



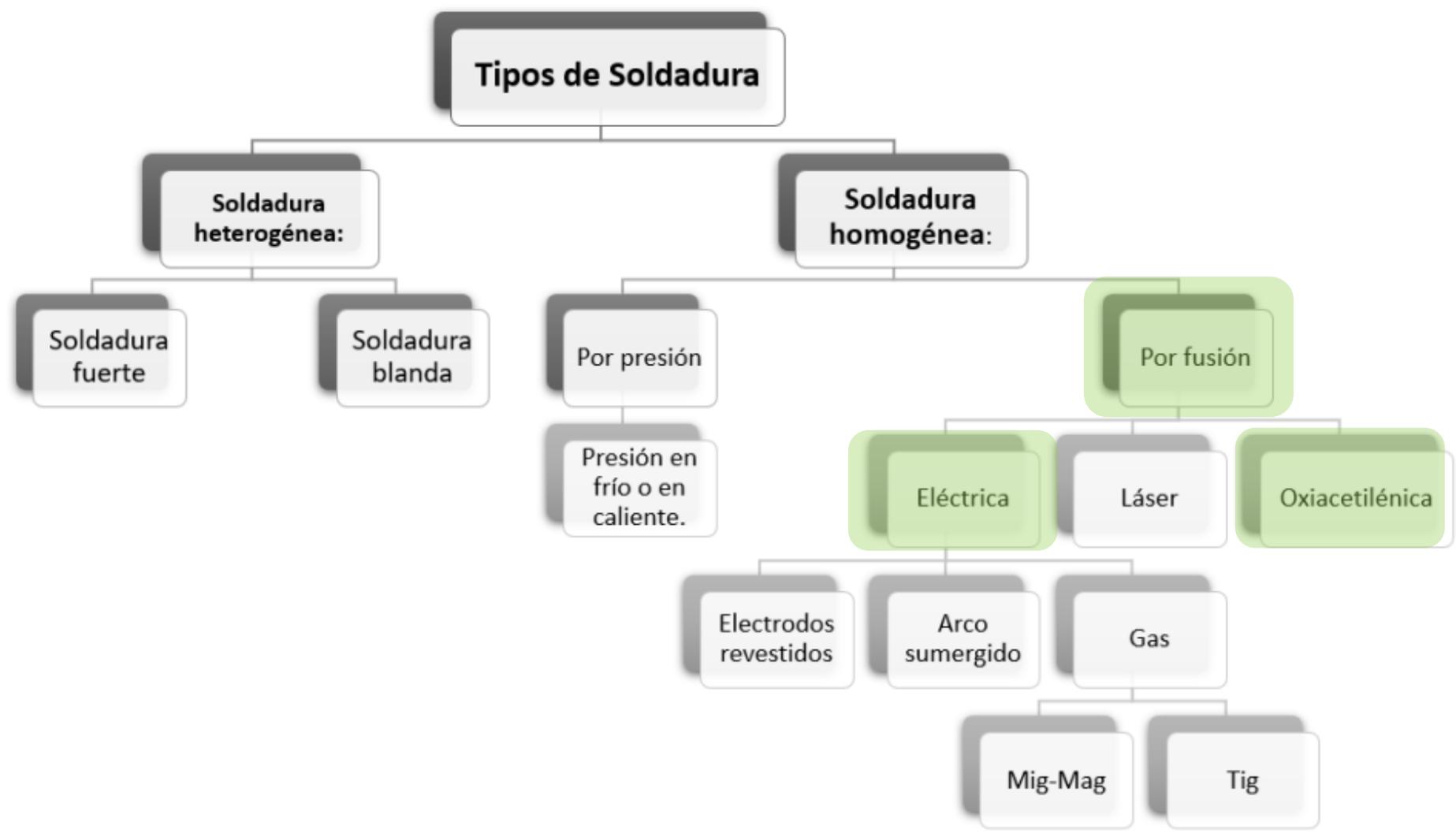
Seminarios web

Seminario sobre prevención de riesgos laborales en la actividad agropecuaria.

Riesgos higiénicos asociados a la tarea de soldadura en la agroindustria

Mg. Maximiliano Simaz
08 de agosto de 2024

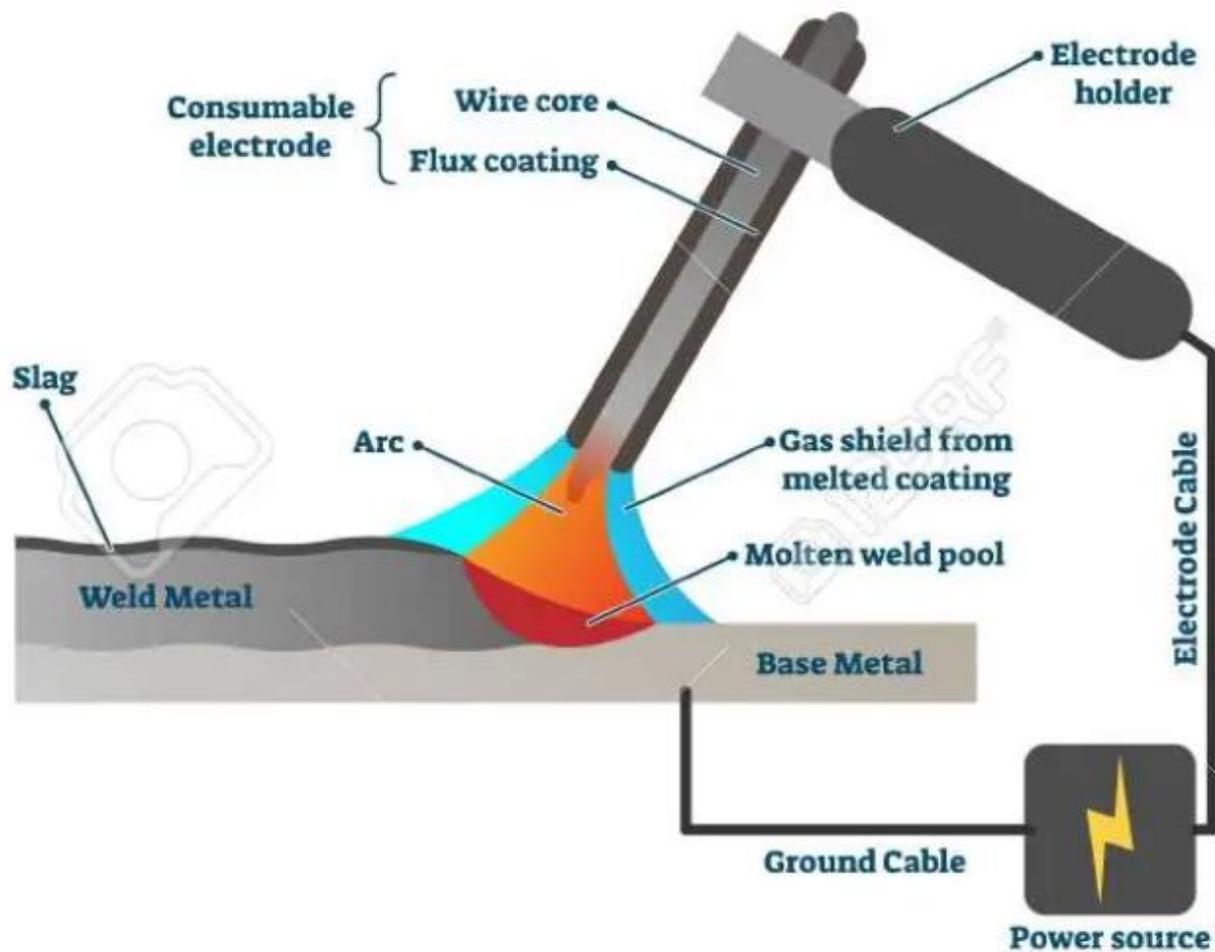
Procesos de Soldadura



Procesos de Soldadura electrodos revestidos

Es un proceso manual en el que la fuente térmica está constituida por el arco eléctrico que disparándose entre electrodo revestido y la pinza a soldar, produce el calor que provoca una rápida fusión tanto del material base como del material de aporte (electrodo). El calor del arco eléctrico va a fundir el extremo del electrodo y parcialmente el metal base, creando el baño de fusión, donde se irá depositando el electrodo fundido originando así el cordón de soldadura.

