmica de la ropa es expresada como un valor Clo, donde $1 \text{ Clo} = 0,155 \text{ Km}^2/\text{W}$. El aislamiento personal tiende a ser autorregulado, ya que las personas agregan o retiran prendas de acuerdo con sus propios sentimientos de confort. Tablas de valores típicos de Clo para conjuntos de ropa están disponibles para consulta.

Ropa	Valor de Clo
Desnudo	0
Pantaloncillos	0.1
Ropa ligera de verano	0.5
Traje típico comercial	1.0
Vestido pesado	1.5
Ropa ártica	3-4
Máximo práctico	5

15.3.3 Duración de la exposición

La duración de la exposición a una situación térmica puede, en muchos casos, variar de manera voluntaria o por medio de regímenes de trabajo o descanso, lo que reduce así el riesgo de exposición prolongada al calor o al frío. El período de descanso debe tomarse preferiblemente en un ambiente menos extremo.

15.3.4 Temperatura seca

La temperatura seca (temperatura seca del aire) se mide con un termómetro cuyo sensor permanece seco y protegido del calor radiante.

Termómetro simple: es la expansión térmica del fluido (mercurio o alcohol) dentro de un fino tubo capilar. Es económico y puede ser exacto, con rangos de temperatura limitados, frágiles y de respuesta lenta.

Dispositivos eléctricos: por ejemplo el transmisor térmico o el termocupla son robustos, exactos y convenientes. A menudo, están integrados en otros dispositivos, como anemómetros o medidores térmicos.

15.3.5 Temperatura radiante media

La temperatura radiante media es la temperatura hipotética uniforme de un recinto negro ideal, el cual intercambia con el cuerpo la misma cantidad de calor radiante que un recinto no uniforme.

Pirómetros o termopilas: son dispositivos direccionales que cuando apuntan a una superficie de emisión conocida determinan la temperatura radiante de esa superficie. Con suficientes datos es posible calcular la temperatura radiante media.

Termómetro de globo: consiste en una esfera de cobre negro con un simple termómetro proyectado hacia su centro. Cuando se conocen la temperatura y la velocidad del aire, la temperatura media del entorno se puede calcular mediante operaciones básicas, o con la ayuda de nomogramas.

15.3.6 Velocidad del aire

El calor se elimina del cuerpo por convección cuando una corriente de aire pasa sobre ella, a menos que la temperatura del aire sea mayor que la de la piel. El movimiento del aire también afectará a la velocidad de evaporación de la humedad en la piel, a menos que el aire esté 100 % saturado, o que su presión de vapor sea mayor que en la superficie de la piel.

Anemómetro de aspa, tipo "hélice", direccional, eléctrico o mecánico. Puede ser utilizado para medir fluctuaciones y flujos unidireccionales de aire.

Anemómetro de resistencia: es un dispositivo sensible, frágil y unidireccional.

Kata-termómetro: termómetro de vidrio de alcohol, con un gran bulbo plateado en su base y una pequeña bombilla en la parte superior. Se calienta hasta que el líquido se expande en el bulbo superior, y se retira del calor para permitir que el flujo de aire lo enfríe. A medida que el líquido se contrae en el bulbo inferior, se mide el tiempo entre dos marcas en la escala de medición. La velocidad del aire se puede calcular a partir de este "tiempo de enfriamiento".

Trazador de humo: accesorio extremadamente valioso para visualizar el flujo de aire y medir muy bajas velocidades.

15.3.7 Contenido de humedad

La convección y la evaporación juegan un papel importante en la disipación de calor del cuerpo. Es por ello que la temperatura y el contenido de humedad del aire son parámetros importantes. Ellos están relacionados entre sí y el estudio de su relación es conocido como "psicrometría".

La fuerza motriz que hace que se evapore el agua es la diferencia en "presión de vapor" entre el aire y la superficie del agua. La presión máxima de vapor que puede ocurrir a cualquier temperatura se llama la "presión de vapor de saturación" y varía con la temperatura de acuerdo con la línea curva (100 % saturación) en la tabla psicométrica que muestra una serie de parámetros, que incluyen temperatura seca, húmeda, contenido de humedad y el porcentaje de saturación (humedad relativa). El efecto de la

presión de vapor de agua en el ambiente es medido de modo indirecto, ya sea a partir del punto de rocío (la temperatura a la que el vapor de agua se condensa en el aire), o con la medición de la depresión de la temperatura de un termómetro de bulbo cubierto en una mecha empapada de agua.

Bulbo húmedo natural: es un simple termómetro cuyo bulbo se cubre con una mecha humedecida en agua destilada.

Bulbo húmedo forzado: se consigue al girar un higrómetro. En este caso, el movimiento del aire de menos de 4 m/s se induce sobre la mecha.

Nota: el bulbo húmedo forzado es usado para trabajos psicométricos, mientras que el bulbo húmedo natural se usa para calcular los índices WBGT.

15.3.8 Monitoreo personal

En condiciones térmicas extremas (calor) puede ser necesario efectuar el seguimiento individual, por ejemplo, frecuencias cardíacas y temperaturas internas. Para esto, se debe buscar el asesoramiento médico necesario.

15.4 Índices de estrés por calor

Ninguno de los parámetros mencionados debe ser tomado de forma aislada para representar una condición térmica. Varios trabajadores han ideado índices para combinar algunos de estos parámetros en una misma tabla, que podría servir de estándar. Algunos parámetros se citan a continuación:

- **Temperatura globo de bulbo húmedo:** es un índice sencillo calculado después de medir la temperatura seca del aire, bulbo húmedo natural y de globo. El valor resultante puede ser usado para compararlo con los datos publicados sobre los límites recomendados de trabajo y descanso.
- **ISC (Índice de stress calórico o sobrecarga calórica):** de Belding y Hatch (1955), se calcula utilizando una serie de mediciones ambientales, así como el ritmo de trabajo. Es a menudo utilizado por ingenieros para evaluar el efecto de variar uno o más de los factores incluidos en este índice.

- **P4SR (tasa de sudoración prevista de cuatro horas):** es utilizada para medir límites fisiológicos. La tasa de sudoración máxima permitida se estima para un hombre joven en 4.5 litros en cuatro horas, pero se prefiere una tasa de sudoración por debajo de 2.7 litros.

15.5 Confort térmico

El confort térmico es muy subjetivo y las personas tendrán opiniones disímiles sobre el ambiente térmico ideal. Los problemas de confort térmico se manifiestan en condiciones mucho menos extremas que las que un estrés térmico provoca. También se han generado algunos índices en un intento de medir el confort térmico, por ejemplo, la Temperatura Efectiva Corregida (TEC/CET) y el Índice de Fanger.

15.6 Estrés por frío

El índice de sensación térmica se aplica al extremo frío de la escala, y se relacionan el efecto de enfriamiento de la temperatura del aire y la velocidad del viento de una temperatura equivalente, obtenida de una tabla de datos.

15.7 Control del ambiente térmico

Cuando a confort se refiere, siempre es válido comprobar que es el ambiente térmico el que tiene la culpa. Lo que a menudo se manifiesta como una queja sobre la temperatura, puede ser una molestia causada por factores como insatisfacción general, problemas con vecinos y sus hábitos, ergonomía, etc.

Cuando se trata de problemas de confort térmico, vale la pena recordar que satisfacer siempre a todas las personas es algo extraordinario, dado que cada quien tiene preferencias diferentes.

Entender cómo el ambiente térmico afecta a las personas, y contar con datos sobre las variables de interés, permite predecir el efecto de la modificación de cada uno de estos parámetros.

15.7.1 Modificación de las condiciones de confort

En el caso de interactuar con diferentes personas con requerimientos disímiles de ropa y niveles de actividad, es necesario:

Tratar sus ambientes separadamente (soldadores y trabajadores de montaje, asistentes comerciales y clientes).

Modificar la ropa, actividad o patrones de comportamiento.

Modificar el medio ambiente local, por ejemplo, con el empleo de ventiladores o calentadores.

Calentar o ventilar el ambiente total.

Usar aire acondicionado.

15.7.2 Modificación de ambientes calientes

Para ello es fundamental variar el ambiente del área de trabajo. Modificar condiciones radiantes mediante pantalla, aislante o superficies radiantes barnizadas con pintura de baja emisión. Usar ventiladores fríos. Aumentar el movimiento del aire. Modificar los patrones de comportamiento, regímenes de trabajo/descanso. Proporcionar zonas acondicionadas. Aumentar la distancia de 'puntos calientes'. Activar el aire acondicionado. Generar deshumidificación. Utilizar ropa de protección. Proporcionar agua potable y dar tiempo a los empleados para aclimatarse después de los descansos.

15.7.3 Modificación de ambientes fríos

Suministrar ropa de protección seca, y prestar especial atención a la cabeza y extremidades. Proporcionar instalaciones acondicionadas para cambiarse si la ropa se moja:

Modificar los patrones de comportamiento.

Variar el ambiente local, calentadores, etc.

Calor total del ambiente.

15.8 Problemas específicos del ambiente

15.8.1 Componentes radiantes altos

Si la temperatura radiante es alta y supera la temperatura seca, entonces es probable que el componente radiante que contribuye al ambiente domine. Temperaturas medias radiantes altas pueden ocurrir por varias razones, y cada una requiere de una solución diferente.

En algunos lugares de trabajo las superficies que rodean al operador, como paredes, techos, pisos y elementos de infraestructura y equipos, pueden tener una temperatura

varios grados por encima de la temperatura del aire. Estas condiciones pueden estar presentes en áreas de calderas, cuartos de compresores y motores, estaciones generadoras y en el interior de vehículos militares, como tanques y aviones. Edificios con una fuerte luz solar también pueden tener estas características. En estos casos es inapropiado proteger al trabajador de la fuente, ya que se genera por todos lados. Si la temperatura seca del aire está por debajo de la temperatura de la piel, entonces un simple aumento de la velocidad del aire puede aliviar la situación. Si la velocidad del aire es ya alta, o si hay otras buenas razones, puede ser necesario utilizar aire acondicionado o enfriadores de aire, o si la temperatura húmeda es muy baja, se pueden utilizar enfriadores por evaporación. En el caso de los aviones militares, los pilotos llevan ropa enfriada, solución que podría aplicarse en otros lugares de trabajo.

Apantallar la fuente de calor radiante es aconsejable para las condiciones en sitios de fundición de metales, zonas de hornos, fabricación de acero y de metalurgia, donde algunas superficies tienen temperaturas extremadamente altas, sobre todo cuando se maneja el fundido al rojo o blanco del metal caliente. Ciertas situaciones al aire libre, con la luz solar directa, especialmente en los trópicos secos, tienen un componente radiante similar. Con frecuencia, en estas condiciones la temperatura seca es tan alta que un aumento en la velocidad de aire será muy eficaz. Se puede utilizar aire acondicionado (refrigeración), pero a menudo la fuente de calor es mucho más intensa que el máximo efecto que suministra el aire enfriado, de modo que es más adecuado el apantallamiento o la ropa reflectante del calor. Existe una tendencia en aplicar el apantallamiento para que absorba el calor, lo cual eleva la temperatura y por lo tanto se convierte en un emisor de calor. Para minimizar esto, la pantalla debe tener superficies altamente reflectantes o estar enfriada por aire o agua. Lo mismo ocurre con la ropa. Infortunadamente, las pantallas restringen la visibilidad y la accesibilidad a la tarea y es necesario prever esto. Los orificios para la visibilidad pueden cubrirse con vidrio reflectante, y los problemas de manipulación manual se pueden aliviar con el uso de dispositivos de control remoto.

15.8.2 Condiciones de alta humedad

En lavanderías y algunas minas, así como en la industria textil y en otros procesos de fabricación, la temperatura seca es alta y la temperatura húmeda está cerca. Esto es un indicador de una humedad alta. Muchos lugares en los trópicos húmedos tienen

condiciones ambientales similares. Un suministro de aire deshumidificado, a partir de un sistema de aire acondicionado, en muchas situaciones industriales se limita a un área no más grande que la del suministro; sin embargo, si este chorro de aire se proyecta a una zona ocupada, el incremento en la velocidad del aire sobre los trabajadores puede ser eficaz para mejorar la comodidad y aliviar el estrés.

15.8.3 Condiciones de calor seco

Estas condiciones pueden ocurrir en las minas secas y profundas, dentro de los edificios de los trópicos secos y en muchos procesos de manufactura donde el calor se emite de instalaciones y maquinaria. La solución más simple es aumentar la velocidad del aire sobre el trabajador, pero si esto no es posible, otras medidas, como el ingreso de aire frío, pueden ser necesarias.

16 INTRODUCCIÓN A LA ILUMINACIÓN Y A LAS RADIACIONES NO IONIZANTES

En este capítulo se explican varios tipos de radiación ionizante y no ionizante, se discuten los efectos de la exposición excesiva, y la evaluación y el control apenas serán descritos.

16.1 Introducción

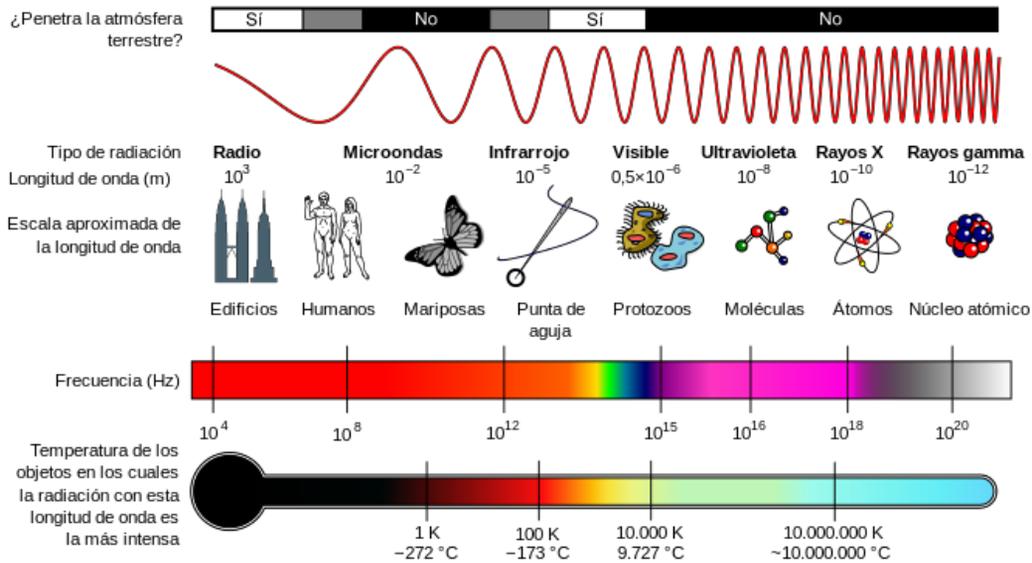
Las ondas electromagnéticas son producidas por el movimiento de partículas cargadas eléctricamente. A estas ondas también se les llama “radiación electromagnética” porque se irradian desde las partículas cargadas. Ellas viajan a través del espacio vacío, así como a través del aire y pueden penetrar otras sustancias. Ondas de radio, microondas, la luz visible y los rayos X son ejemplos de ondas electromagnéticas.

