

# Riesgos Físicos II Iluminación

*Segunda edición*

**ECO E**  
EDICIONES



**Fernando Henao Robledo**



## **Fernando Henao Robledo**

Ingeniero mecánico de la Universidad Tecnológica de Pereira, 1971; ingeniero de Salud ocupacional del ISS, Caldas 1972-2002; especialista en Salud ocupacional de la Universidad de Antioquia, 1999; profesional en Salud ocupacional de la Universidad del Quindío, 1999.

Elaboró las siguientes normas técnicas: Calderas, Seguridad Hospitalaria, Sierras Circulares para madera y Planeadoras.

Autor de: Límites máximos permisibles; Codificación en salud ocupacional; Estadística aplicada a la salud ocupacional; Riesgos Físicos I, ruido, vibraciones y presiones anormales; Riesgos Físicos II, iluminación; Riesgos Físicos III, temperaturas extremas y ventilación; Riesgos eléctricos y mecánicos; Riesgos químicos; y Riesgos en la construcción.

# Riesgos Físicos II

Iluminación

Segunda Edición

Fernando Henao Robledo

## Tabla de contenido

Dedicatoria .....	V
Introducción.....	XIII

### CAPÍTULO 1

<b>Radiaciones no ionizantes.....</b>	<b>1</b>
Introducción.....	1
1.1 Espectro electromagnético .....	4

### CAPÍTULO 2

<b>Iluminación .....</b>	<b>13</b>
Introducción .....	13
2.1 El ojo y la visión .....	15
2.1.1 El mecanismo visual.....	16
2.1.2 Anatomía y fisiología de la visión.....	16
2.1.3 El ojo.....	17
2.1.4 Anexos del globo ocular .....	21
2.1.6 El campo visual.....	27
2.1.7 Defectos estructurales del ojo .....	27
2.1.8 Tipos de visión .....	28
2.2 Factores objetivos del proceso visual .....	29
2.2.1 Tamaño.....	29
2.2.2 Brillo fotométrico (luminancia).....	29
2.2.3 Contraste.....	30
2.2.4 Tiempo.....	30
2.2.5 El espectro radiante.....	30
2.2.6 Longitud de onda .....	31
2.3 Magnitudes y unidades luminosas.....	32
2.3.1 Intensidad luminosa (I) .....	32
2.3.2 Flujo luminoso ( $\Phi$ ) .....	34
2.3.3 Nivel de iluminación (E) .....	34
2.3.4 Brillo (Luminancia) (B).....	35
2.3.5 Ecuaciones fundamentales.....	37
2.4 Características de la radiación luminosa .....	38
2.4.1 Reflexión.....	39
2.4.3 Transmisión .....	42

2.4.4 Refracción.....	43
2.4.5 Polarización.....	43
2.5 Calidad de iluminación .....	44
2.5.1 Deslumbramiento.....	44
2.5.2 Relación de brillo.....	46
2.6 El color como fenómeno físico .....	48
2.6.1 El color de los cuerpos opacos .....	48
2.6.2 Sensibilidad a los colores .....	48
2.6.3 El color como sensación.....	49
2.6.4 Cualidades del color .....	50
2.6.5 El color como elemento expresivo.....	50
2.6.6 La complementariedad de los colores.....	56
2.6.7 Factores de modificación del color aparente.....	57
2.6.8 Preferencias cromáticas y tipos de personalidad .....	58
2.6.9 Tipos de iluminación .....	59
2.6.10 Métodos de alumbrado.....	61
2.6.11 Reglamentación .....	65
2.7 Iluminación general.....	66
2.7.1 Iluminación en puestos de trabajo .....	67
2.7.2 Luminancia o brillo en los puestos de trabajo .....	67
2.7.3 Equipos .....	68
2.7.4 Medida de campo .....	68
2.7.5 Cálculos .....	71
2.8 Análisis y determinación de las condiciones de riesgo .....	75
2.8.1 Sistema de iluminación general .....	75
2.8.2 Iluminación de puestos de trabajo .....	76
2.8.3 Condiciones de brillo de los puestos de trabajo.....	76
2.9 Medidas de control.....	77
2.9.1 Aspectos generales en los métodos de control de la iluminación.....	77
2.10 Otras radiaciones no ionizantes .....	78
2.11 Radiación ultravioleta.....	79
2.11.1 Efectos de la radiación ultravioleta .....	81
2.11.2 Fuentes de emisión de radiación ultravioleta .....	83
2.11.3 Detección y medición de la radiación ultravioleta....	83
2.11.4 Detectores físicos .....	84
2.11.5 Detectores químicos y biológicos .....	84
2.11.6 Exposición a fuentes naturales .....	85