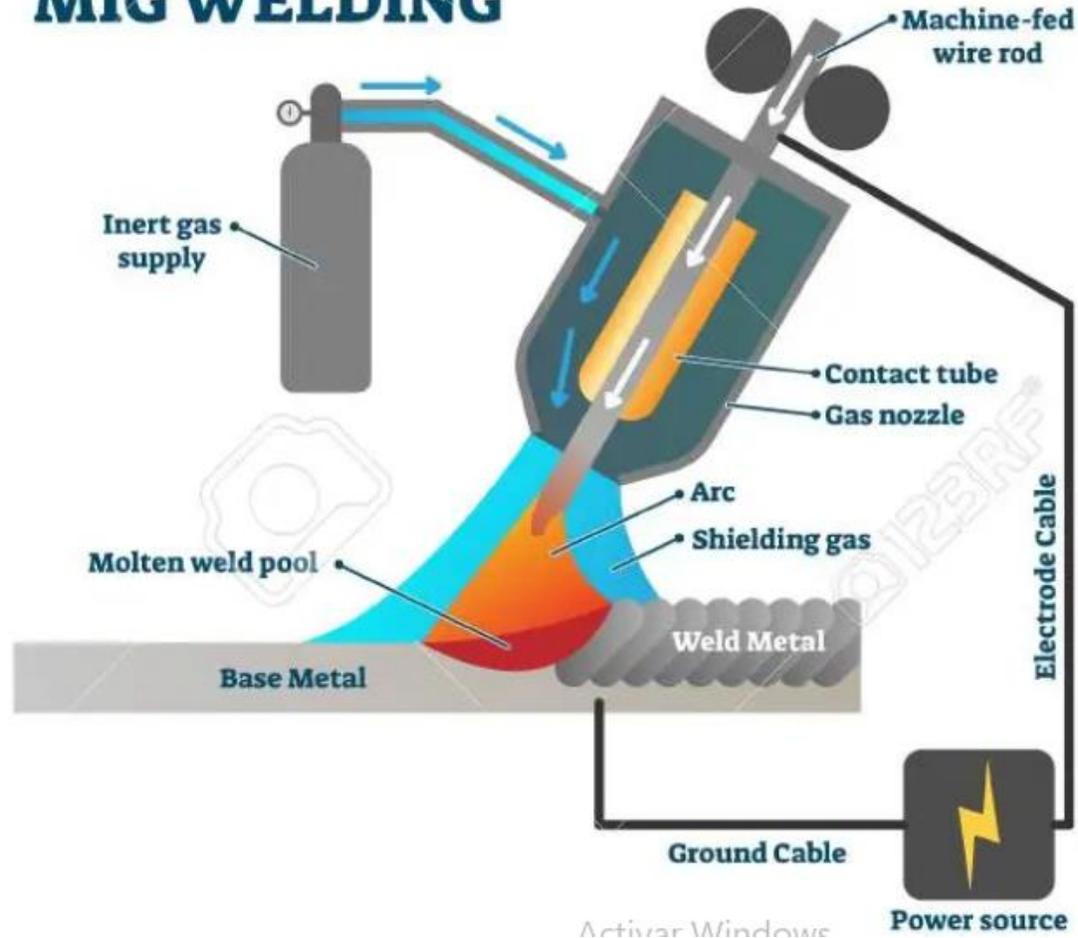
Electrodos revestidos



Procesos de Soldadura MIG / MAG

Este proceso recibe el nombre según sea el gas a utilizar, las cuales son: MIG (Metal Inert Gas) o MAG (Metal Active Gas), se desarrolla con un electrodo consumible y con un gas protector inerte o activo según sea el trabajo en una atmósfera circundante.

MIG WELDING



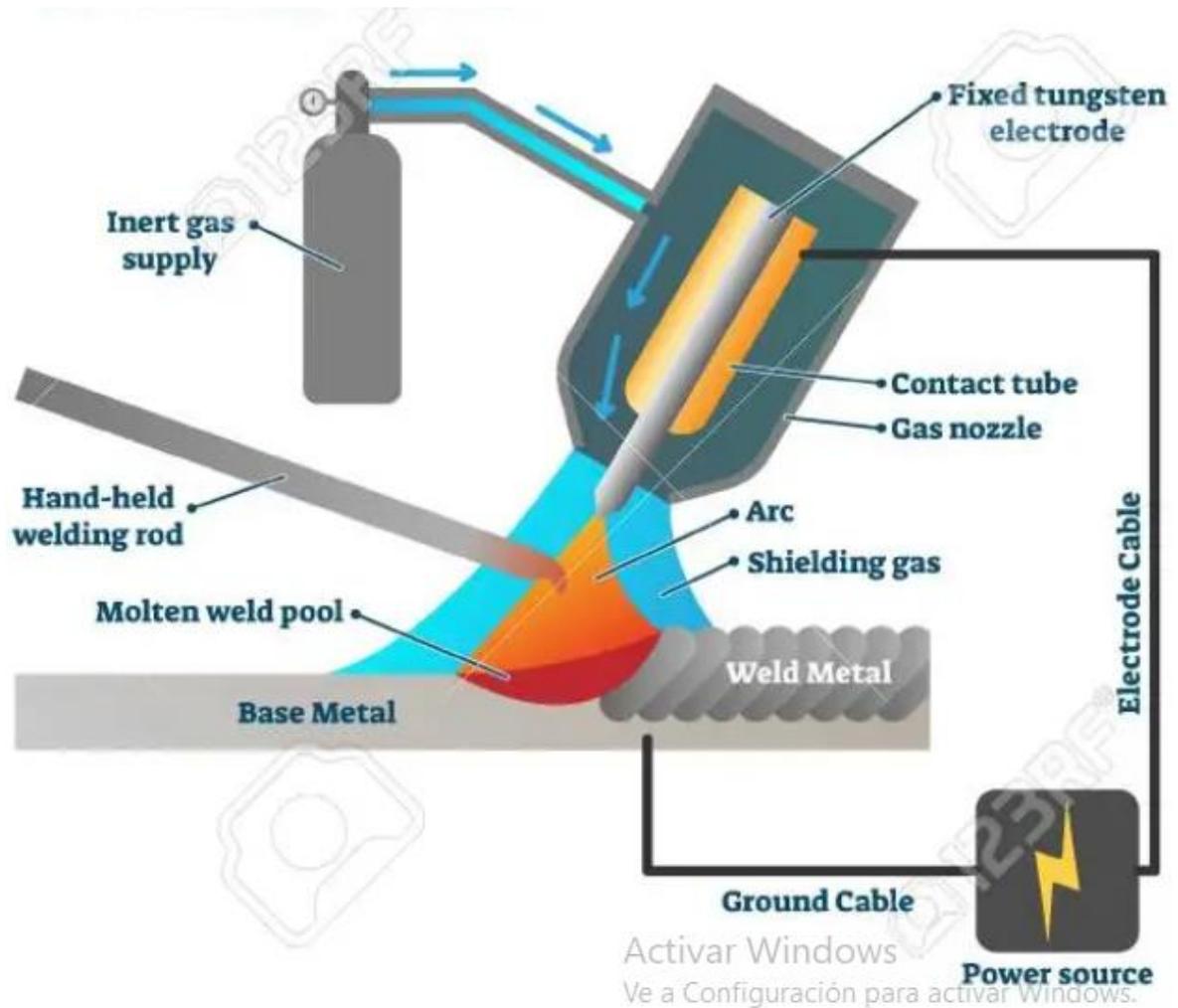
SOLDADURA MIG/MAG



Procesos de Soldadura TIG

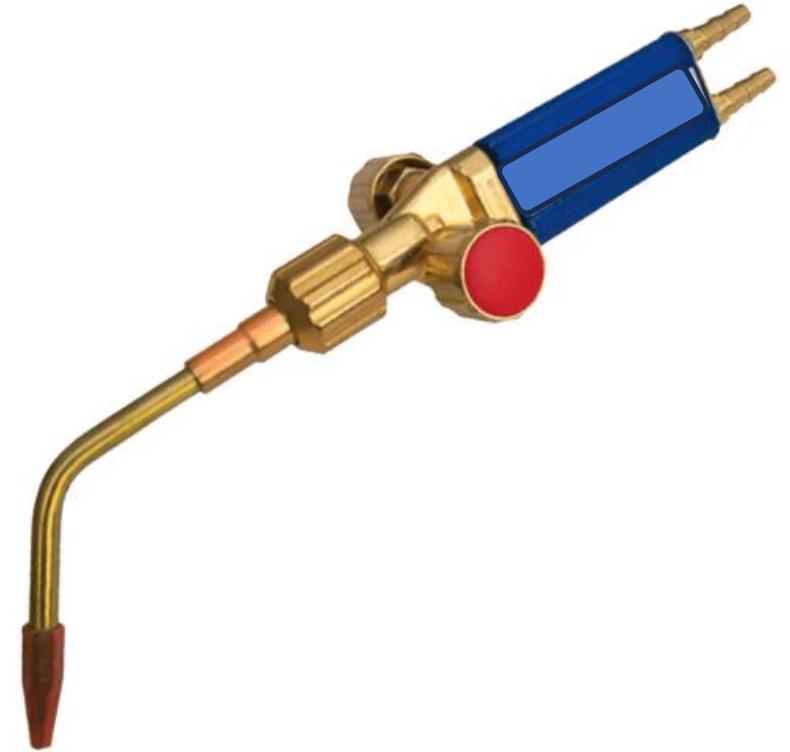
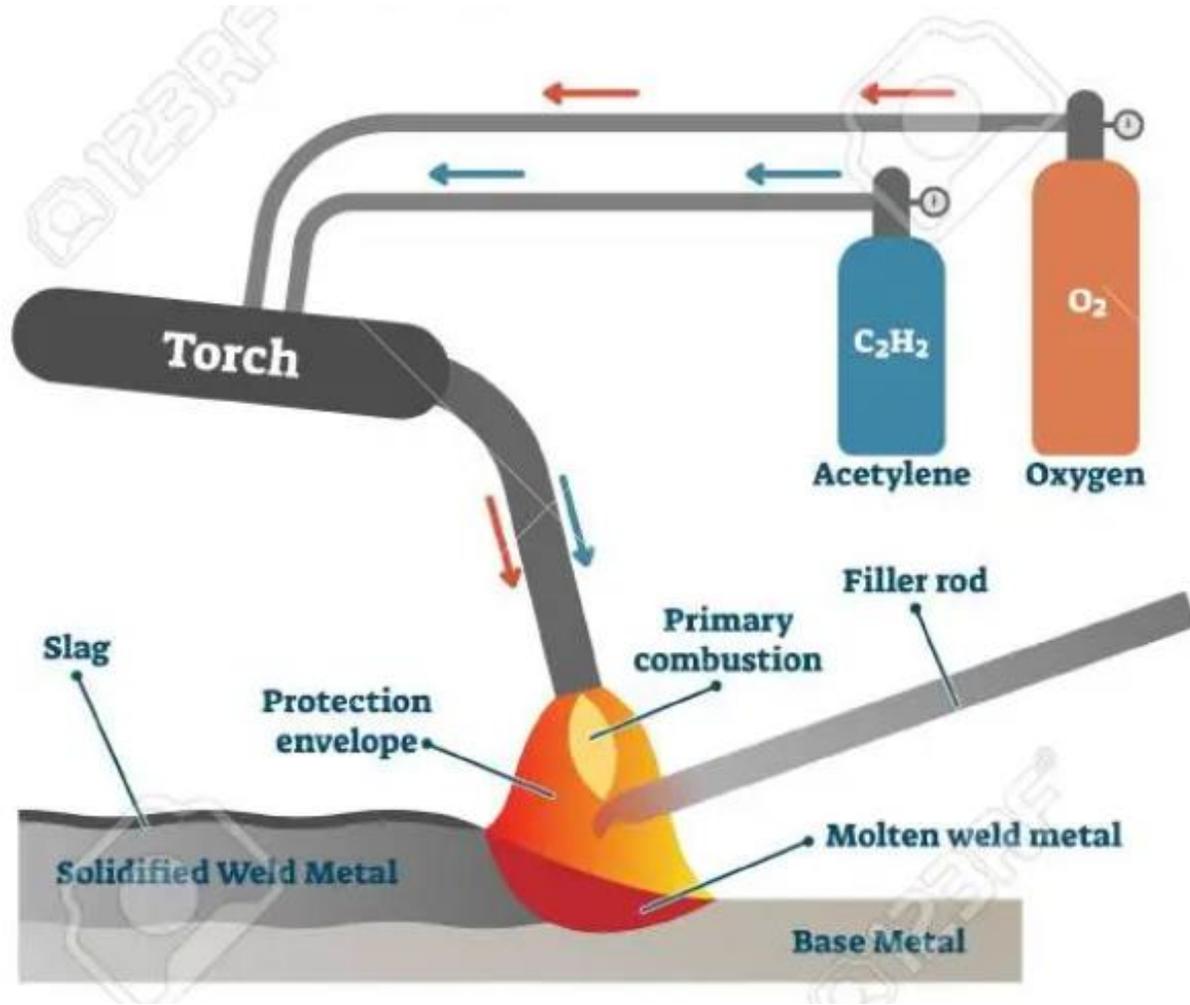
En este caso se emplea el gas inerte y el electrodo es de Tungsteno (No consumible). También pueden utilizarse varillas de aporte. Este tipo de soldadura sirve, sobre todo, para trabajar metales con poco espesor. Por lo tanto, se trata de una técnica que requiere de precisión y delicadeza para conseguir un mejor acabado.