Al igual que con la energía del sonido, la radiación electromagnética se puede describir en términos de su frecuencia (o longitud de onda) y de su intensidad. La frecuencia (Hz) es inversamente proporcional a la longitud de onda (nm), por lo que las frecuencias más altas tienen una longitud de onda más corta:

$$f \propto 1/L$$

Dónde: L= longitud de onda y f= frecuencia

La intensidad (mW/cm²) es expresada en términos de la cantidad de energía que incide en una unidad de área. Esta intensidad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente. El espectro electromagnético cubre una amplia gama de frecuencias. Se utilizan términos tales como luz visible, microondas e infrarrojo para describir las diferentes partes del espectro.



Fuente: Gobierno Federal de Estados Unidos, a través de Wikimedia Commons.

Figura 16.1 - El espectro electromagnético.

El espectro electromagnético se puede dividir en dos en una longitud de onda de aproximadamente 10 nm, entre LA RADIACIÓN IONIZANTE y LA NO IONIZANTE. La luz visible, el infrarrojo y las microondas son tipos de radiación no ionizante. Los rayos X y los rayos gamma son ejemplos de radiación ionizante. La diferencia entre radiación no ionizante y la ionizante es simplemente una energía asociada. Para la región ionizante del espectro electromagnético, la energía incidente sobre una materia es suficientemente grande como para quitar un electrón de una órbita del átomo y producir ionización, mientras que para la región no ionizante, la energía normalmente no es suficiente para producir pares de iones. La radiación ionizante se tratará en el capítulo 17.

16.2 Tipos de radiación no ionizante

16.2.1 Radiación ultravioleta (UV)

Los rayos ultravioleta (UV) son una radiación invisible producida naturalmente por el sol (radiación solar) y artificialmente por la industria a través de arcos (por ejemplo, soldadura) que operan a altas temperaturas. La lámpara fluorescente ordinaria genera buena parte de radiación UV en el interior de la bombilla, pero es absorbida por la capa

de fósforo fluorescente, que emite radiación visible de longitud de onda más larga.

La radiación UV es absorbida fácilmente por el tejido humano, por lo tanto los ojos y piel son particularmente vulnerables. La exposición más común es la del sol, que puede producir quemaduras, y en circunstancias graves, ampollas en la piel. La exposición prolongada de la piel puede causar envejecimiento prematuro y engrosamiento de la piel (queratosis). Una afectación más grave es el cáncer de piel, que hoy día es el tipo de cáncer más diagnosticado. El melanoma, que es ocasionado por el daño de las células de melanina en la piel, es la forma más severa de daño. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que hay 132000 casos diagnosticados de melanoma maligno (66000 muertes) y que más de 2 millones de tipos de cáncer de piel se descubren anualmente.

Este es el tipo de cáncer más común en la población joven (el grupo de los 20-39 años) y se estima que el 85% de los casos son causados por exceso de exposición a la luz solar. Esto tiene implicaciones en los trabajadores que tienen exposición solar por razones profesionales, y se incluyen jardineros y mano de obra de la construcción. Por otra parte, la exposición a algunas sustancias utilizadas en el trabajo, como el alquitrán de hulla o crisoles encontrados en alquitranes de la carretera, puede hacer la piel excepcionalmente sensible al sol.



Fuente: Wikimedia commons.

Figura 16.2 - Melanoma.

La exposición excesiva de los ojos produce conjuntivitis, una irritación dolorosa similar a la de tener arena en los ojos. Los soldadores experimentan “ojo de arco” y una condición similar se produce en “ceguera de la nieve”. A largo plazo el daño ocular puede conducir a la formación de cataratas.



Figura 16.3 - Conjuntivitis.

Fuente: Michael H. Wong, vía *Creative Commons*.

La radiación ultravioleta está subdividida en tres bandas de longitud de onda decreciente: la longitud de onda más larga es la UVA, seguida por la UVB y la más corta es UVC. Cuanto más larga es la longitud de onda, menos energía se asocia con la radiación y menor daño le hace al cuerpo. Por ejemplo, la UVA es el tipo de luz que se utiliza en “luz negra” y no produce cáncer de piel.

16.2.2 Radiación infrarroja (IR)

La radiación infrarroja es emitida por cuerpos calientes (hornos y antorchas de gas); su efecto primario es el calentamiento de los tejidos superficiales. La exposición excesiva a esta radiación producirá molestias inmediatamente y por lo tanto sirve de advertencia de un daño inminente, antes que ocurra una quemadura. No obstante, los ojos no poseen un mecanismo de alerta temprana, por lo que una exposición excesiva podría dañarlos y formar cataratas. Asimismo, la IR puede deteriorar la retina.

16.2.3 Radiación láser

El nombre láser es un acrónimo de “amplificación de luz por emisión estimulada de radiación”, por sus siglas en inglés. Las máquinas de láser emiten un haz concentrado de radiación no ionizante (de una sola longitud de onda o una banda de longitud de onda estrecha) en la región infrarroja y visible del espectro electromagnético. Los rayos láser son potencialmente peligrosos, en particular con la vista, ya que son de alta intensidad, y los rayos paralelos se pueden centrar en un punto cerca del ojo. El daño oscila de quemaduras reparables a ceguera permanente. También puede originar cataratas. Los

láseres tienen amplio uso, por ejemplo, en comunicaciones, construcción, aplicaciones médicas y de investigación, topografía, etc. Los rayos láseres han sido clasificados por longitud de onda y máxima potencia de salida en cuatro clases y subclases bajo la norma IEC60825-1. Las clasificaciones se resumen brevemente en la siguiente tabla.



El signo de peligro para Clase 2 y ascendentes.

Clase 1	Seguros.
Clase 1M	Seguros. No deben ser usados en instrumentos ópticos.
Clase 2	Láseres visibles, seguros para la exposición accidental.
Clase 2M	Láseres visibles. Seguros para la exposición accidental, si no son usados en instrumentos ópticos.
Clase 3R	No es seguro. Presenta riesgo bajo.
Clase 3B	Peligrosos. Visualización con reflexión difusa es segura.
Clase 4	Peligroso. Visualización con reflexión difusa es además peligrosa. Presenta riesgo de incendio.

16.2.4 Radiación por microondas

Las microondas son producidas por la vibración molecular en los cuerpos sólidos y son por lo general descritas por la frecuencia de onda generada. Ejemplos de fuentes de energía de microondas son antenas de transmisión y aplicaciones médicas. El efecto básico sobre el cuerpo es térmico y, de hecho, las microondas de ciertas frecuencias se han empleado como medio para cocinar rápidamente los alimentos. El principal riesgo, por lo tanto, es la quemadura térmica de la piel y los ojos. La exposición prolongada a radiación de microondas de bajo nivel se ha relacionado con dolores de cabeza, insomnio, irritabilidad, fatiga y pérdida de memoria. Las microondas son ampliamente

utilizadas en aplicaciones como la informática inalámbrica y redes de telefonía móvil. Se ha planteado mucha preocupación pública acerca de la posibilidad de efectos graves sobre la salud a largo plazo, como cáncer. Hasta el momento, las investigaciones no han demostrado un vínculo concluyente.

16.2.5 Otros efectos de las radiaciones no ionizantes

El ozono se puede producir con descargas eléctricas o con la ionización del aire que rodea las fuentes de radiación no ionizante, por ejemplo, rayos ultravioleta, láser de alta potencia, microondas. La exposición de corta duración a unas pocas décimas de exceso de las partes por millón ppm de ozono puede generar malestar (dolor de cabeza, sequedad de las mucosas y la garganta).

16.3 Evaluación de la radiación no ionizante

Los medidores de mano están disponibles para medir radiaciones no ionizantes. A través de una foto muestran la emisión material (por ejemplo ultravioleta, visible o radiación ionizante), de modo que la radiación incidente libera electrones de la superficie. Estos electrones son recogidos por un ánodo, que hace fluir una corriente eléctrica que se mide con un amperímetro calibrado. Los datos de radiación obtenidos son contrastados con los límites de exposición laboral. De hecho la ACGIH ha adoptado o propuesto los TLV para uno de los siguientes:

- Radiación ultravioleta.
- La radiación visible e infrarrojo cercano.
- Radiación láser.
- Microondas y radiación de radiofrecuencia.

Los límites de intensidad de radiación se expresan en mW/cm^2 .

16.4 Iluminación

16.4.1 Reconocimiento

La porción visible de la radiación del espectro electromagnético es estrecha, y oscila entre 400 y 700 nm. La sensibilidad de los ojos a esta radiación nos permite ver esta

porción. En términos de higiene ocupacional estamos interesados con la percepción subjetiva de comodidad visual, y la buena iluminación, que es descrita en términos de cantidad y calidad de la iluminación.

Cantidad: esto es la cantidad de iluminación sobre la tarea. Se mide en lux y debe ser suficiente para que el trabajador lleve a cabo su labor.

Calidad: es la idoneidad de la luz, como la distribución del brillo en un entorno visual, el color de la luz, su dirección, la difusión y el grado de deslumbramiento. El tipo menos deseable de iluminación es el que se produce con una sola bombilla en la mitad de la habitación. La disminución del contraste y la mejora de la visibilidad serán el resultado de aumentar el número de fuentes de iluminación en el techo.

En general, por cada quehacer visual que se realiza, se requiere una cantidad mínima de luz para cubrir cada unidad de la superficie objeto de la vista, y depende principalmente de la naturaleza del trabajo que se está llevando a cabo. Muy poca luz puede provocar fatiga visual y dolores de cabeza. Exceso de luz puede suscitar deslumbramiento. Las recomendaciones de iluminación se describen en el código de la Institución de Servicios de Ingeniería de Edificación (código CIBSE) del Reino Unido, y en el reglamento de la Sociedad Americana de Calefacción y Ventilación (ASHRAE) de los EE.UU.

La iluminación de áreas en fábricas y oficinas se clasifica de acuerdo a tres categorías:

- * Iluminación local
- * Iluminación localizada
- * Iluminación general

Investigaciones han demostrado que existen condiciones favorables de luminosidad cuando el área laboral del trabajador tiene una iluminación tres veces mayor que la de su entorno inmediato, y cuando su entorno inmediato es tres veces mayor en iluminación que la sala de trabajo en general. Una buena iluminación tiene un efecto psicológico beneficioso en la fuerza de trabajo y la productividad.

16.4.2 Evaluación de iluminación

El instrumento más comúnmente utilizado para medir la iluminación es el fotómetro

fotoeléctrico (a menudo denominado luxómetro). Cuando la luz incide sobre la célula fotoeléctrica se convierte en energía eléctrica y la corriente producida se registra en un luxómetro calibrado. Este cuenta con un filtro integrado, que aplica de manera automática la corrección necesaria cuando hay luz día; la luz de la lámpara de mercurio o luz fluorescente es la que se debe medir, y presenta “color corregido” que responde al ojo humano. Los resultados cuantitativos obtenidos se evalúan en términos de criterio de orientación, como los recomendados por CIBSE o ASHRAE.

16.4.3 Deslumbramiento

El deslumbramiento puede ser definido como cualquier brillo dentro del campo de visión, cuando dicha característica causa incomodidad, molestia, interferencia con la visión, o fatiga del ojo. Tres tipos diferentes de reflejos pueden estar presentes por separado o en combinación:

Discapacidad de deslumbramiento: afecta la capacidad de ver con claridad, por ejemplo, el deslumbramiento causado por la farola de un carro o el sol que se refleja en una superficie mojada.

Malestar de deslumbramiento: este efecto aumenta con el tiempo; y se ejemplifica con una situación en que el primer plano puede ser demasiado brillante en comparación con el fondo (ventanas de día, la iluminación por la noche).

Resplandor reflejado: se ve en superficies pulidas o brillantes que reflejan una imagen más o menos distorsionada de una luz brillante. Puede ser molesto y es difícil o imposible ver lo que yace bajo el resplandor.

16.4.4 Buena iluminación

Estas son las directrices generales para el diseño de la adecuada iluminación, según cantidad y calidad suficientes:

* Considere la posibilidad de iluminar en la etapa de diseño de cualquier edificio o lugar de trabajo.

* Diseñe los niveles de iluminación en consonancia con las directrices establecidas, como el código CIBSE.

- * Integre la luz del día y la luz artificial.
- * Evite el deslumbramiento.
- * Reduzca el titileo.
- * Garantice el mantenimiento adecuado de superficies de vidrio y accesorios de iluminación.

17 RADIACIÓN IONIZANTE

17.1 Naturaleza

Es posible explicar muchos fenómenos a escala atómica al asumir que todos los átomos están hechos de tres partículas fundamentales. Estas se conocen como electrones, protones y neutrones. La combinación atómica más simple está formada por un electrón y un protón, el átomo del hidrógeno. En general, un cierto número de electrones con carga negativa gira en ciertas órbitas permitidas alrededor de un núcleo central, que está compuesto por un número igual de protones cargados positivamente y algunos neutrones. Estos no tienen carga y el número igual de electrones y protones asegura la neutralidad de carga de todo el átomo, dado que sus cargas son iguales en magnitud, pero tienen signo contrario.

El siguiente diagrama ilustra esta definición en tres variaciones del átomo de hidrógeno, las cuales tienen un número diferente de neutrones. Tales variaciones se llaman isótopos.