2.11.7 Luz natural: .....	85
2.11.8 Luz ultravioleta germicida: .....	86
2.11.9 Láser ultravioleta: .....	86
2.13 Radiación infrarroja .....	88
2.14 Microondas .....	90
2.14.1 Medidas de control .....	91
2.15 Radiofrecuencias (RF) .....	92
2.15.1 Aplicaciones de las radiofrecuencias .....	92
2.15.2 Detectores y medidores .....	95
2.15.3 Efectos biológicos de las radiofrecuencias .....	95
2.15.4 Cáncer y exposición a campos de radiofrecuencias .....	98
2.15.5 Valores a los que las personas están sometidas .....	99
2.16 Aplicaciones médico-terapéuticas de las ondas de radio.....	100
2.16.1 Valores límite permisibles.....	102
2.16.2 Peligros del radar .....	103
2.16.3 Medidas de protección .....	104
2.17 Legislación colombiana para radiaciones no ionizantes .....	105
2.18 Radiación láser .....	105
2.18.1 Clasificación .....	108
2.18. 2 Características de algunos láseres originados en gases .....	109
2.18.3 Límites máximos permisibles .....	111
2.18.4 Protección .....	113
Bibliografía.....	117
Consultas electrónicas .....	118

### CAPÍTULO 3

<b>Radiaciones ionizantes.....</b>	<b>119</b>
Introducción .....	120
3.1 Aparición de las técnicas .....	122
3.2 Radiaciones ionizantes .....	125
3.3 Absorción y dispersión de los rayos X .....	130
3.3.1 Tipos de equipos de rayos X .....	131
3.3.2 Características de las salas de Rx.....	132
3.4 Radiación gamma.....	132
3.4.1 Usos de la radiación gamma .....	133
3.5 Radiaciones corpusculares .....	133

3.6 Interacción de rayos X y gamma con la materia .....	138
3.7 Características de las sustancias ionizantes .....	141
3.7.1 Unidades .....	146
3.8 Unidades de radiactividad.....	147
3.9 Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes.....	147
3.9.1 La célula .....	147
3.9.2 Radio sensibilidad de las células .....	155
3.9.3 Síndrome de irradiación .....	156
3.9.4 Síndrome hematopoyético.....	158
3.9.5 Síndrome gastrointestinal.....	158
3.9.6 Síndrome del sistema nervioso central.....	158
3.9.7 Efectos somáticos crónicos .....	158
3.9.8 Irradiación y contaminación radiactiva .....	159
3.9.9 Irradiación externa .....	160
3.9.10 Contaminación radiactiva.....	160
3.9.11 Límites máximos permisibles .....	160
3.10 Reconocimiento .....	164
3.10.1 Equipos para la medición de radiaciones ionizantes..	165
3.10.2 Detectores de ionización de gas.....	165
3.10.3 Cámaras de Ionización .....	166
3.10.4 Contadores proporcionales.....	166
3.10.5 Contadores Geiger-Muller .....	166
3.10.6 Cámara de ionización de Bolsillo - de lapicera.....	167
3.10.7 Dosímetros de lectura retardada .....	167
3.10.8 Dosímetros de película (fotográfico) - dosímetro personal .....	167
3.10.9 Técnicas de medición.....	168
3.10.10 Evaluación de la irradiación externa individual .....	169
3.10.11 Evaluación radiológica de áreas de trabajo .....	169
3.10.12 Cálculo de la tasa de irradiación en un punto.....	172
3.10.13 Cálculo de la radiación total y del grado de riesgo .	172
3.11 Evaluación de contaminación en superficies y equipos.....	173
3.11.1 Calibración .....	174
3.11.2 Consideraciones generales .....	175
3.11.3 Fórmulas .....	175
3.12 Controles.....	179
3.12.1 Distancia.....	184
3.12.2 Tiempo.....	185

3.12.3 Blindaje.....	185
3.13 Reducción de dosis al paciente.....	187
3.13.1 Reducción de la dosis al personal.....	188
3.13.2 Control médico .....	189
3.13.3 Primeros auxilios.....	190
3.14 Procedimientos y normas de trabajo .....	191
3.14.1 Protección del técnico.....	191
3.14.2 Protección del médico.....	191
3.14.4 Protección en medicina nuclear .....	192
3.15 Eliminación de desechos radiactivos.....	193
3.16 Manejo de los pacientes .....	194
3.17 Manejo de los cadáveres .....	194
3.18 Guía sobre criterios de valoración de condiciones medioambientales de una instalación radiactiva .....	194
3.19 Legislación colombiana .....	197
Bibliografía .....	199

# Introducción

La AIHA (American Industrial Hygienist Association) define la higiene industrial como: “La ciencia y el arte dedicada al reconocimiento, evaluación y control; de aquellos factores ambientales originados en o por el lugar de trabajo, que pueden ocasionar enfermedades, menoscabo de la salud y bienestar o importante malestar e ineficiencia entre los trabajadores o entre los ciudadanos de una comunidad”.