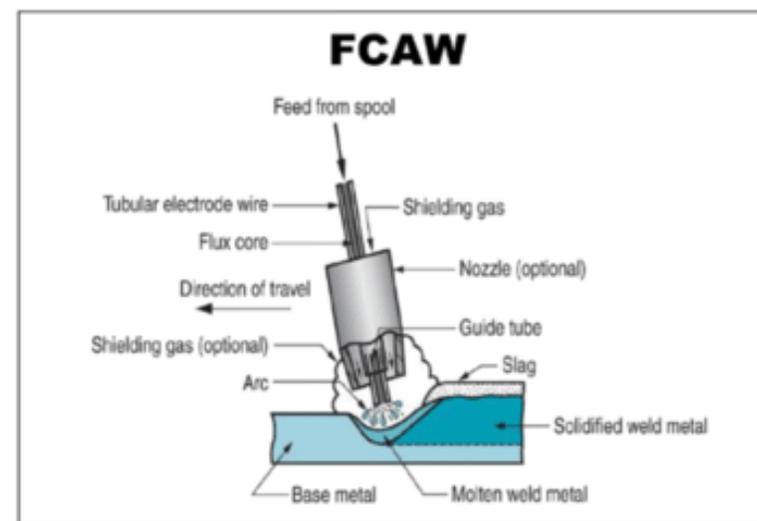
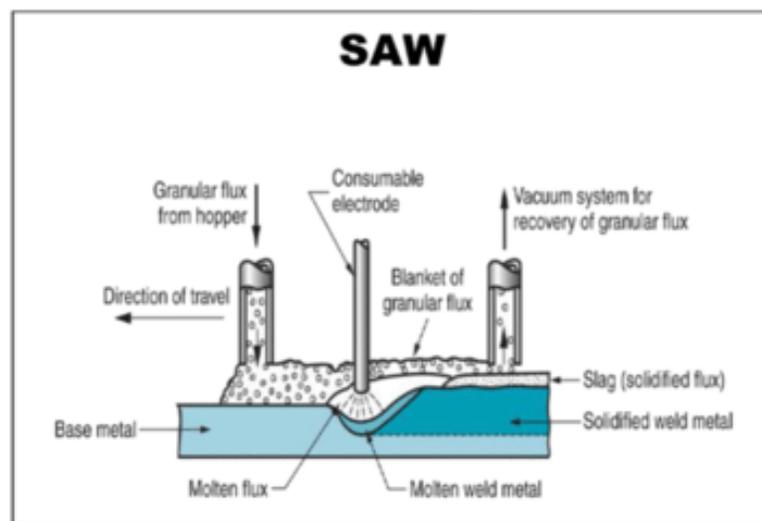
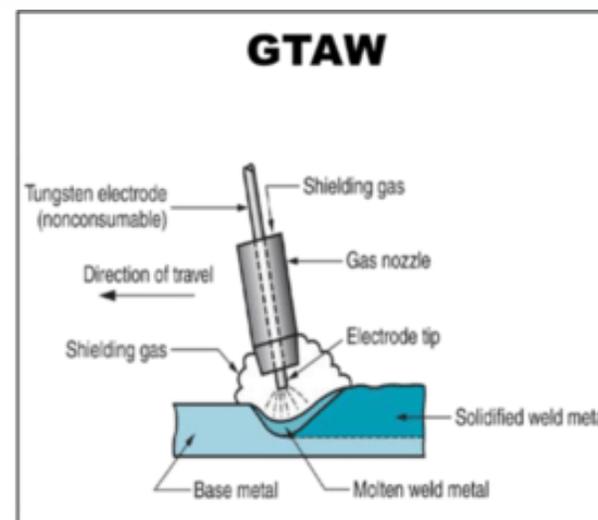
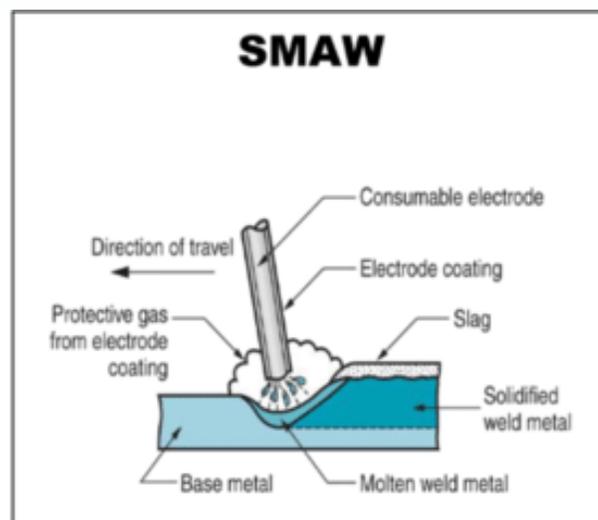
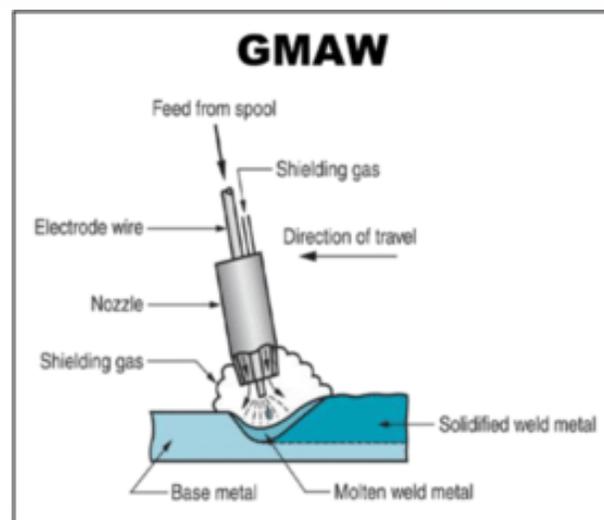
SOLDADURA TIG



Procesos de Soldadura Acetilénica

Este tipo de soldadura se basa en la combustión de acetileno hasta crear una llama que puede alcanzar los 3.200 °C. Es una técnica que no requiere de un gran gasto económico, pero si necesita mayor tiempo de solidificación hasta que los materiales unidos se enfríen.





Contaminantes Químicos y Humos de Soldadura

Contaminantes Químicos en Soldadura

Introducción y conceptos

La IARC en el año 1989, clasificó los humos de soldadura como “**posiblemente cancerígeno para humanos**” (**Grupo 2B**). En 2017 cambió la clasificación al **Grupo 1**, clasificándolos como “**carcinógenos para los humanos**”.

Los humos de soldadura se generan cuando los metales son calentados a altas temperaturas por sobre su punto de fusión, luego, estos se vaporizan y se condensan, formando una gran cantidad de partículas predominantemente finas (en su mayoría $<1 \mu\text{m}$ de tamaño).

Contaminantes Químicos en Soldadura

Conceptos e Introducción

El origen de los contaminantes en la soldadura es diverso y principalmente se encuentra asociado a:

- **Material base o superficie a soldar**, dependiendo de su origen podría estar protegiendo de los efectos de la corrosión a través de recubrimientos o barreras de protección (por ejemplo: recubrimientos anticorrosivos, barrera de protección mediante pinturas, recubrimiento por medio de galvanizado o acero con zinc, etc.);
- **Material aportado** (metal de aporte, fundentes, desoxidantes, gas de protección), y al aire que constituye el entorno de la zona de soldadura (origen en parte de los gases nitrosos, ozono y monóxido de carbono)

Contaminantes Químicos en Soldadura

Riesgos asociados a la exposición de humos de soldadura

El soldador queda expuesto a humos y gases, que se originan al soldar el material y quedan en el ambiente de trabajo.

Vías de ingreso de los contaminantes al organismo

El soldador queda expuesto a humos y gases, que se originan al soldar el material y quedan en el ambiente de trabajo. **Las deposiciones de humos sobre superficies hace que la vía de ingesta sea posible.** La piel expuesta a humos puede dar inicio a reacciones de sensibilidad con algunos metales aunque probablemente el impacto no sea sistémico.