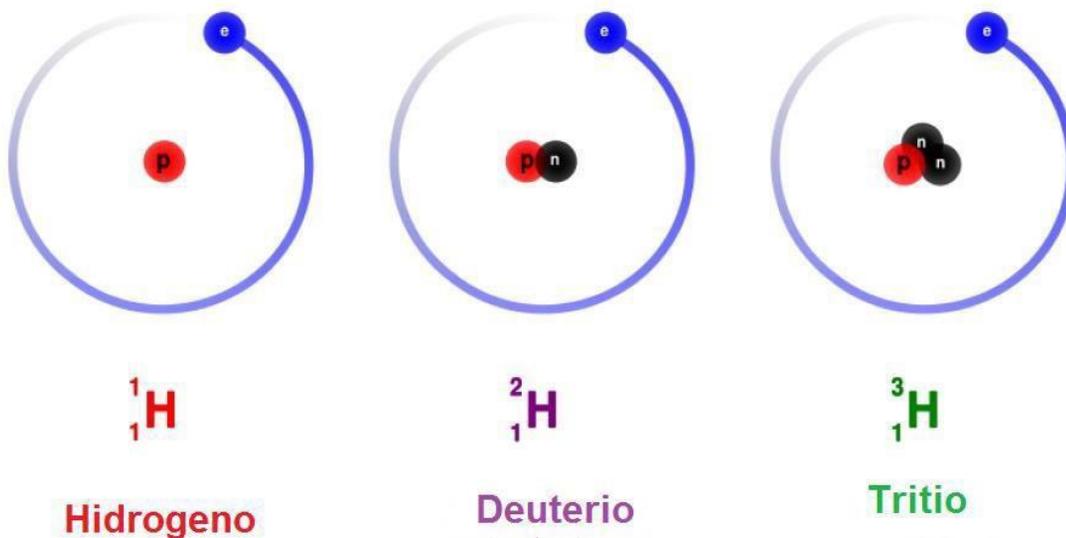


Figura 17.1 - Isótopos del hidrogeno.

Fuente: Tomada y modificada de Dirk Hünninger, con licencia de Creative Commons Attribution ShareAlike 3.0.

La radiación ionizante se refiere a partículas o radiación electromagnética que tienen suficiente energía para afectar los átomos directamente, es decir, ionizarlos, crear partículas cargadas, o iones, cuando estos interactúan con la materia. Hay cinco tipos diferentes de radiación ionizante: alfa (α), beta (β), neutrones (n), gama (γ) y Rayos X (χ). Las primeras tres son partículas y las últimas son ejemplos de radiación electromagnética. En la siguiente tabla se detallan estos tipos de radiación:

Tipo	Símbolo	Naturaleza	Carga	Masa relativa	Rango en el aire	Penetración
Alfa	α	Partícula (núcleo de helio)	(+)	4	0,4 - 2 cm	Ninguna
Beta	β	Partícula (electrón)	(-)	1/1800	5 - 20 cm	Leve
Neutrón	n	Partícula (neutrón)	0	1	Largo	Alta
Gama	γ	Electromagnética	0	0	Muy largo	Alta
Rayos x	χ	Electromagnética	0	0	Muy largo	Alta

17.2 Núcleos radioactivos

La radiación ionizante es emitida desde núcleos inestables que están decayendo, con emisión de energía. Estos son conocidos como núcleos radioactivos.

Un núcleo radiactivo pierde su radioactividad por decaimiento. El decaimiento es estadístico por naturaleza, es decir, es imposible predecir cuándo un átomo en particular se desintegrará, pero se sabe con certeza qué proporción de la radioactividad desaparecerá

en un tiempo dado. Esta tasa de decaimiento es caracterizada por una vida media



El trébol radiactivo es el símbolo usado para indicar material radiactivo.

específica, que es única para cada núcleo radioactivo, además de ser inalterable. La vida media es el periodo en el que la mitad de la radioactividad de un núcleo radioactivo desaparece. A su vez, es constante y por lo general se le conoce como $T_{1/2}$.

17.2.1 Unidades de radiación ionizante

Las unidades para medir la radiación son relativamente complejas. La mayoría de los países hoy en día usa el Sistema Internacional de Unidades (abreviado SI, del francés *Le Systeme International d'Unités*), que es la forma moderna del sistema métrico. Sin embargo, en Estados Unidos continúan usando un sistema antiguo con algunos propósitos regulatorios. Ambos métodos son resumidos a continuación por referencia:

Actividad (Becquerel)

La unidad según el Sistema Internacional de Unidades para la actividad de un material radioactivo es el Becquerel (Bq), que es igual a una desintegración por segundo.

La unidad tradicional de actividad ha sido el Curie (Ci), que es igual a 3.7×10^{10} desintegraciones por segundo.

Dosis absorbida (Gray)

Esta es una medida de la energía impartida a la materia por la radiación ionizante por unidad de masa del material. La unidad de la dosis absorbida en el Sistema Internacional es el Gray (Gy), que es igual a una absorción de energía o a un Julio por kilogramo. La unidad tradicional de dosis absorbida es el Rad, donde un Grey equivale a 100 Rads.

Dosis equivalente (Sievert)

Las dosis absorbidas iguales no siempre pueden generar riesgos de un efecto biológico. La efectividad biológica de una dosis absorbida en particular puede ser afectada por el tipo de radiación o por las condiciones de radiación. De esta manera, la dosis equivalente puede ser expresada como:

$$\text{Dosis equivalente (Sievert)} = \text{Dosis absorbida (Gray)} \times \text{factor modificador}$$

El factor modificador depende de la "calidad" de la radiación (1,0 para radiaciones de menor energía, pero llega hasta 20 para fragmentos de fisión de alta energía) y de la parte del cuerpo afectada. La unidad tradicional es el rem, y un sievert equivale a 100

rem.

17.3 Radiación externa e interna

Cuando se discuten aspectos de salud por la exposición a la radiación ionizante y el control de cualquier peligro, es importante distinguir entre radiación externa y radiación interna.

Un peligro de radiación externa se presenta cuando las fuentes de radiación que se encuentran fuera del cuerpo son de suficiente energía para penetrar las capas externas de la piel. A continuación se muestra un resumen de los efectos a la exposición, los principios de control y los tipos de monitoreo:

Los efectos de la exposición externa pueden ser resumidos así:

α : mínimo riesgo.

β : riesgo en la piel y los ojos.

γ y χ : todo el cuerpo en riesgo (radiación penetrante).

Un peligro de radiación interna aparece cuando el cuerpo es contaminado con un isótopo radioactivo. La presencia de material radioactivo en el cuerpo es frecuentemente un problema más serio que la exposición a la radiación externa dado que el material radioactivo:

- Está en contacto íntimo con el cuerpo, con los tejidos y los órganos del cuerpo (recuerde la ley del inverso del cuadrado)
- No puede ser removido o bloqueado (irradia el cuerpo 168 horas por semana).

La entrada al cuerpo puede ocurrir a través de inhalación, ingestión o absorción por la piel. En esta situación, los efectos a la exposición son:

α : peligro muy serio.

β : peligro serio.

χ y γ : normalmente no aplica.

17.4 Niveles de radiación

Todos estamos expuestos a radiación de fuentes naturales, así también de aquellas que se encuentran en el trabajo. El Laboratorio Nacional Los Álamos, en Estados Unidos,

proporciona una herramienta online que permite calcular la dosis anual de radiación:
<http://newnet.lanl.gov/info/dosecalc.asp> (consultada en febrero de 2010).

Esta herramienta tiene en cuenta:

1. La radiación cósmica, que se incrementa con la altura sobre el nivel del mar.
2. El material del cual está hecha su casa.
3. El tiempo de permanencia en un avión.
4. El hábito de fumar.
5. Rayos X médicos.
6. Otros factores del estilo de vida.

17.5 Efectos biológicos de la radiación ionizante

La exposición del tejido vivo a la radiación ionizante ocasiona daño de las células componentes. Este deterioro producto de la radiación puede ser útil al ser humano (es el caso de los tratamientos contra el cáncer bajo condiciones controladas cuidadosamente), pero en la mayoría de condiciones debe ser evitado tanto como sea posible. Los efectos factibles son resumidos en la siguiente tabla:

Efectos agudos	Efectos crónicos
Eritema	Cáncer
Cambios en la sangre	Defectos hereditarios
Esterilidad	
Muerte	

Todas las formas de radiación ionizante producen el mismo tipo de menoscabo en los tejidos irradiados. Sin embargo, la eficiencia con la cual se producen las reacciones en el tejido, varía con la densidad de la ionización en el camino de la radiación. La radiación de partículas, sean alfa o neutrones, cuyos iones producen gran cantidad de caminos y senderos concentrados a través de la materia, es más dañina por unidad de energía absorbida que las radiaciones electromagnéticas, como son los rayos gama o los rayos X, que causan una mayor ionización difusa.

Dado que los rayos cósmicos bombardean la superficie de la tierra y hay elementos radioactivos que ocurren de manera natural en todas partes, una cierta exposición mínima a la llamada "radiación de fondo" es inevitable. En algunas regiones, el

radiactivo gas radón se presenta de modo natural en suelos rocosos como el granito. Los mineros pueden estar expuestos a este gas, que además se puede acumular en los sótanos de los edificios, que necesitan una ventilación especial.

Debido al uso de materiales radiactivos en la industria y a la utilización de radiaciones ionizantes en la medicina y el sector fabril, algunos grupos de personas están expuestos a altos niveles de radiación.

17.6 Usos de la radiación

Industrial

- Medidores: La radiación (α , β , γ , neutrones) puede ser usada para medir el grosor, la densidad y el nivel de humedad.
- Radiografía industrial: se emplea para revisar la integridad de las uniones soldadas (γ , χ).
- Técnicas analíticas de laboratorio: difracción de rayos X y fluorescencia.
- Marcadores: los núcleos radiactivos son usados para determinar rendimiento, para pruebas de desgaste y en la búsqueda de reservas de agua y petróleo.

Médicas

- Diagnóstico con rayos X.
- Imágenes médicas: los núcleos radiactivos son a veces utilizados como marcadores.
- Tratamiento contra el cáncer: los núcleos radiactivos se aplican para destruir tumores.

17.7 Medición de la radiación

Las mediciones de la radiación pueden practicarse en una cantidad de formas, para medir diferentes cosas.

Radiación emitida: los contadores Geiger y los de centelleo pueden ser empleados para medir los niveles de radiación de fuentes particulares. Los aparatos son con frecuencia específicos según el tipo de radiación que está siendo medida.

Dosis de radiación: varios aparatos pueden ser usados para medir la dosis personal.

Es importante diferenciar entre la dosis interna (aquella que la persona toma por vías como la respiración) y la dosis externa (recibida por estar en un ambiente donde la radiación está presente).

La dosis externa puede ser medida usando diferentes dosímetros. Los dosímetros de cámara de iones parecen esferos, que se cuelgan a la ropa de una persona. Los dosímetros de escudo de película encierran un pedazo de lámina fotográfica que se expone para que la radiación pase a través de ella.

La medida de la dosis de radiación interna involucra el uso de bombas de muestreo, que recolectan el material radioactivo para tasar los niveles de radiación.

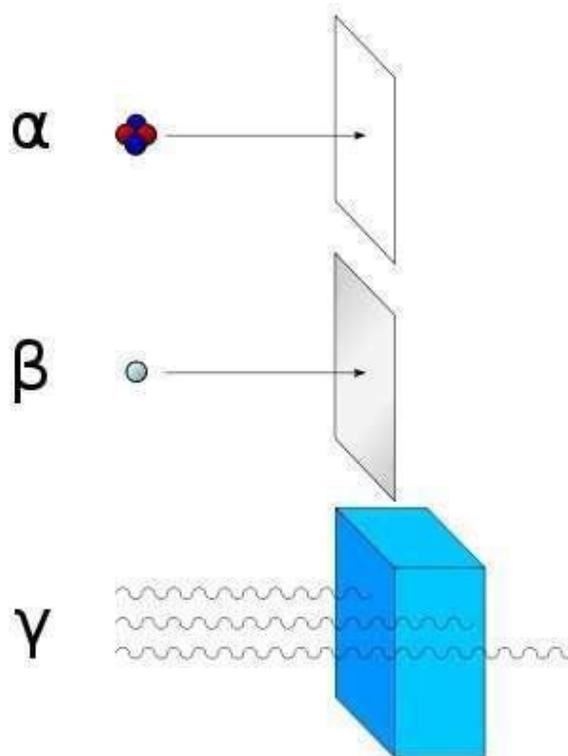
17.8 Protección radiológica

El control de la exposición a la radiación puede ser dividido en cuatro enfoques diferentes. En la práctica se aplica a menudo una combinación de todos ellos.

Tiempo: limitar o minimizar la cantidad de tiempo que una persona está expuesta a la radiación, reducirá la dosis que recibe.

Distancia: la intensidad de la radiación disminuye fuertemente con la distancia, de acuerdo a una ley del inverso al cuadrado. Adicionalmente, el aire incluso atenúa la radiación alfa y beta.

Barreras: las partículas alfa pueden ser detenidas por completo por una hoja de papel y las beta por una barrera de aluminio. Los rayos gama pueden ser reducidos únicamente con barreras mucho más fuertes. Barreras compuestas de plomo, concreto o agua dan protección efectiva contra partículas energéticas, como rayos gama y neutrones. Algunos materiales radioactivos son almacenados o manejados bajo el agua o por control remoto, en cuartos de paredes gruesas de concreto o revestidas con plomo.



Fuente: Wikimedia Commons, con licencia de Creative Commons Attribution ShareAlike 3.0.

Figura 17.2 - Efectividad de las barreras.

Sellamiento: los materiales radioactivos pueden ser usados en "fuentes selladas" para prevenir su diseminación. El uso de pequeños espacios de trabajo, áreas segregadas y ventilación controlada, es una práctica común para contener la emisión de materiales radioactivos.

En muchos países, el rol de protección radiológica es liderado por un especialista que tiene habilidades y calificaciones reconocidas. Por ejemplo, en el Reino Unido, el Ejecutivo de Salud y Seguridad especifica el grado de calificación requerido para convertirse en "asesor de protección radiológica".