**Además en el Artículo 9 del Decreto 614 de 1984 se define como:** “Comprende el conjunto de actividades destinadas a la identificación, evaluación y al control de los agentes y factores del ambiente de trabajo que pueden afectar la salud de los trabajadores”.

Uno de los capítulos de esta ciencia es la de los factores de riesgo que en la *Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacionales para el proceso de evaluación en la calificación de origen de enfermedad*, elaborado por el Ministerio de la Protección Social, se plantea que los factores de riesgo se clasifican desde el punto de vista del origen y no desde el efecto; definiendo el factor de riesgo físico como “los factores ambientales de naturaleza física (considerando esta como la energía que se desplaza en el medio) que cuando entren en contacto con las personas pueden tener efectos nocivos sobre la salud, dependiendo de su intensidad, exposición y concentración de los mismos”.

También se puede definir como cualquier forma de energía presente en el medio ambiente de trabajo y que puede lesionar al trabajador expuesto.

Con este documento se pretende presentar las bases teóricas para que las personas se motiven en el estudio de estos temas y posteriormente realizar estudios más profundos con el fin de diseñar sistemas de control tanto en la fuente como en el medio y como última instancia en el receptor. El objetivo no es escribir un manual que recopile todo lo escrito y estudiado sobre tan complejos temas.

En cada uno de los asuntos tratados, se plantean las definiciones básicas, su clasificación, las fuentes generadoras, los problemas de salud generados por exposición al riesgo, los instrumentos de medición, los límites máximos permisibles establecidos en Colombia y los métodos de control comúnmente utilizados para atenuarlos en los ambientes de trabajo.

Toda la legislación colombiana nombrada en el presente documento puede ser consultada en el Sistema de Información en Línea (SIL) de ECOE Ediciones.



## CAPÍTULO 1

# RADIACIONES NO IONIZANTES

### **Introducción**

Al consultar el *Diccionario Larousse de ciencias y técnicas* sobre la definición de radiación se encuentra: emisión de ondas electromagnéticas, de partículas atómicas o de rayos de cualquier índole. Las radiaciones pueden ser de naturaleza electromagnética (radiaciones ondulatorias) o consisten en la emisión y propagación rectilínea de partículas (radiaciones corpusculares).

Todas las radiaciones ondulatorias se deben a la propagación simultánea de un campo magnético y de un campo eléctrico a la velocidad de trescientos mil kilómetros por segundo. Solamente difieren por la frecuencia y la longitud de sus ondas u oscilaciones, cuyo valor determina los efectos que ejercen en la materia dichas radiaciones: elevado poder de penetración y de ionización de las radiaciones de mayor frecuencia y menor longitud de onda (rayos gamma, X, ultravioleta); excitación de la retina, generadora de fenómenos de visión (luz); efectos caloríficos (radiaciones infrarrojas) y reflexión de las ondas cortas de telecomunicaciones por la ionósfera.

## Otros títulos de su interés

Seguridad y salud en el trabajo  
Conceptos básicos  
*Fernando Henao Robledo*

Riesgos en la construcción  
*Fernando Henao Robledo*

Lesiones profesionales e  
inspecciones de control  
*Fernando Henao Robledo*

Planes de contingencia  
*Raúl Felipe Trujillo*

Salud ocupacional  
*Francisco Álvarez Heredia*

Seguridad industrial  
*Andrés Giraldo*

# Riesgos Físicos II Iluminación



La obra presenta a la iluminación y las radiaciones ionizantes como factores de riesgo físico por encontrarse presente en el medio ambiente con la posibilidad de afectar al trabajador. Además de esto, las radiaciones constituyen hoy en día un problema de salud pública e higiene industrial.

La radiación generada por el hombre es la que ofrece más riesgo a los trabajadores y población en general; en cada uno de los asuntos tratados, se plantean las definiciones básicas, su clasificación, las fuentes generadoras, los problemas de salud generados por exposición al riesgo, los instrumentos de medición, los límites máximos permisibles establecidos en Colombia y los métodos de control comúnmente utilizados para atenuarlos en los ambientes de trabajo.

**Colección:** Ingeniería y salud en el trabajo

**Área:** Seguridad y salud en el trabajo

ECO  
EDICIONES



[www.ecoediciones.com](http://www.ecoediciones.com)



e-ISBN 978-958-771-103-5