Contaminantes Químicos en Soldadura

Riesgos asociados a la exposición de humos de soldadura

La principal vía de ingreso es la inhalatoria

Se pueden inhalar humos en estado metálico: humos de plomo, manganeso, cromo, estaño, cobre. Gases como el Ozono (Derivado de Rad. UVC), Monóxido y Dióxido de Carbono, Gases Inertes utilizados en el proceso.

Contaminantes Químicos en Soldadura

Efectos agudos de exposición

Irritación del tracto respiratorio

Puede dar origen a inflamaciones pulmonares (neumonitis) y acumulaciones de líquidos (edemas) de distinta gravedad según el metal y la severidad de la exposición.

Fiebre de los metales

Los humos metálicos, fundamentalmente los del Zinc, pueden provocar la llamada “fiebre de los metales” caracterizada por fuertes temblores y otros síntomas similares a los de la gripe que se presentan durante la noche posterior a la exposición, y que normalmente remiten posteriormente sin dejar secuelas

Contaminantes Químicos en Soldadura

Efectos crónicos de exposición

Estos efectos son los más característicos de la inhalación de todo tipo de humos de soldadura y se manifiestan tras largos años de trabajo, incluso finalizada la vida laboral.

Efectos crónicos sobre el sistema respiratorio

- Efectos sensibilizantes del sistema respiratorio
- Efectos cancerígenos

Contaminantes Químicos en Soldadura

Límites de exposición

Resolución MTESS N° 295/03

Oxido de Hierro humos	5 mg/m ³	Neumoconiosis (Siderosis)
Manganeso (7439-95-5)	0,2 mg/m ³	SNC, Edema pulmonar
Oxido de Zinc	5 mg/m ³	Pulmón, fiebre del metal.
Oxido de Cromo (7440-47-3)	0,5 mg/m ³	Cancerígeno, Irritación, dermatitis.

**NUNCA USAR LOS VALORES DE PNEOF (Partículas no especificadas de otra forma).
EL VALOR DE PARTICULADO RESPIRABLE (3 mg/m³) O TOTAL INHALABLE (10 mg/m³).
ES SOLO PARA PARTICULADO SIN EFECTO ESPECIFICO.**

Contaminantes Químicos en Soldadura

Límites de exposición

Resolución MTESS N° 295/03

APENDICE B: Sustancias de composición variable

B2. Humos de soldadura, Partículas Totales (No especificadas de otra forma):
Valor límite umbral: **5 mg/m³**.

USAR CON CUIDADO ESTE LIMITE. PRIMERO COMPARAR INDIVIDUALMENTE LUEGO EL DE COMPOSICION VARIABLE (5 mg/m³) Y POR ULTIMO COMPROBAR SI HAY EFECTO ADITIVO (APENDICE C).

Contaminantes Químicos en Soldadura

Límites de exposición

Resolución MTESS N° 295/03

APENDICE C: Valores límites umbral para mezclas

Cuando estén presentes dos o más sustancias peligrosas que actúen sobre el mismo sistema de órganos, se deberá prestar atención primordialmente a su efecto combinado más que al de cualquiera de dichas sustancias por separado. A falta de información en contrario, los efectos de los distintos riesgos se deben considerar como aditivos. Es decir, si la suma de:

$$C1/T1 + C2/T2 + Cn/Tn...$$

Contaminantes Químicos en Soldadura

Evaluación de Exposición

La realización de evaluaciones representativas de la exposición laboral a contaminantes es una tarea difícil y necesaria.

- ✓ Procesos y agentes
(TIPOS DE SOLDADURA, ELECTRODOS Y REVESTIMIENTOS)
- ✓ Distancia a las fuentes de emisión
- ✓ Frecuencia de las emisiones
- ✓ Ventilación y corrientes de aire
- ✓ Variaciones meteorológicas
- ✓ Prácticas individuales (El factor Humano)

A mayor amperaje mayor arco y presión de vapor. Metales con mayor presión a igual temperatura predominan en concentración en el aire.

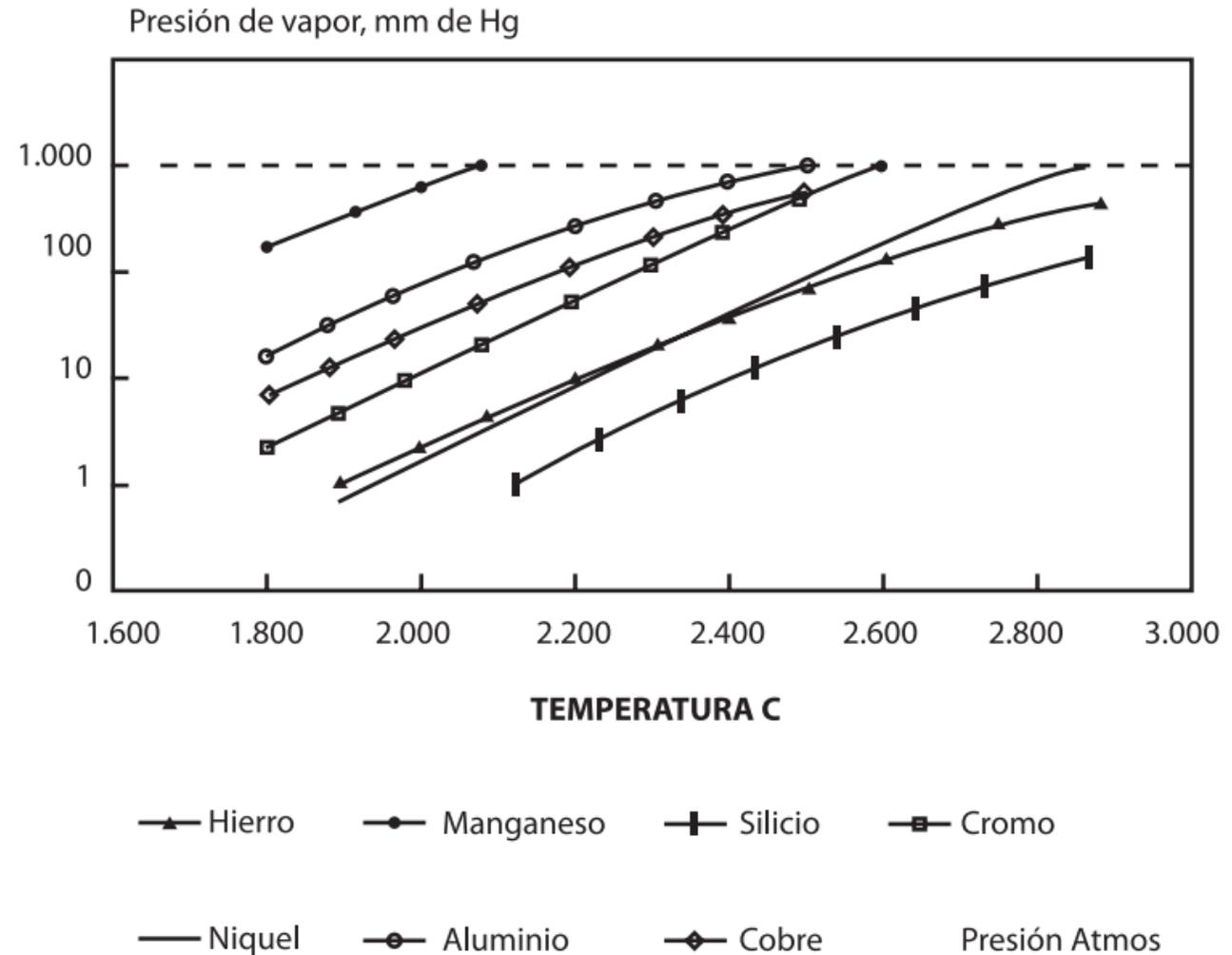
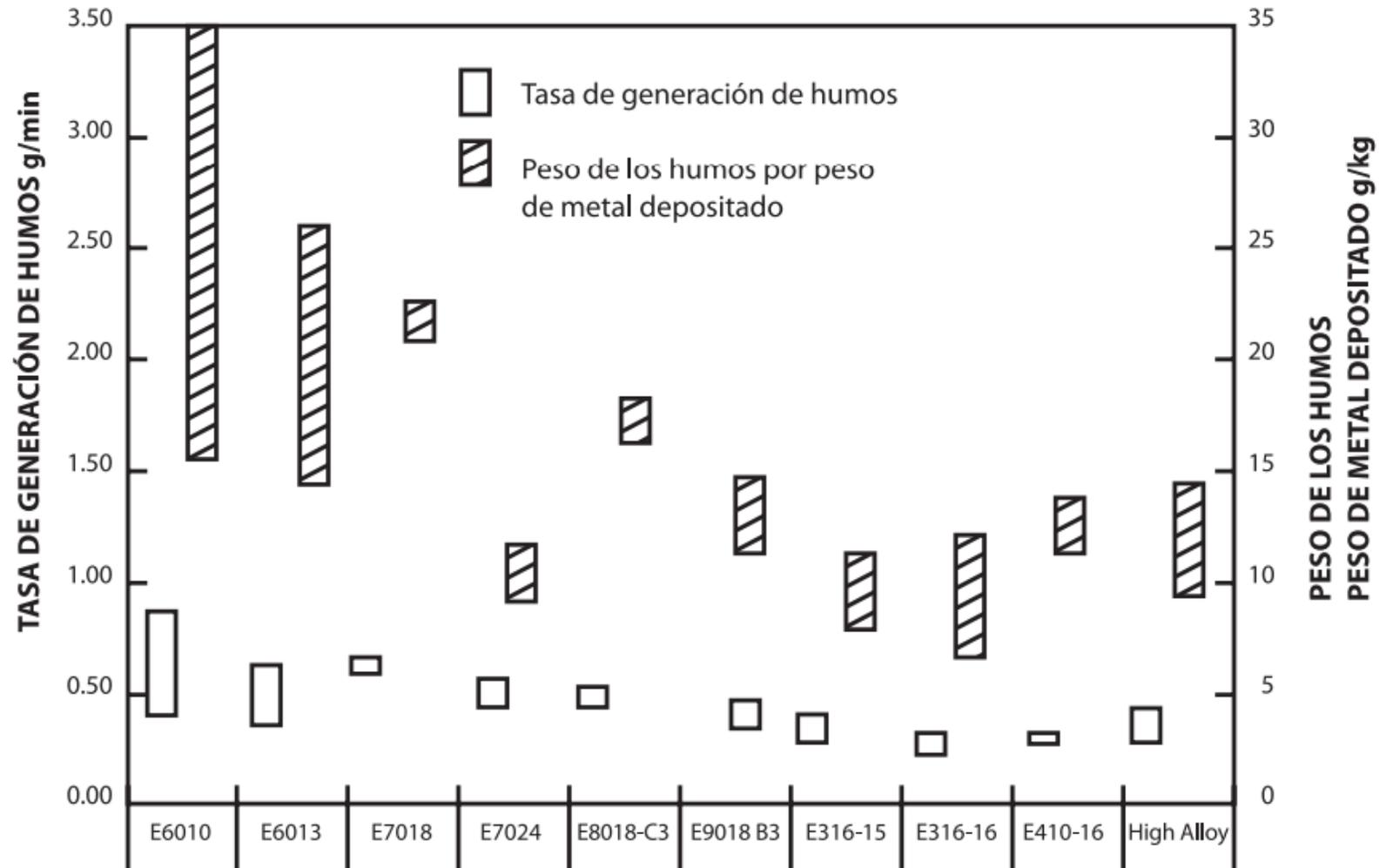
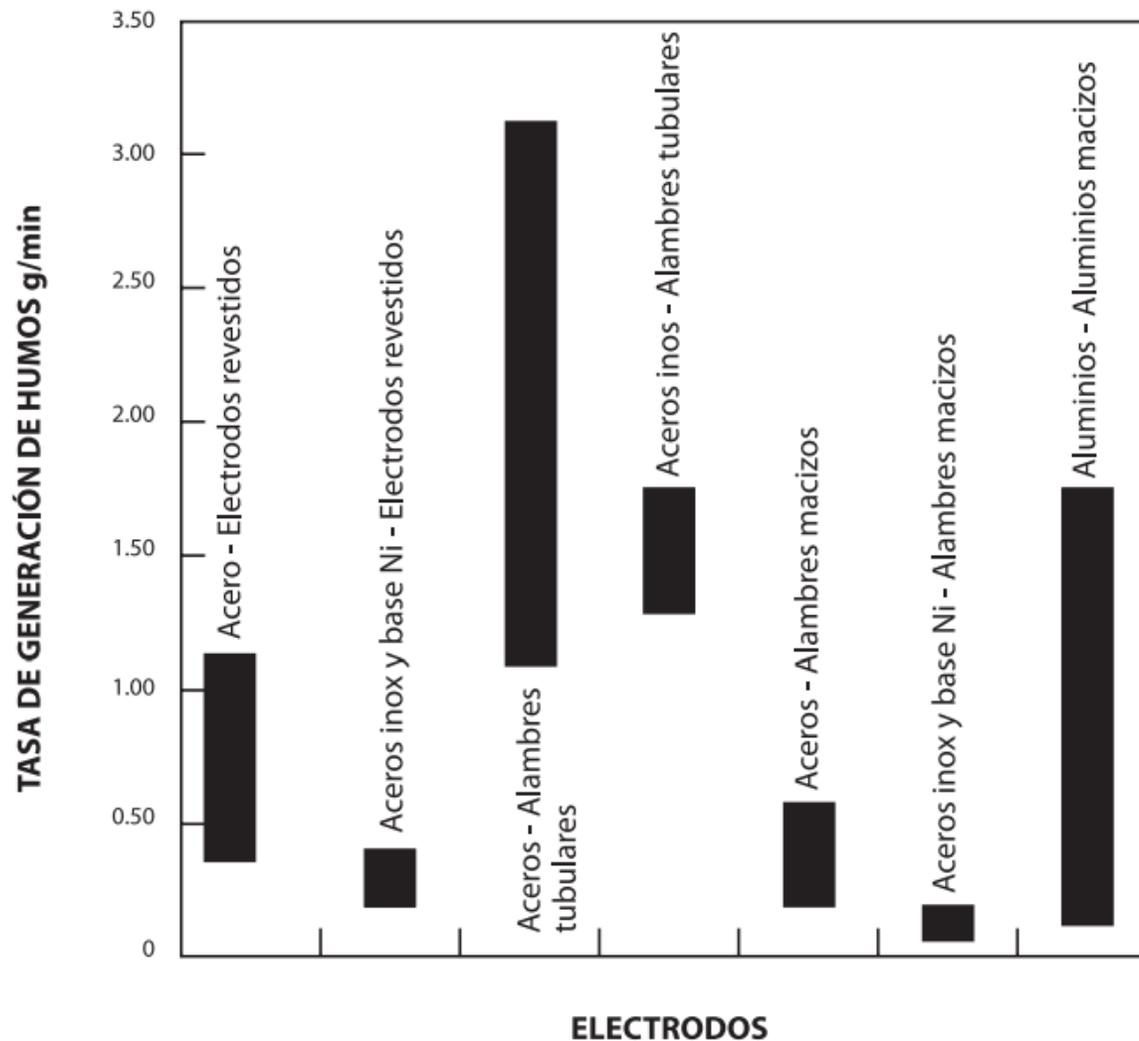