17.9 Vigilancia de la salud

La naturaleza de la radiación es tal que los empleados que trabajan con ella están sujetos con regularidad a una vigilancia de su salud, que incluye el monitoreo biológico. Los empleados que trabajan en áreas controladas deben estar sujetos a completar un cuestionario, realizarse pruebas de sangre, de orina, de presión sanguínea, chequeos de altura y peso, y a tener los espacios para discutir acerca de la salud en general.

18 INTRODUCCIÓN A LA ERGONOMÍA

18.1 Introducción

La ergonomía está relacionada con las interacciones entre las personas, las máquinas que operan y su entorno de trabajo. Su objetivo es maximizar el rendimiento humano y minimizar la incomodidad, la insatisfacción y el riesgo de lesiones músculo-esqueléticas.

En resumen, la ergonomía trata de adecuar la tarea al trabajador. Si la relación es pobre, la mejor solución es rediseñar las tareas de trabajo para hacerlas más compatibles con las características humanas. Es menos eficaz tratar de cambiar las características de los empleados, por ejemplo, mediante la mejora de la selección y la formación de personal.

Un buen ajuste entre factores tecnológicos, organizativos y humanos es la meta si el buen desempeño empresarial es lo que se busca. Si estos factores se equilibran la productividad mejorará, lo que resulta en una ventaja competitiva unida a los beneficios de salud y seguridad.

Por consiguiente, el ámbito de aplicación de la ergonomía es muy amplio. Algunas de las actividades más comunes en que se aprovecha son:

- Manipulación manual de cargas.
- Tareas que involucran acciones repetitivas.
- El uso de equipos y computadoras con pantallas de visualización.

Estas aplicaciones de la ergonomía se discuten con mayor detalle a continuación. Por otra parte, la ergonomía está estrechamente asociada con el estudio de los errores humanos. Los errores tienden a ocurrir cuando la capacidad de un individuo para hacer frente a la demandas de una tarea es superada. Esto puede ser causado por una pobre interrelación hombre-máquina, por falta de entrenamiento o competencia, o por factores psicológicos como el estrés o la fatiga. Los errores pueden provocar accidentes, enfermedades o pérdida de productividad. Por esa razón, en los EE.UU. la ergonomía es a menudo denominada "factores humanos" y el término se interpreta de manera más amplia que lo tratado en esta sección. Discutiremos el error humano, el comportamiento y la organización del trabajo con mayor despliegue en las secciones posteriores.

La ergonomía es un campo de estudio multidisciplinar que se basa en la biomecánica, la fisiología, la anatomía, la psicología, la física, la seguridad e ingeniería, orientado a la solución de problemas, y que debe integrarse totalmente con los procesos de gestión de una organización.

18.2 Evaluación de riesgos en el lugar de trabajo

El punto de partida para una evaluación de los factores ergonómicos es una evaluación del lugar de trabajo. Esta debe abordar:

- **Hardware:** por ejemplo, el diseño y la disposición de los mandos de la máquina, la facilidad de su mantenimiento y su seguridad (vigilancia, enclavamientos, etc.).
- **Software:** por ejemplo, procedimientos e instrucciones de operación estándar, manuales y programas de computador.
- **Espacio de trabajo visual:** como se observa en el diseño de una tarea en una pantalla, de una presentación, al cargar información, o en el uso de símbolos.
- **Organización:** por ejemplo, métodos de trabajo, contenidos de tareas (grado de variedad de tareas y control personal), ritmos de trabajo, satisfacción, comunicación, presentación de informes, sistemas de vigilancia, gestión de conflictos, etc.
- **Espacio de trabajo físico:** por ejemplo, el acceso, la limpieza, la postura sedente, la posición del trabajo, el alcance, espacios para almacenamiento, etc.
- **Entorno físico:** por ejemplo, la temperatura, el ruido, la iluminación, la vibración, sustancias peligrosas para la salud, etc.
- **Características individuales:** por ejemplo, el tamaño corporal (antropometría), la fuerza, la resistencia, la habilidad, la formación, la motivación, la actitud, etc.

Para evaluaciones detalladas, puede ser necesaria la participación de un ergonomista. Los ergonomistas han desarrollado formas de medir la tensión ergonómica y disponen de modelos predictivos para tratar las tareas físicas. A menudo es útil elaborar un vídeo de las tareas que se deben ejecutar, de forma que pueda ser reproducido para su análisis.

18.3 Manipulación manual de carga

La manipulación manual de carga significa el transporte o sujeción de una carga (incluido su levantamiento, colocación, empuje, el halar la pieza, su transporte o movimiento) con la mano o la fuerza del cuerpo.

Una alta proporción de accidentes y una cantidad significativa de los problemas de salud están asociados a los trabajos de manipulación manual. La mayoría de los accidentes reportados por manipulación manual tiene que ver con esguinces o distensiones, con mucha frecuencia de la espalda. Estos trastornos músculo-esqueléticos surgen de la aplicación incorrecta o prolongación de la fuerza corporal. La mala postura y la repetición excesiva del movimiento pueden ser factores importantes en el desarrollo de la lesión. Otras lesiones asociadas a las operaciones de manipulación manual comprenden fracturas, cortes, contusiones, amputaciones y lesiones térmicas.

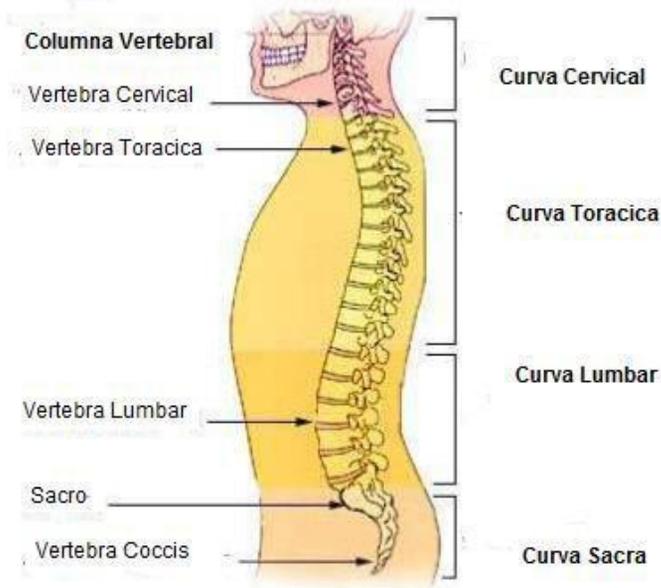
Muchas lesiones por manipulación manual tienden a originarse por acumulación, en lugar de ser atribuidas a cualquier incidente aislado de manipulación. Una recuperación completa no siempre es posible y el resultado puede ser un impedimento físico o incluso una discapacidad permanente. Los costos para el individuo y el empleador son, por ende, altos. Así que nuestra estrategia para la prevención de la lesión debe ser preventiva y no reactiva.

18.3.1 La columna vertebral

La columna vertebral es un ejemplo extraordinario y complejo de excelencia en ingeniería, que no sólo constituye el sistema de soporte central del cuerpo y la protección de la médula espinal, sino que es esencial para caminar y para muchos otros movimientos del cuerpo. Sin embargo, como cualquier obra de ingeniería no responde bien al exceso o maltrato, ya sea en forma de sobrecarga dinámica repentina, sobrecargas repetitivas o realizadas fuera de sus parámetros de diseño.

La columna vertebral consta de 24 segmentos óseos (vértebras), con cinco segmentos fusionados que forman el sacro y de tres a cinco segmentos fusionados parcialmente móviles que forman una cola vestigial. Entre los segmentos móviles, están interpuestos 23 discos cartilagosos que funcionan como excelentes absorbentes de choque. Las secuencias de curvas de la columna vertebral permiten absorber choques cien veces

más eficientemente que si fuera una pila recta de huesos.



Fuente: US Federal Government, vía Wikimedia commons

Figura 18.1 - La columna vertebral.

Los discos contienen fluido, perfecto para la absorción de choques, pero una compresión constante exprime el fluido y genera que los discos se hagan planos, menos flexibles y elásticos. Un disco joven y sano tiene una resistencia a la rotura de 800 kg, más fuerte que las vértebras, que se reduce a 450 kg en los ancianos.

Como resultado de esfuerzos repetitivos o estrés traumático repentino, el fluido central de las células puede arrastrarse a través de fisuras en el cartílago fibroso y eventualmente generar prolapso, lo cual hace que el fluido emerja del disco y presione terriblemente los nervios adyacentes. Contrario a la creencia común, los discos no se deslizan. Una vez que esto ocurre, el tratamiento puede limitarse a descanso, analgésicos y fisioterapia. La cirugía tiene un papel restringido; no es posible acercarse a la columna vertebral desde la parte delantera y la estructura es tan compleja y sensible que cualquier reparación desde la parte trasera es mínima.

Las lesiones de la espalda a menudo ocasionan que las personas estén semanas o

meses sin trabajar, y pueden repetirse con facilidad. Es importante que los trabajadores sean apoyados por un programa de "regreso al trabajo", que fomente la rehabilitación rápida y evite que se caiga en un estado de incapacidad permanente.

18.3.2 Realización de una evaluación de la manipulación manual

Dependiendo de la complejidad de la actividad, una evaluación puede ser llevada a cabo de mejor manera por el personal más familiarizado con las operaciones, es decir, supervisores y operadores, o puede ser realizada por profesionales de la salud y la seguridad, la higiene en el trabajo y la ergonomía.

Una evaluación debe considerar la totalidad de una operación y abordar cuatro factores críticos:

- La tarea.
- La carga.
- El ambiente de trabajo.
- Las capacidades de la persona.



Fuente: Steve Bailey.

Figura 18.2 - Los riesgos de manipulación manual de levantar y girar.

Una evaluación sencilla podría proceder de la siguiente manera:

- ¿Es esencial la operación? ¿Se puede evitar?
- Considere la forma, el tamaño, el peso y las dificultades especiales de una carga.
- ¿Cómo se maneja?
- ¿Desde dónde y hasta qué punto se trasladó la carga y con qué frecuencia? Una flexión repetitiva y movimientos giratorios aumentan el riesgo, al igual que el levantamiento con alcance extenso.
- ¿El entorno trabajo añade riesgo de lesiones?
- ¿Los pisos son resbaladizos o irregulares?
- ¿El medio ambiente es pequeño, caliente o mal iluminado?
- ¿Las tareas y el lugar de trabajo están adaptados al individuo? Esto simplemente puede implicar la altura de los bancos de trabajo y de las mesas.
- Considere posibles medidas correctivas, como puede ser el empleo de ayudas mecánicas o el desglose de la carga, o reorganizar la tarea.

18.3.3 Métodos de reducción de riesgos

Como sucede con cualquier riesgo de higiene en el trabajo, existe una jerarquía de control.

El enfoque preferido es eliminar la operación de manejo si es posible. Por ejemplo, podría ser viable comprar materiales de los que ya se conoce su peso, de modo que la necesidad de una operación de pesaje se elimina. O ubicar dos operaciones en el mismo sector puede evitar la necesidad de transferir materiales.

Las soluciones pueden envolver el cambio de la posición o la altura de la tarea, por ejemplo, proporcionar mesas ajustables o asientos para mejorar la postura. A menudo, las soluciones implican el uso de ayudas: mientras que un elemento de manipulación manual es retenido, las fuerzas corporales se aplican de manera más eficiente, lo que reduce así el riesgo de lesión. Se citan los siguientes casos:

- Un polipasto soporta el peso de una carga, y deja libre el manejador para controlar su posicionamiento.
- Una carretilla de carga o un transportador de rodillos puede reducir la fuerza requerida para mover una carga en sentido horizontal.

- Los canales inclinados son un método eficiente de utilizar la gravedad para mover cargas de un lugar a otro.
- Las ventosas y ganchos de mano pueden simplificar el problema de la manipulación de una carga que es difícil de coger.

Recuerde que la introducción de nuevas prácticas de trabajo puede crear nuevos riesgos que se deben gestionar, a través un mantenimiento adecuado del nuevo equipo.

Cuando se ha hecho todo lo posible para adaptar la labor al trabajador, sigue existiendo la necesidad de proporcionar información, instrucción y formación sobre los riesgos residuales.

18.3.4 Información, instrucción y formación

Información: en lo posible, los empleados involucrados en la manipulación manual de operaciones deben contar con información precisa sobre el peso de cada carga, y sobre el lado más pesado de cualquier carga, cuyo centro de gravedad no esté en posición central. Cuando esto no sea practicable, se debe ofrecer asesoramiento general sobre la gama de cargas que deben ser manejadas y cómo manejar un elemento cuyo peso no es distribuido de modo uniforme.

Formación: el conocimiento y la formación por sí solas no garantizan que la manipulación manual se haga en condiciones de seguridad, pero son aspectos importantes de un sistema de trabajo seguro. Un programa adecuado de formación debe abordar:

- Cómo reconocer cargas potencialmente peligrosas.
- Cómo hacer frente a las cargas desconocidas.
- Buenas técnicas de manejo, que incluyan el uso adecuado de ayudas.
- El uso óptimo del equipo de protección personal.
- Las características del entorno de trabajo que contribuyen a la seguridad.
- La importancia de un buen mantenimiento.
- Los factores que afectan la capacidad individual, con temas como aptitud y salud.

Los empleados también deben ser entrenados para reconocer cargas cuyo peso, forma y otras características, según las circunstancias de trabajo, pueden causar lesiones.

18.4 Tareas repetitivas

Las tareas que involucran movimientos repetidos pueden conducir a trastornos de músculos, articulaciones y tendones, incluso cuando las acciones individuales no comprenden cargas excesivas o empleo de fuerza.

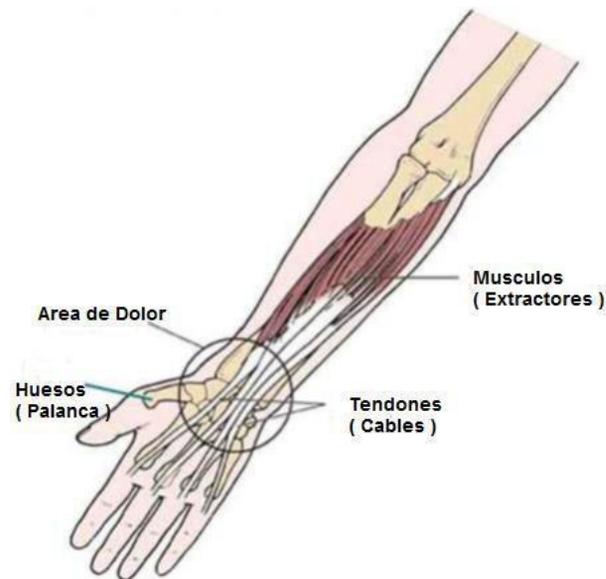


Figura 18.3 - Estructura del brazo, que presenta la ubicación de la tendinitis en la muñeca.