Tabla con aportes y su composición porcentual en peso. El aporte autoprotegido no requiere gas de protección.

Composición o elemento	Composición, % en peso			
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
	E70T-1	E70T-5	E70T-4	E70T-6
	Protección con CO ₂		Autoprotegido	
SiO ₂	21,0	7,5	0,5	4,2
Al	---	---	15,4	1,4
Al ₂ O ₃	2,1	0,5	---	---
TiO ₂	40,5	---	---	14,7
CaO	0,7	3,2	---	4,0
MgO	---	---	12,6	2,2
Na ₂ O	1,6	---	0,2	---
K ₂ O	1,4	0,5	0,4	---
C	0,6	1,1	1,2	0,6
CO ₂	0,5	2,5	0,4	2,1
Fe	20,1	55,0	4,0	50,5
Mn	15,8	7,2	3,0	7,9
CaF ₂	---	20,5	63,5	22,0



En el gráfico se muestran los rangos típicos de las tasas de humos para diferentes procesos de soldadura y consumibles



Composición de electrodos y tipo de metal a soldar.

Electrodo	Concentración, % en peso									
	Fe	Mn	Si	Ni	Cu	Cr	Mo	Al	Mg	F
Acero al C y de Baja Aleación										
E6010	47,5	3,0	5,7	---	---	---	---	---	---	---
E6013	61,4	5,1	12,2	---	---	---	---	---	---	---
E7018	26,1	4,5	< 0,2	---	---	---	---	---	---	---
E7024	30,2	5,3	18,3	---	---	---	---	---	---	---
E8018-C3	45,2	7,2	---	0,3	---	0,1	< 0,1	---	---	---
E9018-B3	21,9	5,9	---	0,1	---	1,6	< 0,1	---	---	---
Acero Inoxidable y de Alta Aleación										
E316-15	8,4	7,7	---	1,1	---	5,8	< 0,1	---	---	---
E316-16	10,0	8,8	---	1,5	---	6,5	< 0,1	---	---	---
ENiCu-2	0,1	2,1	---	4,2	6,2	---	---	---	---	---
Inconel 625	0,6	---	---	4,6	0,7	5,9	2,1	---	---	---
Haynes C-276	0,3	0,3	---	1,1	---	2,5	0,6	1,0	1,4	5,9
Haynes 25	---	4,6	---	1,8	---	6,9	---	1,1	0,1	7,7

Contaminantes Químicos en Soldadura

Evaluación de Exposición

Estudios llevados a cabo en distintas condiciones de operación han permitido establecer las siguientes conclusiones:

- Al aumentar la potencia de soldadura existe un incremento apreciable en el volumen de humos.
- De los distintos parámetros, la tensión es la que ejerce una mayor importancia, ya que su reducción permite rebajar de forma eficaz la cantidad de humo.
- Cuando la concentración de elementos aleantes desciende, la cantidad relativa de humo aumenta.
- Un aumento en la concentración de los componentes activos del gas de operación, al igual que un aumento del caudal, hace que la cantidad de humo aumente ligeramente.
- El flujo gaseoso que emana de la antorcha de trabajo depende del diseño de la boquilla. Si este es defectuoso o poco adecuado puede producir soldaduras con poros, con poca adherencia, y todo ello origina una mayor cantidad de humos

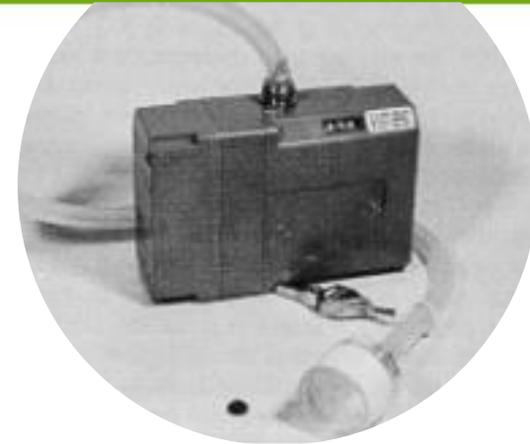
Contaminantes Químicos en Soldadura **Muestreo y Análisis**

NORMAS DE REFERENCIA RECOMENDADAS

**NIOSH 7300: Metales (elementos)
(Digestión por ácido nítrico/perclórico)**

<https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/pdfs/7300-sp.pdf>

También son recomendadas NIOSH 7301 y 7303.