Estas condiciones dolorosas son comúnmente conocidas como lesiones por movimientos repetitivos (RSI) o (sobre todo en los EE.UU.) como trastornos de trauma acumulativo (CTD). Las condiciones de los brazos y las manos también se conocen como trastornos de las extremidades superiores relacionados con el trabajo (WRULD).

Ejemplos bien conocidos de RSI son el codo de tenista, el pulgar del jugador de videojuegos de computador con controles, y el dedo lápiz por el uso excesivo de teclados de teléfonos móviles. El dolor en la muñeca (tendinitis) se asocia a menudo con

el uso excesivo de los teclados.

Los síntomas pueden abarcar dolor y debilidad en el área afectada, los cuales empeoran con el uso continuo. Empero, el diagnóstico de RSI puede ser difícil ya que con frecuencia no hay una patología evidente. Los médicos creen que a menudo hay un componente psicológico en el RSI. Existen pruebas de que la experiencia de quienes sufren esta enfermedad puede agravarse por estrés. El tratamiento es difícil y muchas veces no tiene éxito, por lo tanto, la prevención es fundamental.

La evaluación del riesgo requiere en primer lugar la identificación de las tareas que se realizan con asiduidad e intensidad. Los riesgos laborales surgen generalmente por un trabajo repetitivo en el ensamblaje, como atornillar las tapas de botellas, atornillar o insertar componentes en posiciones incómodas. El riesgo aumenta si el trabajo merece una presión alta o un impacto. Una presión impropia para cumplir con las metas de producción, especialmente cuando están vinculadas a trabajo a destajo o a bonificaciones, puede agravar el problema.

Los riesgos también pueden surgir cuando un proceso automatizado se descompone o un lote de producto es rechazado, y se requiere que los trabajadores realicen operaciones manuales de recuperación.

En casos complejos, los ergónomos pueden medir la frecuencia y la fuerza requerida por una operación y estimar el grado de riesgo que conlleva.

Una intervención sigue la jerarquía habitual:

- Evitar al máximo la exposición a los riesgos ergonómicos.
- Reducir el riesgo mediante la automatización de tareas rutinarias o proporcionar herramientas como destornilladores eléctricos.
- Introducir procedimientos seguros de trabajo, como descansos para la recuperación y limitar el tiempo de las tareas. Proporcionar información sobre los riesgos y las instrucciones de procedimientos seguros de trabajo.

18.5 Pantallas de visualización (DSE)

Diversos tipos de equipos computarizados que se utilizan en laboratorios, fábricas, oficinas y en el hogar poseen una pantalla de visualización y algún tipo de dispositivo de

ingreso de datos, como un teclado o un ratón. Estos métodos pueden crear varias categorías de riesgos ergonómicos y ofrecen un buen ejemplo de lo que se necesita para hacer frente a las situaciones de ergonomía de una manera holística.

18.5.1 Efectos por el uso de DSE

- **Problemas de postura (dolores de las extremidades y malestar general)**

Comprenden desde la fatiga o dolor en los brazos, las manos y los hombros a los trastornos crónicos de tejidos blandos, como el síndrome del túnel carpiano, que consiste en la inflamación de la funda que rodea los tendones que flexionan los dedos.

La contribución de los factores de riesgo individuales (por ejemplo, tasas de incrustación) a cualquier tipo de trastorno no está clara. Es probable que una combinación de factores genere la repercusión. Una postura estática prolongada de la espalda, el cuello y la cabeza causan problemas músculo-esqueléticos. Un posicionamiento inadecuado de las manos y las muñecas, resultado de una mala técnica de trabajo o de una altura del trabajo inconveniente, son posibles factores de incidencia. Los brotes de enfermedades del tejido blando entre digitadores se han asociado con frecuencia con cargas demandantes de trabajo, combinadas con tiempos ajustados. Esta variedad de factores que contribuyen al aumento de estos riesgos, necesitan una estrategia de reducción de riesgos que abarque equipos, mobiliario, capacitación, diseño laboral adecuado y planificación.

- **Problemas visuales (efectos en los ojos y la vista)**

Al igual que otras tareas exigentes para los ojos y la vista, el trabajo con DSE no causa daños ni empeora los defectos existentes. Puede, sin embargo, hacer que los usuarios con defectos de visión pre-existentes sean más conscientes de ellos. Otros pueden experimentar fatiga visual temporal, lo cual presenta una gama de síntomas, tales como rendimiento visual alterado, enrojecimiento o dolor en los ojos, dolores de cabeza o cambios de comportamiento (cambio postural). Estos síntomas pueden ser causados por permanecer en la misma posición y concentrarse frente a la pantalla durante mucho tiempo, por mala colocación de la pantalla, por pésima legibilidad de los documentos, por pobres condiciones de iluminación, como es la presencia de brillos y reflejos, y por titileo de imágenes en la pantalla.

Los defectos de la visión no corregidos pueden hacer que el trabajo en una pantalla sea más agotador o estresante.

- **La fatiga y el estrés**

Muchos de los síntomas descritos por los usuarios de pantallas de visualización reflejan las tensiones que surgen de las tareas que deben efectuar. Los síntomas pueden originarse por factores visuales, en mínima medida, pero lo más probable es que sean generados por un diseño pobre o una mala organización del trabajo, por la falta de control de la obra por parte del empleado, debido a sus inadecuadas habilidades, o por una velocidad extrema de trabajo repetitivo o por aislamiento social.

18.6 Cómo hacer una evaluación

Identificación de usuarios de DSE

El primer paso es compilar una lista de los empleados que trabajan con DSE, junto con información sobre las tareas que realizan y la cantidad de tiempo que utilizan las DSE. Aquellos empleados que las utilizan de manera habitual para llevar a cabo su trabajo se deben clasificar como "Usuarios".

Evaluación

El segundo paso es evaluar las estaciones de trabajo de los usuarios, teniendo en cuenta el hardware, el medio ambiente y los factores específicos de uso del individuo. Los puntos de vista de los trabajadores deben ser considerados como parte de la evaluación.

Las listas de verificación o formas simples se pueden utilizar para facilitar la evaluación del proceso y la identificación de medidas correctivas. Estas listas sirven además como un registro escrito, una vez completadas.

18.7 Requisitos mínimos para las estaciones de trabajo

A continuación se presentan las características que deben encontrarse en una estación de trabajo típica de una oficina (ver el gráfico):

La pantalla debe tener ajustes de brillo y contraste. Esto permite que las personas

encuentren un punto cómodo para sus ojos, lo que ayuda a evitar problemas de ojos cansados y fatiga visual.

El asiento debe ser estable y regulable en altura, y el espaldar debe ser graduable en altura e inclinación. Una silla bien diseñada fomenta una buena postura y evita la fatiga por postura.

El teclado debe ser graduable e independiente de la pantalla. Esto impide que los usuarios experimenten fatiga en los brazos y las manos.

La superficie de trabajo debe ser amplia para permitir que los equipos sean ordenados con flexibilidad. Esto habilita al empleado a adoptar una serie de posiciones adecuadas que ayudan en la prevención de la fatiga visual o por mala postura.

El porta documentos debe ser estable y regulable. Así minimizará la necesidad de realizar movimientos incómodos de cabeza y ojos.

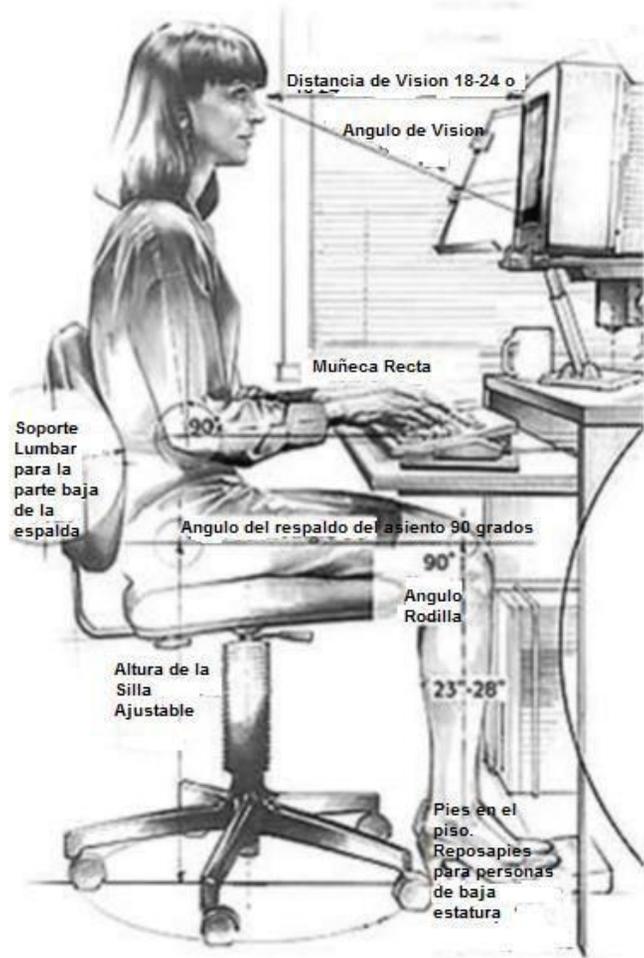


Figura 18.4 - Disposición correcta de una estación de trabajo de oficina.

Fuente: Gobierno de Estados Unidos a través de Wikimedia Commons.

18.8 Controles administrativos

Pausas o cambios de actividad

La rutina diaria de trabajo de los usuarios debe ser interrumpida por cambios en la tarea

o por descansos. En la mayoría de las tareas, las pausas se producen como consecuencia de la organización inherente de la obra. Siempre que sea posible, trabajos con pantallas de visualización deben ser diseñados en una mezcla de trabajo con pantallas y sin ellas para evitar la fatiga y para variar exigencias visuales y mentales.

Las interrupciones deben ser breves y frecuentes, en lugar de extensas y ocasionales, por ejemplo, cinco minutos de descanso cada hora. Varios investigadores abogan por la adopción de una técnica de "micro-pausa", es decir, pausas de diez a veinte segundos cada cinco o diez minutos, tiempo que puede usarse para estirar y mirar a distancia.

Pruebas de ojos y vista

En algunos países, los usuarios de DSE pueden pedir a su empleador que proporcione y pague pruebas para ojos y vista. Esta prueba debe ser realizada por un médico o un optómetra.

Información y capacitación

Una vez que los usuarios son conscientes de los riesgos potenciales y entrenados en la manera de prevenirlos, pueden adaptar sus estaciones de trabajo según sus necesidades y así obtener ventajas.

19 COMPORTAMIENTO Y CULTURA

19.1 Impactos del comportamiento en Higiene Industrial

El comportamiento del trabajador tiene una influencia importante en la exposición a agentes tóxicos en el lugar de trabajo. Por ejemplo, el contacto con materiales peligrosos puede ocurrir por:

- Usar herramientas contaminadas (por ejemplo, brochas para pintar que contaminan las manos) o esparcir una mezcla química con las manos.
- Utilizar elementos de protección personal contaminados con aceite, lo que conlleva a transferir el contaminante al colocar o remover los elementos.
- Trabajar desordenadamente o no limpiar luego de realizar el trabajo.
- No usar los elementos de protección adecuadamente cuando se requieren. Por ejemplo, retirarlos cuando se está realizando la tarea o portarlos inadecuadamente.
- Comportamientos no higiénicos, tales como no retirarse los elementos de protección personal y lavarse las manos antes de tomar un descanso para comer.

Esta clase de ejemplos son bastante comunes en higiene ocupacional. Un “trabajador sucio” se identifica cuando presenta niveles de exposición mayores a los de otros colegas en las mismas condiciones.

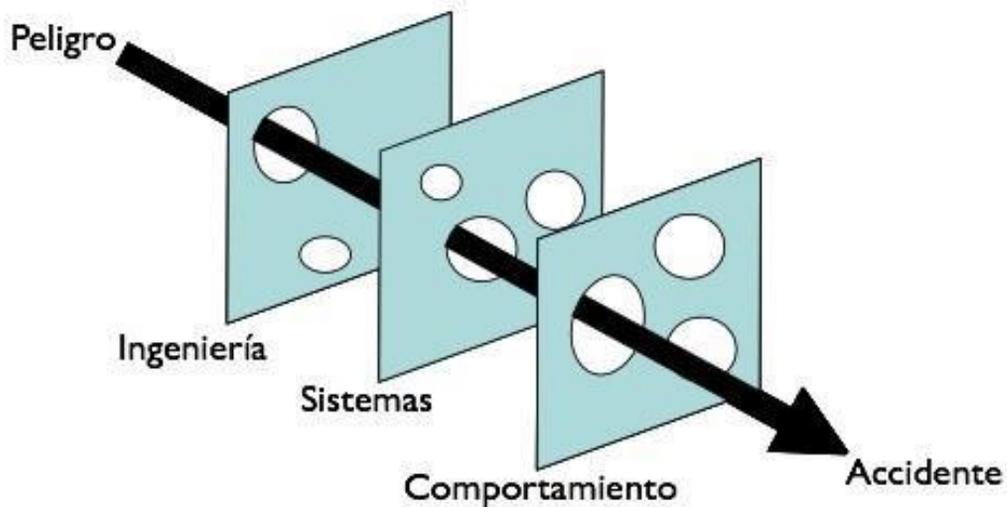
Otros ejemplos de elementos comportamentales son:

- Falla en la activación del sistema de ventilación o en la posición de una cabina de extracción móvil.
- Manejo “atropellado” de materiales, en lugar de hacerlo cuidadosamente, lo cual genera mayor contaminación en el aire por vapores o polvo.
- Permanecer de frente a una fuente de exposición, en lugar de ubicarse en el lado opuesto.

El impacto del comportamiento sobre la exposición puede minimizarse, en primer lugar, mediante la implementación de buenos controles de ingeniería y, en segundo lugar, a partir de buenos procedimientos operativos, en los que los trabajadores han sido bien

entrenados. No obstante, en algunas ocasiones se presentan comportamientos deficientes que contribuyen a elevar la exposición. Una analogía útil puede aplicarse a la prevención de accidentes. El modelo del “queso Suizo” (ver Reason, J. *Administrando los riesgos de accidentes organizacionales*, 1997, Ashgate) sugiere que existen múltiples, pero imperfectas, capas de defensa contra los accidentes, tal como se muestra abajo en la Figura 19.1. Los accidentes ocurren cuando se presentan fallas simultáneas en todas las barreras de defensa.

Figura 19.1 - Modelo de prevención de accidentes “Queso Suizo”



En términos de higiene industrial, podríamos tener:

- Un sistema de ventilación que no opera con toda su capacidad debido a la carencia de mantenimiento.
- Una tarea no estándar que está completamente descubierta por el procedimiento normal de trabajo seguro.
- Un trabajador que se inclina por no llevar sus elementos de protección personal.
- Cualquiera, o dos de estas medidas podrían ser suficientes para controlar la exposición, pero si alguna falla, la probabilidad de sobreexposición existe.

19.2 Motivación y modificación de comportamiento

Para cambiar comportamientos es necesario entender y luego direccionar los factores

que influyen nuestro proceder. En años recientes se ha presentado un incremento en el uso de aproximaciones para lograr la modificación de comportamientos en pro de la seguridad. Y las lecciones son igualmente relevantes para la higiene ocupacional. El análisis y la modificación del comportamiento del trabajador involucrado en una actividad han mostrado ser un camino efectivo en la reducción de accidentes y exposiciones ocupacionales.

El comportamiento puede ser entendido simplemente en términos del modelo de *Antecedentes–Comportamientos–Consecuencias* (ABC por sus siglas en inglés) (ver Daniels, A. C., *Logrando lo mejor de la gente*, segunda edición 1999. McGraw Hill).

- **Los antecedentes** crean la motivación inicial para actuar. Estos pueden incluir instrucciones de gerencia y publicidad de campañas de concientización del departamento de seguridad y salud ocupacional. La forma en que se reciben esos mensajes dependerá de otros antecedentes, que comprenden las experiencias de los trabajadores con mensajes similares en el pasado, las formas de trabajo establecidas y otros eventos que tengan lugar al mismo tiempo. Los antecedentes sientan las bases para lo que pasará a continuación.
- **El comportamiento** es la acción observable. A pesar de las actitudes o intenciones, el comportamiento puede ser observado y cuantificado. Es objetivo.
- **Las consecuencias** son lo que pasa después del comportamiento. Los trabajadores pueden notar las consecuencias por sí mismos. Por ejemplo, pueden notar que es más fácil adelantar las labores cuando el lugar de trabajo se encuentra limpio y ordenado. O pueden encontrar que los elementos de protección personal que deben usar los hace sentirse incómodos. Ellos también pueden lograr retroalimentación verbal, positiva o negativa por parte de sus gerentes o colegas. Son estas consecuencias las que determinan si el trabajador está inclinado a repetir el comportamiento.

Con frecuencia, hay múltiples y conflictivas consecuencias, las cuales deben ser sopesadas. Desde luego, el individuo puede ser consciente de que usar un respirador ha reducido su exposición a asbestos y también ha reducido el riesgo de contraer cáncer en el futuro. Sin embargo, puede haber experimentado dificultad para respirar a través del respirador o restricción de la visión, lo cual hace más duro el trabajo. La regla general es

que las consecuencias que son prontas, ciertas y positivas superan a aquellas que son tardías, inciertas y negativas. Por lo tanto, es fácil ver por qué muchos trabajadores eligen descartar el respirador, es decir, seleccionan los beneficios inmediatos y creen que las consecuencias futuras negativas nunca ocurrirán.

Una modificación comportamental efectiva requiere que gerentes y profesionales de la salud busquen formas para minimizar las consecuencias negativas y reforzar las consecuencias positivas de los comportamientos deseados. Un error común es remitirse a los antecedentes y decir a los empleados nuevamente qué deberían estar haciendo.

Una intervención comportamental puede ser planeada en tres distintas etapas:

1. Motivación: primero es necesario motivar a los trabajadores para lograr que quieran cambiar su comportamiento. Esto se encuentra influenciado por ciertos antecedentes:

- Sus habilidades en la actividad que realizan y el conocimiento de los riesgos asociados con ella.
- Sus creencias sobre las consecuencias de la exposición a determinado peligro.
- Sus creencias sobre el desempeño y los alcances de las medidas de control.
- La formas establecidas para trabajar (cultura en salud y seguridad).

2. Instigación (influir en alguien para que realice cierta acción o para que piense de cierta forma - NT): una vez que las personas se encuentran motivadas, necesitan apoyo para cambiar el comportamiento. Este apoyo debe ser físico (contar con tiempo para entrenamientos, equipos, etc.) y social (por parte de colegas y gerentes).

3. Mantenimiento: cuando un comportamiento ha sido cambiado, deben adelantarse esfuerzos para asegurarse de que no vuelvan al estado anterior. Típicamente los profesionales en salud y seguridad se enfocan en antecedentes tales como mantener altos grados de concientización y refuerzo de conocimientos y destrezas. Sin embargo, el factor más importante es fortalecer las consecuencias positivas del cambio.

Cada una de estas etapas de motivación, instigación y mantenimiento se encuentran influenciadas por las circunstancias del trabajo (ambiente laboral inmediato), la organización y las instituciones externas o la sociedad.

19.3 Cultura de salud y seguridad

Cuando un patrón de comportamiento se extiende en la organización se puede describir como cultura organizacional. La cultura puede ser un concepto nebuloso; una definición simple es “la manera cómo hacemos las cosas aquí”. Esta simple definición ilustra cómo la cultura y el comportamiento se relacionan y proveen una forma objetiva para evaluar la cultura mediante la recolección de información sobre los comportamientos observados.

La cultura define las reglas no escritas de una organización: cómo funcionan las cosas realmente, en contraste con lo que se supone debe pasar. La cultura refleja las actitudes y los valores escondidos (o que subyacen) en la organización.

Una vez que un comportamiento se encuentra inmerso en la cultura de una organización, puede ser difícil cambiarlo. Sería inútil animar a un individuo a cambiar su comportamiento si los demás continúan comportándose de manera diferente. La presión de los pares podría asegurar que el trabajador vuelva a la norma cultural tan pronto como le sea posible. En tal situación, la única forma para cambiar el comportamiento es direccionar la cultura. El cambio cultural es un gran proyecto a largo plazo y requiere de un trabajo de preparación extenso.

La cultura de una organización podría afirmarse que es positiva para la salud y la seguridad, si destaca los comportamientos que minimizan incidentes y exposiciones a riesgos. Por ejemplo, en una cultura positiva sería normal para los trabajadores reportar prontamente cualquier defecto en las medidas de control; usar el equipo de protección personal en forma correcta; seguir los procedimientos de trabajo seguro. En forma similar, se esperaría que los gerentes visitaran los sitios de trabajo regularmente para verificar los estados de salud y seguridad; discutir respecto a la salud y la seguridad con sus empleados; actuar prontamente sobre el reporte de deficiencias.

Las culturas negativas se caracterizan por el temor y la culpa, que inhiben el reporte de condiciones peligrosas y el mejoramiento. Los trabajadores burlan las reglas y los gerentes se hacen los ciegos.

Se ha observado que cuando se implementan iniciativas idénticas de seguridad,

basadas en comportamientos en diferentes organizaciones, el éxito de estas varía significativamente. En algunos lugares una iniciativa puede traer cambios positivos, mientras que en otras puede fallar. ¿Cómo puede ser esto posible? La investigación inicial en la industria de gas y petróleo reveló que el éxito de tales iniciativas depende de los niveles preexistentes en el desarrollo de la cultura de seguridad. Locaciones diferentes dentro de una misma organización, aparentemente similares, difieren en qué tan bien desarrollada está la cultura de seguridad y en que algunas no están listas.

Para asegurar el éxito de una iniciativa para el mejoramiento de la cultura de seguridad, la iniciativa debe coincidir con el nivel de la cultura de seguridad existente en la locación. Esto significa que el tipo más apropiado de iniciativa para la mejora de la cultura de seguridad logrará cambiarla mientras su nivel de cultura prospera. Aquello que pudo ayudar al progreso de la cultura de seguridad desde los niveles inferiores de desarrollo, no será el mismo tipo de iniciativa que le ayudará a obtener la excelencia.



Figura 19.2. Un ejemplo de una escalera de madurez en cultura.

Fuente: GlaxoSmithKline.

El ejemplo de la escalera de madurez en la cultura de salud y seguridad que se ilustra arriba, describe cinco niveles de cultura. Cada nivel ~~esala~~ refleja los comportamientos y el involucramiento de cada uno en salud y seguridad en el sitio. En el nivel 1 se enfatiza en la producción; las personas incumplen las reglas y los gerentes no son visibles hasta

llegar al nivel 5, donde todos los niveles ~~grados~~ demuestran consistentemente los comportamientos correctos.

Hay unos pasos que deben seguirse para alcanzar cada nivel de la escalera. Si una organización trata de moverse del nivel 1 al 4 o al 5 de un salto, existe una gran probabilidad de que la iniciativa falle.

20 ESTRÉS RELACIONADO CON EL TRABAJO

Los aspectos psicosociales del ambiente de trabajo se han reconocido cada vez más en los últimos años. Los problemas asociados con "estrés laboral" ahora se consideran un tema central en la gestión de salud y seguridad. En muchos países desarrollados los casos de "enfermedades mentales" representan la causa más común de enfermedad relacionada con el trabajo.

El trabajo bien diseñado, organizado y gestionado ayuda a mantener y promover la salud individual y el bienestar. No obstante, donde no ha habido suficiente atención en el diseño y organización del trabajo, la gestión de prestaciones y beneficios se puede perder. Un resultado común es el estrés relacionado con el trabajo.

Por estrés relacionado con el trabajo entendemos los efectos que surgen cuando las exigencias laborales de varios tipos exceden la capacidad de la persona de hacer frente a las tareas. Es una causa importante de esta enfermedad, y se sabe que está relacionada con altos niveles de ausencia laboral, rotación de personal y otros indicadores de bajo desempeño organizacional, que incluyen el error humano.

El diseño y la gestión del trabajo son importantes para anticipar, reconocer y prevenir situaciones de estrés. Por supuesto, muchos de los mayores factores de estrés en la vida ocurren fuera del trabajo, y a menudo no es posible evitarlo con solo centrarse en cuestiones laborales. Muchas organizaciones ahora ofrecen formación en resiliencia a sus empleados para ayudarles a gestionar el equilibrio entre la vida y la vida laboral, y evitar así el estrés por sí mismos. Las personas que sufren de estrés, empero, necesitan ser diagnosticadas y tratadas de manera oportuna para que puedan rehabilitarse.

20.1 Los síntomas del estrés

El estrés produce una gama de síntomas, que se relaciona así:

- **Cambios de comportamiento:** dificultad para dormir, cambio en los hábitos alimentarios, aumento al fumar o beber, eludir la compañía de amigos y familiares y problemas sexuales.
- **Síntomas físicos:** cansancio, indigestión y náuseas, dolores de cabeza, dolor en los músculos o palpitaciones.

- **Cambios mentales:** menor grado de indecisión, dificultad para concentrarse, pérdida de memoria, sentimiento de incompetencia o baja autoestima.
- **Cambios emocionales:** irritabilidad o enojo, ansiedad o adormecimiento, hipersensibilidad o apatía.

20.2 Evaluación del estrés

El uso de una encuesta es el método más común para la recopilación de información sobre el estrés y su relación con el trabajo. También permite indicar quién es propenso a ser afectado y cómo. Las encuestas suelen incluir a todos los empleados en una serie de preguntas que clasifican sus percepciones individuales sobre los factores que pueden contribuir al estrés o a la satisfacción en el trabajo. Estos pueden incluir:

- Variedad de tareas.
- Exigencias de trabajo en equilibrio con la capacidad.
- Desarrollo continuo de las competencias.
- Responsabilidad y autoridad.
- Participación en el progreso y desarrollo del trabajo.
- Participación en la planificación y resolución de problemas.
- Plazos (presión de tiempo).
- Apoyo social e interacción con colegas.
- Visibilidad de la totalidad del proceso.
- Clima positivo de la gestión del trabajo.
- Libertad para moverse físicamente.
- Control sobre el horario (ritmo).
- Elección de los métodos de trabajo.
- Influencia en la cantidad y la calidad de la producción.
- Duración del ciclo.
- Grado de libertad de acción.
- Organización de grupos de trabajo.

El Health and Safety Executive del Reino Unido ha desarrollado una herramienta de este tipo, que proporciona una hoja de cálculo para analizar resultados. Ver: <http://www.hse.gov.uk/stress/standards/step2/surveys.htm>

(Consultada en febrero de 2010)

20.3 Gestión del estrés

Una buena gestión de los factores psicosociales en una organización puede ayudar a promover los beneficios de salud laboral, así como a evitar el estrés. Trata entonces de la introducción de prácticas laborales y de una cultura de trabajo a través de la organización, que comprende los siguientes aspectos:

Exigencias. Se relacionan la carga, los patrones y el medio ambiente de trabajo.

- Las exigencias deben ser adecuadas y viables en relación con las horas acordadas de trabajo.
- Los puestos de trabajo deben ser diseñados según las capacidades de los empleados.
- Las destrezas y habilidades de las personas tienen que empatar con las exigencias de la labor.
- Las preocupaciones de los empleados sobre el ambiente de trabajo deben ser tenidas en cuenta.

Control. Se relaciona todo lo que el trabajador tiene que decir sobre la forma en que desarrolla su trabajo.

- Siempre que sea posible, los empleados deben controlar su ritmo de trabajo.
- Los empleados deben opinar sobre cuándo tomar sus descansos.
- Los empleados deben ser consultados sobre sus patrones de trabajo.
- Los empleados deben ser exhortados a desplegar sus habilidades y a tener iniciativa en su trabajo.
- Los empleados deben ser estimulados para desarrollar nuevas habilidades que les ayudarán a emprender nuevas y desafiantes actividades de trabajo.

Soporte. Se relacionan el fomento, el patrocinio y los recursos proporcionados por la organización, gerentes o supervisores y colegas.