ELEMENTS by ICP (Nitric/Perchloric Acid Ashing)

7300

MW: Table 1

CAS: Table 2

RTECS: Table 2

METHOD: 7300, Issue 3

EVALUATION: PARTIAL

Issue 1: 15 August 1990
Issue 3: 15 March 2003

OSHA: Table 2
NIOSH: Table 2
ACGIH: Table 2

PROPERTIES: Table 1

ELEMENTS:	aluminum*	calcium	lanthanum	nickel	strontium	tungsten*
	antimony*	chromium*	lithium*	potassium	tellurium	vanadium*
	arsenic	cobalt*	magnesium	phosphorus	tin	yttrium
	barium	copper	manganese*	selenium	thallium	zinc
	beryllium*	iron	molybdenum*	silver	titanium	zirconium*
	cadmium	lead*				

*Some compounds of these elements require special sample treatment.



SAMPLER:	FILTER (0.8- μ m, cellulose ester membrane, or 5.0- μ m, polyvinyl chloride membrane)
FLOWRATE:	1 to 4 L/min
VOL-MIN:	Table 1
-MAX:	Table 1
SHIPMENT:	routine
SAMPLE STABILITY:	stable
BLANKS:	2 to 10 field blanks per set
ACCURACY	
RANGE STUDIED:	not determined
BIAS:	not determined
OVERALL PRECISION ($\hat{S}_{r,r}$):	not determined
ACCURACY:	not determined

TECHNIQUE:	INDUCTIVELY COUPLED ARGON PLASMA, ATOMIC EMISSION SPECTROSCOPY (ICP-AES)
ANALYTE:	elements above
ASHING REAGENTS:	conc. HNO ₃ / conc. HClO ₄ (4:1), 5 mL; 2mL increments added as needed
CONDITIONS:	room temperature, 30 min; 150 °C to near dryness
FINAL SOLUTION:	4% HNO ₃ , 1% HClO ₄ , 25 mL
WAVELENGTH:	depends upon element; Table 3
BACKGROUND CORRECTION:	spectral wavelength shift
CALIBRATION:	elements in 4% HNO ₃ , 1% HClO ₄
RANGE:	varies with element [1]
ESTIMATED LOD:	Tables 3 and 4
PRECISION (\hat{S}):	Tables 3 and 4

Activar Windows
Vea la configuración para

TABLE 1. PROPERTIES AND SAMPLING VOLUMES

Element (Symbol)	Properties		Air Volume, L @ OSHA PEL	
	Atomic Weight	MP, °C	MIN	MAX
Silver (Ag)	107.87	961	250	2000
Aluminum (Al)	26.98	660	5	100
Arsenic (As)	74.92	817	5	2000
Barium (Ba)	137.34	710	50	2000
Beryllium (Be)	9.01	1278	1250	2000
Calcium (Ca)	40.08	842	5	200
Cadmium (Cd)	112.40	321	13	2000
Cobalt (Co)	58.93	1495	25	2000
Chromium (Cr)	52.00	1890	5	1000
Copper (Cu)	63.54	1083	5	1000
Iron (Fe)	55.85	1535	5	100
Potassium (K)	39.10	63.65	5	1000
Lanthanum	138.91	920	5	1000
Lithium (Li)	6.94	179	100	2000

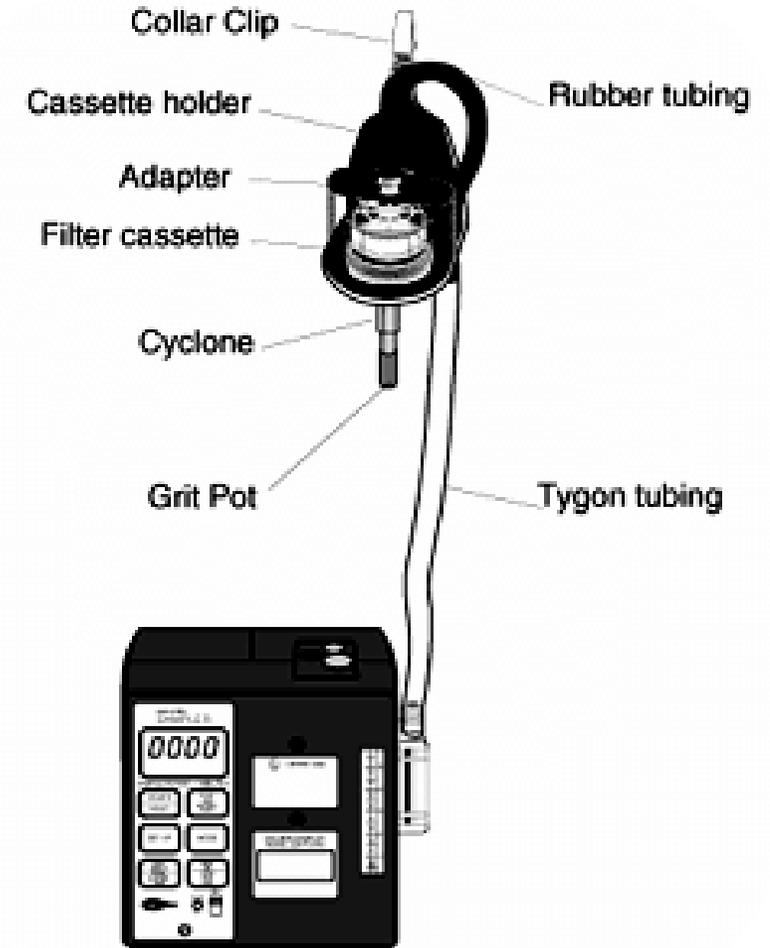
Contaminantes Químicos en Soldadura

Muestreo y Análisis



Contaminantes Químicos en Soldadura

Muestreo y Análisis



¿Cómo lo podemos hacer o encontrar en el Protocolo de Contaminantes de acuerdo a Res. 861/15 ?



DATOS COMPLEMENTARIOS		
<p>Marca, modelo y número de serie del instrumental utilizado: Bomba Buck Libra L-4, N° Serie L405798. Bomba Criffer Accura N° Serie 19030151. Analizador de Gases de Combustión Marca Bacharach Modelo PCA 3 N° Serie 17092529 Accesorios: Cassettes de 37 mm. Ciclón de Aluminio. Rotámetros Dwyer VFA-21 de 0,05 a 0,5 l/min y Dwyer MMA-22 0,8 a 5 l/min. Tubos Adsorbentes de Carbón Activado y Sílica-Gel. Filtros pre-tratados NaNO2 para O3. Adaptador de Bajo Caudal LF-500 Marca Criffer. Bolsas TEDLAR 1L.</p>		
<p>Fecha del certificado de calibración del instrumental utilizado en la medición: véase ANEXOS DE CERTIFICADOS</p>		
<p>Metodología utilizada para la toma de muestra de cada contaminante: NORMAS NIOSH 6015. NIOSH 7401. NIOSH 7903. NIOSH 0500. NIOSH 0600. NIOSH 1603. OSHA ID 121. OSHA ID 214. NIOSH 6303. NIOSH 6603. NIOSH 1501 y NIOSH 1400. Método de Lectura Directa en Gases de Combustión (Celdas electroquímicas).</p>		
<p>Fecha de la medición: 04/06/2019; 05/06/2019; 06/06/2019; 07/06/2019</p>	<p>Hora de inicio: 09:00</p>	<p>Hora finalización: 18:00 hs.</p>
<p>Horarios/turnos habituales de trabajo: Administración de 09:00 a 17:00 hs. Los turnos son rotativos de 8 (OCHO) horas. 6 hs. a 14 hs., 14 hs. a 22 hs. y de 22 a 06 hs.</p>		
<p>Describa las condiciones de trabajo al momento de la medición: Ver en secciones de informe "Características generales del estudio" y "Evaluación de Exposición por Puesto"</p>		

Activa

Muestra N°	Fecha	Sección/Sector	Puesto de Trabajo	Tarea Realizada	Tiempo de exposición del trabajador (Te, en minutos)	Frecuencia de exposición	Temperatura del sector, puesto de trabajo (K)	Presión del Sector, puesto de trabajo (mmHg)	DATOS DE LA MEDICIÓN	
									Condiciones habituales de Trabajo	
									SI	NO
12	5/6/2019	Mantenimiento	Operador Técnico de Mantenimiento	Soldadura de Arco - Piezas de Hierro (PBZ)	240	Diaria	294,2	665,0	X	
	5/6/2019	Mantenimiento	Operador Técnico de Mantenimiento	Soldadura de Arco - Piezas de Hierro (PBZ)	240	Diaria	294,2	665,0	X	
	5/6/2019	Mantenimiento	Operador Técnico de Mantenimiento	Soldadura de Arco - Piezas de Hierro (PBZ)	240	Diaria	294,2	665,0	X	
	5/6/2019	Mantenimiento	Operador Técnico de Mantenimiento	Soldadura de Arco - Piezas de Hierro (PBZ)	240	Diaria	294,2	665,0	X	
13	5/6/2019	Mantenimiento	Operador Técnico de Mantenimiento	Soldadura TIG - Piezas de Acero Inoxidable (PBZ)	240	Diaria	294,2	665,0	X	
	5/6/2019	Mantenimiento	Operador Técnico de Mantenimiento	Soldadura TIG - Piezas de Acero Inoxidable (PBZ)	240	Diaria	294,2	665,0	X	
	5/6/2019	Mantenimiento	Operador Técnico de Mantenimiento	Soldadura TIG - Piezas de Acero Inoxidable (PBZ)	240	Diaria	294,2	665,0	X	
	5/6/2019	Mantenimiento	Operador Técnico de Mantenimiento	Soldadura TIG - Piezas de Acero Inoxidable (PBZ)	240	Diaria	294,2	665,0	X	