- La organización debe tener políticas y procedimientos para apoyar a los empleados.
- Los sistemas deben estar en su lugar para estimular a los administradores en su apoyo al personal.
- Los sistemas deben estar en su lugar para permitir que los empleados apoyen a sus

colegas.

- Los empleados deben saber qué tipo de apoyo está disponible y cómo y cuándo acceder a él.
- Los empleados deben saber cómo acceder a los recursos necesarios para hacer su trabajo.
- Los empleados deben recibir información periódica y constructiva sobre su trabajo.
- Consultorías confidenciales de salud y consejerías deben estar disponibles para los empleados que lo necesiten.

Relaciones. Corresponde a la promoción de trabajo positivo para evitar conflictos y hacer frente a comportamientos inaceptables.

- La organización debe promover conductas positivas en el trabajo para evitar conflictos y garantizar la equidad.
- Los empleados deben compartir información relevante sobre su trabajo.
- La organización debe acordar políticas y procedimientos para prevenir o resolver un comportamiento inaceptable.
- Los sistemas deben estar en su lugar para estimular a los administradores en cuanto a manejar un comportamiento inaceptable.
- Los sistemas deben estar en su lugar para exhortar a los empleados a reportar comportamientos inaceptables.

Rol. Se relaciona con los trabajadores y su entendimiento sobre el rol que desempeñan en la organización, y sobre cómo la organización se asegura de que no existen roles en conflicto.

- La organización debe asegurarse de que, en la medida de lo posible, los diferentes requisitos que impone sobre los empleados sean compatibles.
- La organización debe proporcionar información que permita a los empleados entender su papel y sus responsabilidades.
- Los sistemas deben estar en su lugar para permitir que los empleados manifiesten sus preocupaciones acerca de conflictos que tienen que ver con sus funciones y responsabilidades.

Cambio. Se relaciona con el cambio organizacional (grande o pequeño) y cómo se gestiona y se comunica en la organización.

- La organización debe proporcionar a los empleados información oportuna que les permita comprender las razones de los cambios propuestos.
- La organización debe asegurarse de consultar a los trabajadores sobre los cambios y de proporcionar oportunidades para que los empleados presenten propuestas.
- Los empleados deben ser informados sobre cambios de horarios y tener el respaldo pertinente durante esos cambios.

21 CARRERAS EN HIGIENE OCUPACIONAL

21.1 La práctica de higiene ocupacional

Los servicios de higiene ocupacional están organizados en diferentes formas, y dependen de:

- El tamaño y los recursos de la organización que los utiliza.
- La necesidad de experticia de un especialista.
- La disponibilidad de ayuda externa.

Una compañía grande que trabaja con materiales tóxicos probablemente empleará uno o más higienistas ocupacionales de manera interna. Compañías pequeñas, o con pocos riesgos de salud, contratarán servicios de consultoría según lo requieran.

Algunos países suministran servicios de higiene ocupacional estatales a través de institutos de salud ocupacional. Otros, fijan requerimientos normativos sobre el uso de higienistas o servicios de salud ocupacional calificados por los empleadores. Finalmente, otros no tienen requerimientos regulatorios al respecto.

En esta sección examinaremos los roles y características de varios tipos de servicios y del personal de higiene en su interior.

21.1.1 Servicios internos

En general, las organizaciones con menos de mil trabajadores no pueden justificar el empleo de un higienista de tiempo completo. Los servicios básicos de higiene probablemente serán suministrados a través de un oficial de seguridad o una enfermera de salud ocupacional, con apoyo de un consultor que se llama según la necesidad. Excepciones a esta situación ocurren cuando la empresa tiene un problema de higiene ocupacional a gran escala, por ejemplo, en la industria del plomo. Primeramente, estamos hablando de organizaciones grandes, a menudo multinacionales, de sectores como el químico, el farmacéutico, el de extracción y refinación de metales, petróleo y gas, el electrónico, etc. Hay también servicios internos en algunas autoridades de salud y en el servicio civil.

Tal servicio puede requerir de un solo higienista, o de un número mayor, con diferentes grados de experticia. Ellos tienden a ganar experiencia en profundidad en áreas de higiene ocupacional de particular interés para la organización, además que pueden tener la oportunidad de publicar documentos de investigación. En consecuencia, la amplitud de la experiencia será tan amplia como la operación de la compañía.

Los empleos típicos en una función interna comprenden:

Higienista asistente o técnico en higiene. Este profesional tendrá calificaciones académicas que van desde el GCSE en el Reino Unido (o un diploma de bachiller de Estados Unidos) hasta un grado y entrenamiento específico (frecuentemente en el trabajo) en técnicas de medición en higiene ocupacional. Técnicos o químicos de laboratorios de WC³ con frecuencia asumen o transfieren esta asignación como un rol.

Sus obligaciones pueden incluir:

- Medición de la exposición del trabajador a través de técnicas estándar.
- Calibración y mantenimiento del equipo de muestreo.
- Análisis de laboratorio de las muestras recolectadas.
- Evaluación de las medidas de control, como sistemas de ventilación.

Usualmente estas obligaciones se adelantan con la supervisión de un higienista senior. Por otro lado, la persona requiere ser recursiva, observadora, capaz de comunicarse claramente y de adaptarse a la tecnología cambiante.

Higienista ocupacional. De este profesional se espera que:

- Conozca los lugares de trabajo, planta, procesos, materiales, fuentes de exposición y personas involucradas.
- Conozca los requerimientos legales que aplican a las situaciones.
- Sea versado en el reconocimiento de peligros potenciales para la salud y su asociación con enfermedades o falta de confort.

³ *Worker Compensation*: entidades aseguradoras en accidentes de trabajo y enfermedades laborales.

- Entienda la derivación de los estándares aceptados en higiene.
- Diseñe programas de muestreo ambientales o biológicos apropiados.
- Seleccione, compre, calibre y mantenga el equipo de campo apropiado.
- Adelante estudios del lugar y sea consciente de las limitaciones de tales estudios.
- Evalúe el riesgo de la salud según su juicio profesional y con referencia en los estándares de higiene confiables.
- Aplique tratamientos estadísticos a los datos obtenidos.
- Almacene y suministre los datos cuando sea necesario.
- Estudie métodos de control mediante observación y medida.
- Recomiende a la gerencia medidas de control nuevas o mejoradas.

En el curso del trabajo tendrá contacto con la gerencia, la fuerza de trabajo, los sindicatos, los médicos, el personal de seguridad e ingeniería. Prestará sus servicios en comités, presentaciones y podrá estar involucrado en sesiones de entrenamiento. El higienista puede también representar a la compañía externamente, frente a las autoridades de control y planeación.

El higienista ocupacional de tiempo completo debe ser graduado. Debe demostrar un alto grado de compromiso hacia la profesión, con todo lo que ello implica.

Higienista ocupacional senior. Se trata de un higienista que a través de una demostración de competencia y experiencia ha establecido un rol senior dentro de la organización.

El higienista senior usa la experiencia para introducir en la organización programas de higiene industrial apropiados, monitorear el progreso y tomar las acciones necesarias. Sus deberes pueden abarcar:

- Formular políticas y estándares en higiene ocupacional.
- Auditar y monitorear la efectividad de las políticas.
- Evaluar los riesgos en procesos nuevos, mediante el análisis de materiales, del diseño de la planta, etc., con el fin de anticipar problemas.
- Educar y entrenar a la gerencia y a la fuerza de trabajo en higiene ocupacional.
- Supervisar y desarrollar profesionalmente al equipo de higiene.

- Dirigir un laboratorio de higiene.
- Asegurar la calidad de las mediciones y programas de higiene.

En este grado profesional, es esencial contar con excelentes habilidades de comunicación. El higienista senior debe ser capaz de interpretar los datos que recibe y persuadir a gerentes, trabajadores o autoridades de acuerdo con la información. Tanto las habilidades orales como escritas son cruciales.

También se espera de este profesional que despliegue otras habilidades gerenciales, como la pericia para orientar a sus subordinados y para administrar un presupuesto. La apreciación de la relación costo-efectividad es esencial para esta tarea, así como la noción sobre la necesidad de actualización en legislación, litigación, toxicología y epidemiología.

Es recomendable que el higienista senior sea muy activo profesionalmente, tanto al aprender de sus pares como al contribuir conocimiento. Es necesario el trabajo en comités, las publicaciones y las presentaciones como parte indispensable de la actualización y comunicación de sus propios descubrimientos.

Con el crecimiento organizacional del profesional senior, el higienista debe convertirse en parte del equipo de toma de decisiones a escala gerencial. Los términos gerente de higiene ocupacional e higienista ejecutivo se utilizan para describir roles de este alto nivel. En una compañía multinacional, el higienista puede tener responsabilidades corporativas con alcance internacional. El juicio basado en años de experiencia es claramente un prerrequisito. Tal higienista se convierte en la primera fuente de información y consejo que requiere la gerencia superior, mientras mantiene el control de la política de higiene ocupacional y la práctica profesional en la organización.

21.1.2 Consultoría

Comúnmente, la consultoría se presta a través de servicios comerciales. Pueden ser compañías independientes o relacionadas con un asegurador o un fabricante de equipos. En cualquier caso, estos prestadores de servicios trabajan por sus utilidades y se financian con sus tarifas. Los precios se cobran por un monto diario o se pactan por

un trabajo completo.

Hay excepciones: algunas asociaciones comerciales y grupos de servicios, por ejemplo, ofrecen consultoría sin ánimo de lucro. De manera usual, estas entidades están soportadas (al menos con cierta parcialidad) mediante una suscripción o cuota de sus miembros. Estos servicios también pueden ser prestados mediante una tarifa diaria reducida (subsidiada).

La consultoría también es suministrada por algunas universidades, que pueden ver esta actividad como una oportunidad para mantener al equipo académico en contacto con el mundo real, o como otra fuente de ingresos. Existen algunas fundaciones independientes que pueden tener subsidios que les permiten ofrecer tarifas reducidas.

Los higienistas consultores necesitan las mismas habilidades que quienes se encuentran en la industria poseen, pero en raras oportunidades tienen la posibilidad de desarrollar especializaciones a fondo. A pesar de que adquieren una amplia experiencia en diferentes tipos de problemas. Esto demanda una habilidad para asimilar nuevas situaciones con rapidez y un inusual y alto grado de auto suficiencia. En forma global, ellos tienden a estar más calificados y a tener mayor experiencia que los higienistas de la industria, debido a que la consultoría no puede permitirse la pérdida de un cliente y hay menor oportunidad para rectificar errores.

Las labores en consultoría son paralelas a las de la industria. Una estructura típica sería:

- Técnico en higiene. Se dedica a una rutina de mediciones, usualmente bajo supervisión, con ciertas áreas restringidas, tal como el trabajo con asbesto.
- Higienista. Con frecuencia es un graduado joven, que conduce estudios básicos para un rango extenso de agentes peligrosos.
- Consultor higienista. Posee por lo menos cinco años de experiencia práctica y es usual que cuente con una cualificación profesional. Conduce estudios, investigaciones y reportes para una variedad de industrias y situaciones, con mínima supervisión. Aconseja a los clientes sobre medidas de control e implementación. Puede estar involucrado en capacitación.

- Consultor higienista senior. Tiene muchos años de experiencia y una reputación profesional impecable. Se relaciona por lo general con la gerencia superior. Planea proyectos complejos, supervisa el trabajo del equipo junior, prepara políticas y dirige la implementación para los clientes. Con frecuencia se involucra de lleno en entrenamientos.

La financiación para una consultoría puede afectar la prestación del servicio y la forma en que es percibido, por ejemplo:

- Fundaciones independientes y universidades son vistas como objetivas, pero pueden tener recursos limitados.
- Las compañías comerciales pueden brindar una respuesta más rápida, pero una gama limitada de servicios a determinado precio.

21.1.3 Agencias estatales

Los servicios pueden ser prestados por el Estado y pueden tener roles mandatorios o de asesoría, o ambos. Las dos funciones juntas pueden ser poco compatibles, como cuando un inspector ofrece consejo pero amenaza legalmente si este no es acogido. Los servicios estatales usualmente son vistos como una autoridad, pero también pueden ser visualizados con sospecha, si tienen un rol sancionatorio.

Los inspectores de cumplimiento usualmente son generalistas en salud y seguridad y llamarán a un especialista en higiene ocupacional cuando necesiten ayuda para adelantar estudios y proveer recomendaciones.

Los higienistas pueden estar involucrados en:

- Coordinar los datos para el ajuste de estándares.
- Asistir en los comités nacionales e internacionales.
- Servir de enlace con cuerpos científicos, industriales y académicos.
- Comisionar o conducir investigaciones.
- Brindar guías sobre el amplio espectro de prevención y control de eventos.
- Preparar borradores y revisar la legislación.

En algunos países las agencias estatales están financiadas a través de los impuestos. En otros, las compañías pagan una cotización obligatoria a las corporaciones estatales en salud ocupacional. Las cotizaciones pueden ser compensadas con descuentos en la consultoría para proyectos específicos. En estos países, las consultorías comerciales privadas tienden a ser poco comunes.

21.1.4 Investigación y enseñanza

Las universidades, institutos y organizaciones de investigación proveen en últimas la mayoría de empleos para higienistas. Ellas pueden:

- Conducir investigaciones en peligros a la salud, técnicas de medición o métodos de control.
- Enseñar cursos de pregrado y posgrado y brindar conferencias a médicos, enfermeras, oficiales de seguridad, ingenieros, etc., a partir de subsidios.
- Liderar investigaciones en higiene ocupacional dentro de organizaciones y otras veces como consultores externos.

Los estudios formales del conferencista, del profesional senior y del profesor son comunes a otras funciones en la universidad y no necesariamente están relacionados con cualificaciones de higiene ocupacional.

21.2 Implicaciones para los higienistas

Las diferentes características de los servicios de higiene ocupacional tienen un profundo impacto en cómo se desarrolla el trabajo. Los objetivos, conducción y financiación de las organizaciones imponen restricciones en cómo operan estos servicios. Es necesario considerar los siguientes aspectos:

21.2.1 Provisión del servicio

Una organización debe ser capaz, en teoría, de proveer una gran gama de servicios, tales como preparación de política y auditoría, estudios de campo e investigaciones, análisis de laboratorio, entrenamiento e información, investigación, etc. En la práctica, los servicios suministrados dependerán de las restricciones mencionadas con antelación.