METODO DE TOMA DE MUESTRA		Caudal (lt/min)	Tiempo de muestreo (min)	Volumen Corregido de Aire (lts)	Contaminante	Valor hallado (ppm)	Valor hallado (mg/m3)	Desvío (95%)	Concentración máxima permisible		
Dispositivo toma muestra	Instrumental/ Dispositivo de lectura directa								CMP	CMP-C	CMP-CPT
Cassette 2 C Filtro 37 mm. EMC	Bomba Buck L4	2,50	5,0	11,08	Humos Hierro (Fe)	N/A	0,019	± 0,0019 mg/m3	5 mg/m3	-	-
Cassette 2 C Filtro 37 mm. EMC	Bomba Buck L4	2,50	5,0	11,08	Humos Cobre (Cu)	N/A	0,005	± 0,0005 mg/m3	0,2 mg/m3	-	-
Cassette 2 C Filtro 37 mm. EMC	Bomba Buck L4	2,50	5,0	11,08	Humos Níquel (Ni)	N/A	0,005	± 0,0005 mg/m3	0,2 mg/m3	-	-
Cassette 2 C Filtro 37 mm. EMC	Bomba Buck L4	2,50	5,0	11,08	Humos Cromo (Cr)	N/A	0,002	± 0,0002 mg/m3	0,5 mg/m3	-	-
Cassette 2 C Filtro 37 mm. EMC	Bomba Buck L4	2,60	8,5	19,59	Humos Hierro (Fe)	N/A	0,005	± 0,0005 mg/m3	5 mg/m3	-	-
Cassette 2 C Filtro 37 mm. EMC	Bomba Buck L4	2,60	8,5	19,59	Humos Cobre (Cu)	N/A	0,003	± 0,0003 mg/m3	0,2 mg/m3	-	-
Cassette 2 C Filtro 37 mm. EMC	Bomba Buck L4	2,60	8,5	19,59	Humos Nickel (Ni)	N/A	0,004	± 0,0004 mg/m3	0,2 mg/m3	-	-
Cassette 2 C Filtro 37 mm. EMC	Bomba Buck L4	2,60	8,5	19,59	Humos Cromo (Cr)	N/A	0,001	± 0,0001 mg/m3	0,5 mg/m3	-	-

Radiaciones No Ionizantes en Soldadura

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Conceptos Básicos

Las radiaciones son fenómenos físicos consistentes en la emisión, propagación y absorción de energía por parte de la materia, tanto en forma de ondas (radiaciones sonoras electromagnéticas) como de partículas subatómicas (corpúsculares).

Las radiaciones electromagnéticas vienen determinadas:

- Por su frecuencia (ν).
- Por su longitud de onda (λ).
- Por su energía (E).

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Conceptos Básicos

¿Qué es una onda electromagnética?

Es una perturbación del campo electromagnético que se propaga en el espacio.

La radiación electromagnética es un tipo de campo electromagnético variable, es decir, una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro.

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Conceptos Básicos

La energía electromagnética en una particular longitud de onda λ (en el vacío) tiene una frecuencia f asociada y una energía de fotón E . Por tanto, el espectro electromagnético puede ser expresado igualmente en cualquiera de esos términos. Se relacionan en las siguientes ecuaciones:

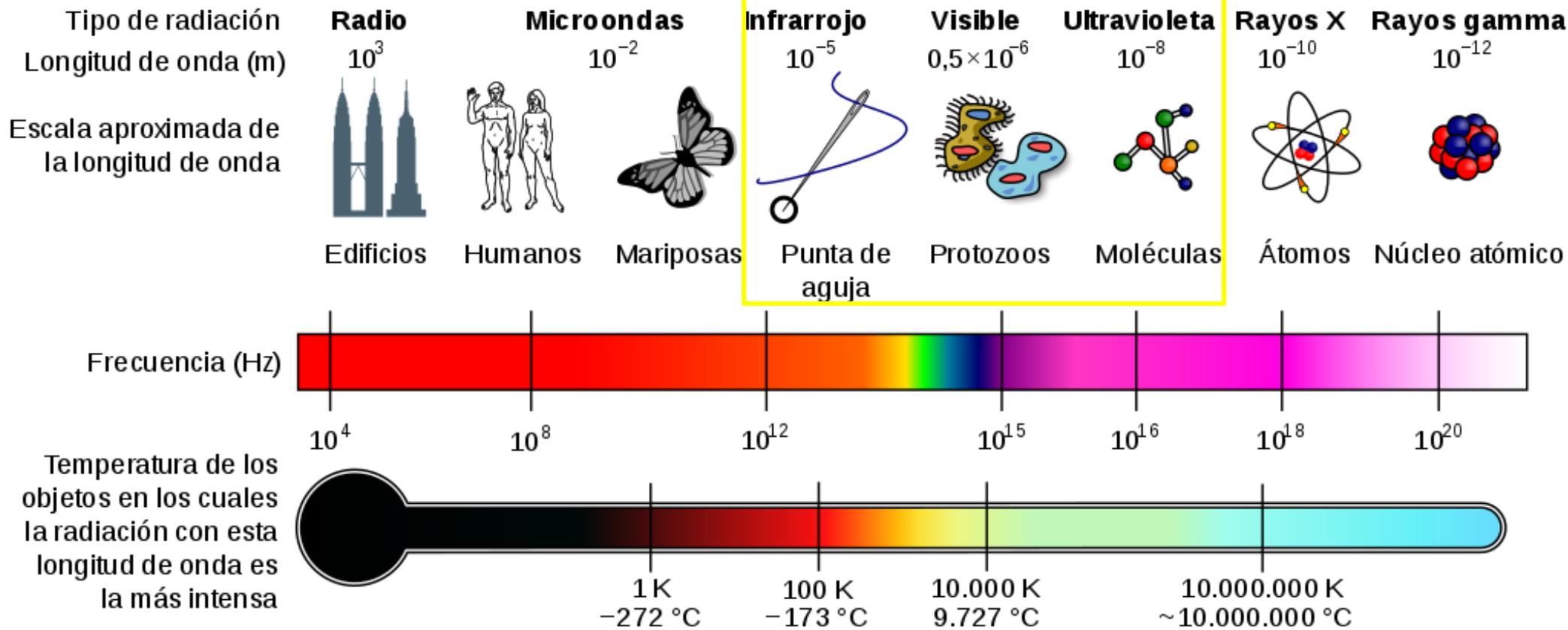
$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

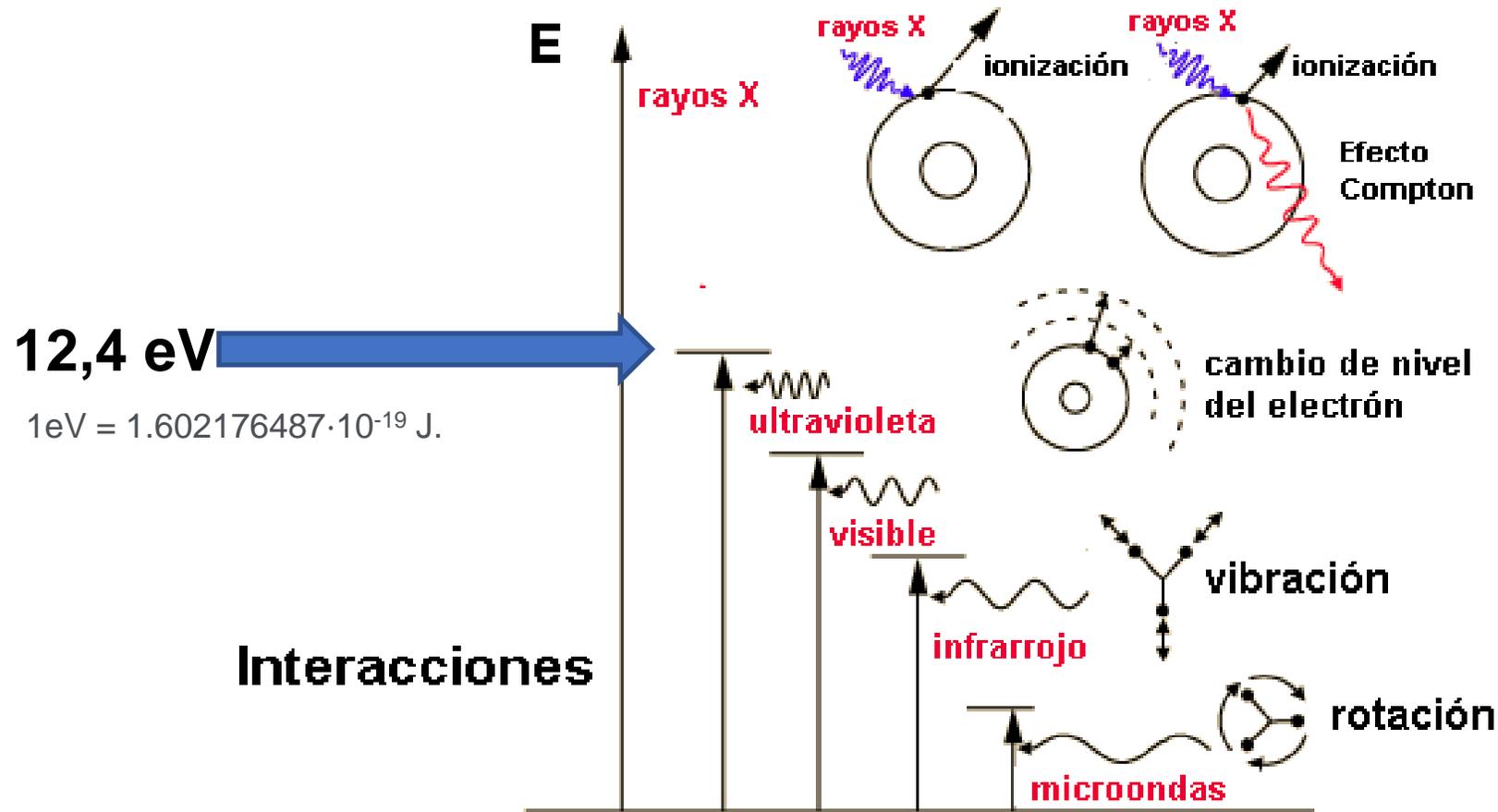
Donde c (velocidad de la luz) y h es la constante de Planck. (6.63×10^{-34} J·s) y λ es longitud de onda.

Entonces... ¿Qué es una radiación óptica?