21.2.2 Equipo de trabajo

La calidad de un servicio depende de la calidad del equipo de trabajo que lo provee, pero los higienistas ocupacionales profesionales y técnicos competentes son pocos. Reclutamiento, entrenamiento, pago y retención son factores influenciados por el estatus, la imagen, los recursos y las políticas de la organización.

La competencia por el equipo de trabajo entre diferentes tipos de servicios puede ser buena para el desarrollo profesional, pero también puede dañar la continuidad del proceso de la entidad y la viabilidad de su operación.

Algunos servicios necesitan ser multidisciplinarios, emplear ingenieros, médicos, oficiales de seguridad, etc., así como higienistas. El grado en el cual se encuentra desarrollada la experticia del especialista dependerá de la gama de servicios que se prestan y el equipo de respaldo con que se cuenta.

21.2.3 Facilidades

El estándar de facilidades e instrumentación dependerá de la cantidad de capital disponible, la base de las decisiones financieras y los servicios que se ofrecen.

Por lo tanto, un instituto de investigación puede tener un equipo especializado que no justifique una consultoría.

21.2.4 Aseguramiento de calidad

El mantenimiento de la calidad en ensayos y consultorías es crucial para cualquier servicio efectivo. Diferentes tipos de organizaciones tendrán diferentes aproximaciones al aseguramiento de calidad. Los sistemas de calidad pueden ser formales o informales y estarán influenciados por:

- El tamaño y el estatus de la organización.
- La estructura y cultura gerencial.
- La capacidad del equipo de trabajo empleado.
- Los servicios ofrecidos.

Las consultorías con frecuencia tienen acreditaciones formales de carácter independiente, adquiridas a través de un servicio de acreditación nacional. Estos esquemas exigen recursos considerables para mantener el estándar de calidad esperado, pero las consultorías deben demostrar su calidad a sus clientes y también justificar su costo. Pocos laboratorios internos o universidades cuentan con estas acreditaciones. El control de calidad en las universidades tiende a recaer en las cualificaciones de los individuos y es con frecuencia informal.

21.3 El higienista como gerente

El concepto del higienista como gerente puede significar cosas diferentes para personas distintas. Puede denotar:

- Administrar programas de higiene ocupacional: diseñar programas, planear su implementación, conducirlos y monitorearlos.
- Dirigir un servicio de higiene, bien sea de manera interna o como consultoría, con responsabilidad por el equipo de trabajo, por el presupuesto, etc.
- Ser parte de un equipo de gerencia de una compañía, que brinda consejo a los gerentes de línea sobre temas especializados en higiene, con el ánimo de satisfacer las necesidades del negocio.
- Cambiar de carrera: moverse a un área como mercadeo o gerencia de línea sobre la base de las habilidades adquiridas a través de la práctica como higienista.

Todas estas son posibles interpretaciones, pero es factible tener un concepto más amplio del rol gerencial del higienista.

La efectividad de un higienista puede ser juzgada por el éxito logrado en el mejoramiento del ambiente de trabajo. El higienista puede esforzarse para lograr la cooperación de los trabajadores en el programa de higiene industrial, con el soporte pleno de la gerencia y con la utilización de otro equipo de higiene. La efectividad depende parcialmente del conocimiento técnico, pero sobre todo de la habilidad para obtener resultados. Esto puede comprender:

- Influenciar a los empleados para usar adecuadamente las medidas de control provistas.
- Supervisar otro equipo de trabajo para que se desempeñe de forma óptima.

- Influenciar a los gerentes para tomar o apoyar decisiones.

El logro de resultados a través de la gente es la ciencia de la gerencia. Requiere actitudes, conocimientos y destrezas, que tradicionalmente no son enseñadas a los higienistas.

Un higienista con habilidades técnicas pero no gerenciales funciona como un especialista, el cual es llamado cuando se requiere para suministrar datos que permitan a otros tomar decisiones. En contraste, el gerente en higiene ocupacional tiene mayor influencia en políticas, dirección y desempeño de la compañía. La habilidad gerencial es entonces un requerimiento clave para todos los higienistas senior. Las competencias clave se describen así:

- Habilidades ejecutivas y administrativas, como fijación de objetivos, planeación, supervisión, resolución de problemas, toma de decisiones, manejo del tiempo, delegación, presupuesto y auditoría.
- Habilidades para la gerencia del recurso humano, que incluyen entrevistas para el reclutamiento, entrenamiento y desarrollo del equipo de trabajo, consejo, entrevistas disciplinarias, construcción de equipo, liderazgo y motivación.
- Habilidades de comunicación, tales como preparación de reportes, presentaciones en público, manejo de reuniones, persuasión, venta y negociación.

Estas habilidades no pueden desarrollarse de manera aislada, deben ser utilizadas en el contexto de cultura organizacional, procedimientos, estado actual y planes. En particular, el higienista debe ser versado en:

- La naturaleza del negocio (los productos y servicios ofrecidos, su importancia relativa y prospectos).
- La estructura organizacional, el estilo de gerencia, los sistemas y procedimientos.
- Los métodos de manufactura utilizados.
- El rol de los sindicatos.
- El desempeño financiero de la compañía y la función o departamento de higiene ocupacional.

Operar con éxito como gerente no es una habilidad natural para la mayoría de las personas, pero puede ser adquirida. La experiencia es el verdadero maestro, y el higienista debe planear con deliberación ganar experiencia en situaciones de gerencia como parte del desarrollo de su carrera. Ejercicios simples de autodesarrollo pueden ser muy gratificantes, por ejemplo:

- Atender una reunión pública de una autoridad local para analizar cómo se conduce el debate y qué tipos de argumentos son efectivos.
- Realizar una presentación a una audiencia hostil en un tema sensible de salud.
- Contar con retroalimentación de alguien.
- Cambiar de una pequeña compañía a una grande (o al contrario) para experimentar el cambio cultural.

El autodesarrollo, sin embargo, puede ser doloroso y lento. Hoy en día las habilidades gerenciales se enseñan y existe gran variedad de cursos. Los higienistas deben incluir entrenamiento en gerencia como parte de sus planes de desarrollo.

Un ajuste más difícil es lograr cambios en las actitudes. Tradicionalmente, los higienistas son consejeros imparciales que presentan hechos para que otros tomen decisiones. Convertirse en gerente implica apropiarse de los asuntos. El gerente debe permanecer objetivo, pero estar orientado a los resultados más que a ser imparcial. Algunas veces, los gerentes deben tomar decisiones con datos incompletos hasta que la prueba científica esté completa.

Para ser efectivo, el higienista debe verse a sí mismo como parte integral de la organización, con un interés en el desempeño global. Los resultados, en términos de satisfacción laboral, remuneración e higiene ocupacional efectiva pueden ser muy gratificantes.

21.4 Desarrollo personal

La higiene ocupacional es un tópico que ofrece oportunidades para el aprendizaje y el desarrollo permanente. No solamente el reto técnico es amplio, también las oportunidades que se decantan para crear nuevos campos de conocimiento. Existen cursos de enseñanza disponibles en cinco grados (ver figura).

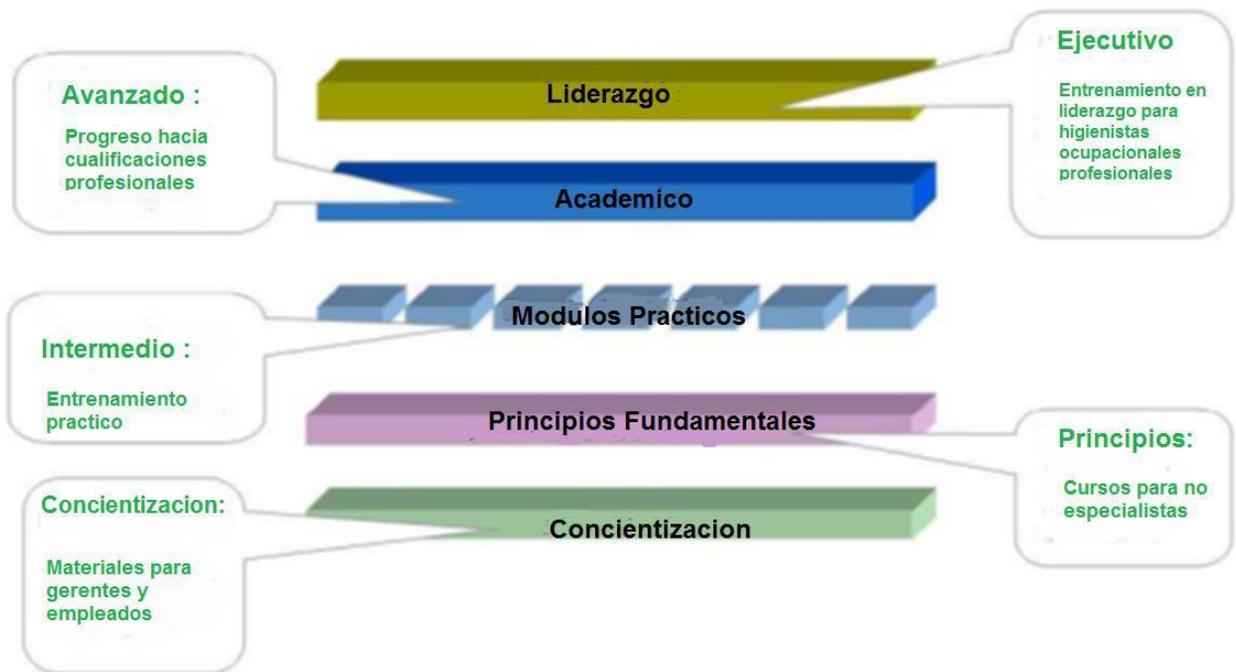


Figura 21.1 - Necesidades de educación y entrenamiento.

Fuente: Steve Bailey.

Muchos higienistas son el único profesional con esta función en su organización y pueden sentirse inseguros respecto al entrenamiento que necesitan o al desarrollo personal. Existen muchas formas para que los higienistas se mantengan en contacto con sus pares y así puedan compartir información y aprender de cada uno.

21.4.1 Adherirse a una sociedad

Existen sociedades de higiene ocupacional en cerca de 30 países. Los detalles pueden encontrarse en la página web de la Asociación Internacional de Higiene Ocupacional (IOHA). Ver www.IOHA.net

Muchas sociedades ofrecen conferencias y reuniones para agrupar a los higienistas, publican revistas y páginas web para ayudar a los profesionales a estar en contacto. Otras ofrecen cualificación profesional. La IOHA actualmente reconoce once esquemas nacionales de cualificación profesional. Además, se adelantan trabajos para establecer un sistema global de entrenamiento y cualificaciones de grado técnico para facilitar el traslado entre países.

21.4.2 Involucrarse

- Adherirse a un foro en internet, como puede ser la lista de correo "UKOH". Ver: <http://www.mailtalk.ac.uk/ukoh>
- Asistir a conferencias y desarrollar presentaciones.
- Mantenerse actualizado mediante la lectura de revistas especializadas, tales como *Los anales de higiene ocupacional*, ver: <http://annhyg.oxfordjournals.org/> Así mismo, la revista de higiene ocupacional y ambiental, ver: <http://www.aiha.org/news-pubs/pages/JOEH.aspx>

21.4.3 Construir su red

- Encontrar un individuo o grupo con quien pueda mantener contacto, en calidad de mentor.
- Acérquese a una universidad, organización de consultoría o entrenamiento en su área.

21.5 Ética

El primer deber de un higienista ocupacional es siempre salvaguardar la salud y el bienestar de la fuerza de trabajo. No obstante, el higienista también tiene responsabilidades hacia su empleador, sus clientes (si el higienista es un consultor) y el público en general. Inevitablemente emergen asuntos éticos como:

- La confidencialidad de la salud ocupacional personal debe ser protegida y es necesario que los empleadores sepan cuáles trabajadores se encuentran en riesgo.
- Podrían existir conflictos de lealtad entre los deberes del higienista y empleadores, trabajadores, clientes y la ley.
- Podrían existir ciertas restricciones en la libertad del higienista para cumplir con sus deberes. Por ejemplo, el acceso a los sitios, el equipo disponible, el tiempo permitido y el nivel del personal de apoyo.
- El uso de un equipo laboral junior para el trabajo de campo puede incrementar las preguntas hacia la adecuación de la supervisión.
- Las prácticas comerciales y de venta de las consultorías podrían necesitar restricciones éticas.

Los cuerpos profesionales tendrán escrito un código de ética para asegurar el cumplimiento de estos asuntos y lidiarán con la responsabilidad y consistencia de la profesión. Los estándares de conducta son tan rigurosos como los requeridos por otras disciplinas profesionales, como medicina y derecho. Los miembros están obligados a cumplir con el código y pueden estar sujetos a acciones disciplinarias y a una posible expulsión si no lo siguen.

Bajo un código de ética, el principal deber de los empleadores puede estar complementado por el siguiente número de tareas:

Hacia empleadores/clientes

- Mantener la confidencialidad de toda la información acerca de sus operaciones o procesos.
- Aconsejar honesta, responsable y competentemente.

Hacia la fuerza de trabajo

- Mantener una actitud objetiva hacia los riesgos de la salud.
- Usar la información obtenida solo para propósitos de higiene ocupacional y para el beneficio de la fuerza de trabajo.

Hacia el público en general

- Mantener una actitud objetiva hacia asuntos de inquietud pública.
- Limitarse a temas que solamente pueden ser tratados con autoridad, y distinguir entre un hecho aceptado y una opinión informada.

Hacia otros profesionales

- Mantener los más altos niveles de integridad y competencia profesional.
- Respetar a otros profesionales y evitar situaciones de conflicto en lo posible.

En adición, los higienistas consultores tienen algunas responsabilidades especiales:

- Informar a sus clientes sobre cualquier interés u ocupación que pueda comprometer su independencia.
- No trabajar para más de un cliente sobre el mismo tema simultáneamente.
- No aceptar pagos o gratificaciones de terceras partes.
- No solicitar inadecuadamente trabajo. Por ejemplo, a partir del ofrecimiento de prebendas financieras o de cuestionamientos sobre la idoneidad de otro consultor.