Radiación óptica: Toda radiación electromagnética cuya longitud de onda esté comprendida entre 100 nm y 1 mm. El espectro de la radiación óptica se divide en radiación ultravioleta, radiación visible y radiación infrarroja:

- 1. Radiación ultravioleta (UV):** La radiación óptica de longitud de onda comprendida entre 100 y 400 nm. La región ultravioleta se divide en UVA (315 - 400 nm), UVB (280 - 315 nm) y UVC (100 - 280 nm).
- 2. Radiación visible:** La radiación óptica de longitud de onda comprendida entre 380 nm y 780 nm.
- 3. Radiación infrarroja:** La radiación óptica de longitud de onda comprendida entre 780 nm y 1 mm.
- 3. Región infrarroja (IR)** se divide en IRA (780 - 1.400 nm), IRB (1.400 - 3.000 nm) e IRC (3.000 nm - 1mm).



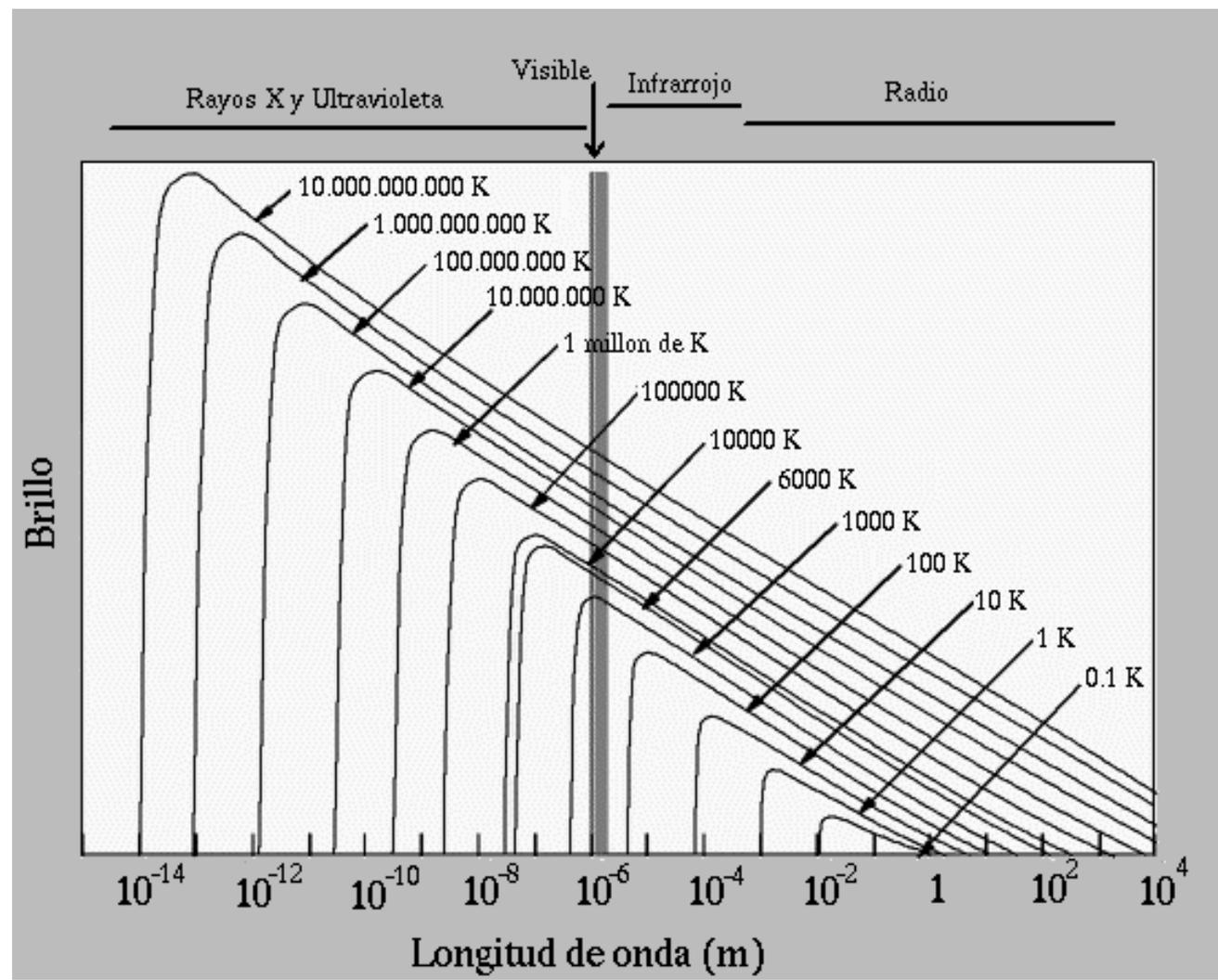


Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Conceptos Básicos

Físicamente, cuando un cuerpo está a una determinada temperatura éste emite una radiación llamada radiación térmica. La materia en un estado condensado (es decir, sólido o líquido) emite un espectro de radiación continuo.

Los detalles del espectro son casi independientes del material particular del cual se compone el cuerpo, pero dependen fuertemente de la temperatura.



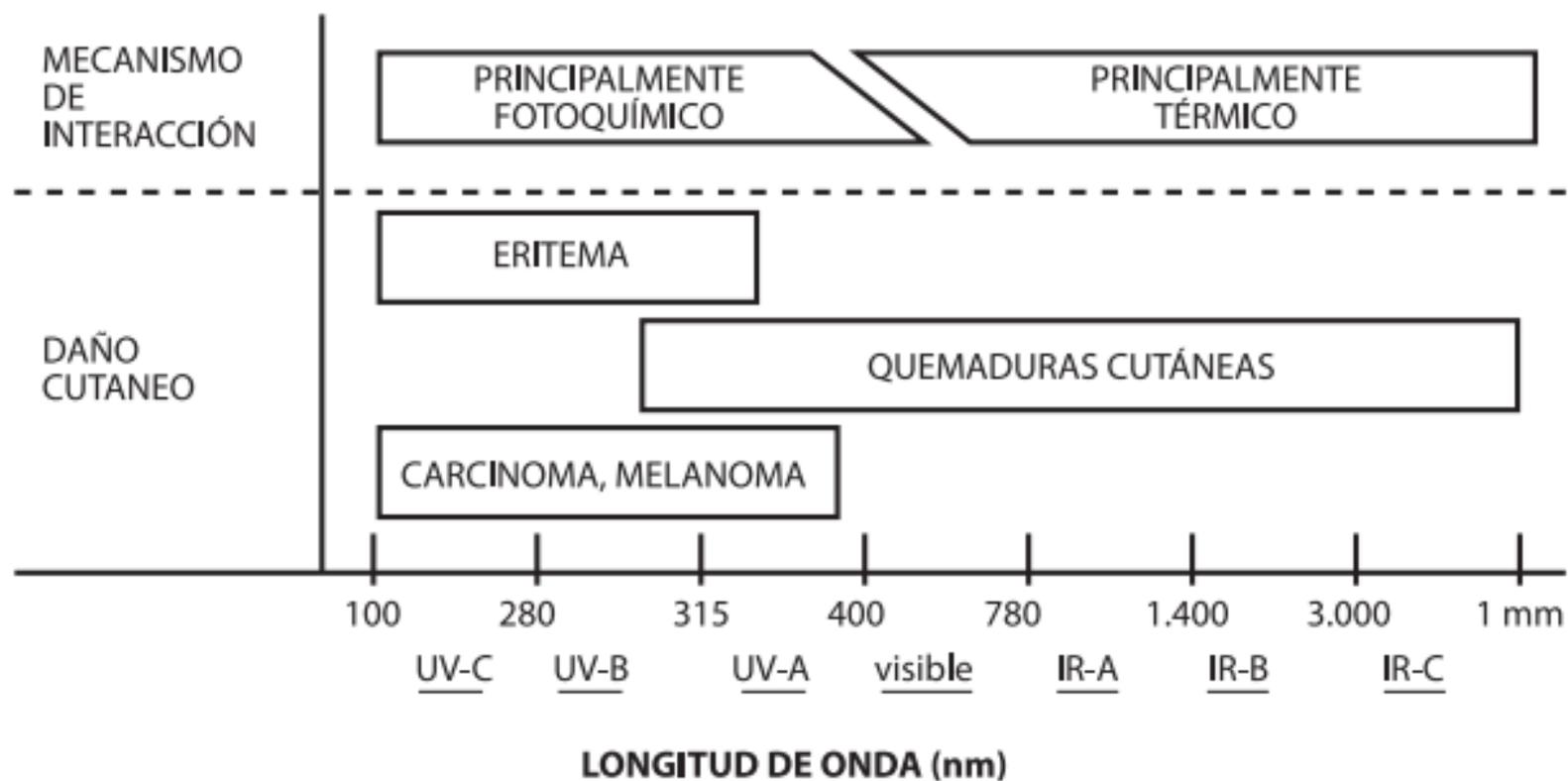
Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Efectos sobre los trabajadores

Los procesos de soldadura constituyen una de las ocupaciones que presentan mayor peligro para el ojo, en razón a que durante esta actividad se generan las mayores intensidades dentro del espectro de radiaciones ópticas. Las temperaturas que se producen en el arco hace fundir los electrodos y el material base destinado a soldar.

Los principales efectos de las radiaciones ópticas en los **ojos**, vienen descritos en función de la longitud de onda que emita el arco y de igual manera la **piel**.

REGIÓN DEL ESPECTRO (CIE)		LESIÓN PRODUCIDA
UV-C y UV-B 200 a 315 nm		Fotoqueratitis Fotoconjuntivitis
UV-B 280 a 315 nm		Catarata Fotoquímica
UV-A 315 a 400 nm		Catarata térmica Daño fotoquímico corneal
VISIBLE 400 a 780 nm		Quemaduras retinianas fotoquímicas y térmicas
IR-A 780 a 1.400 nm		Catarata térmica Quemadura retiniana térmica
IR-B e IR-C 1.400 a 1 mm		Quemadura corneal Catarata térmica



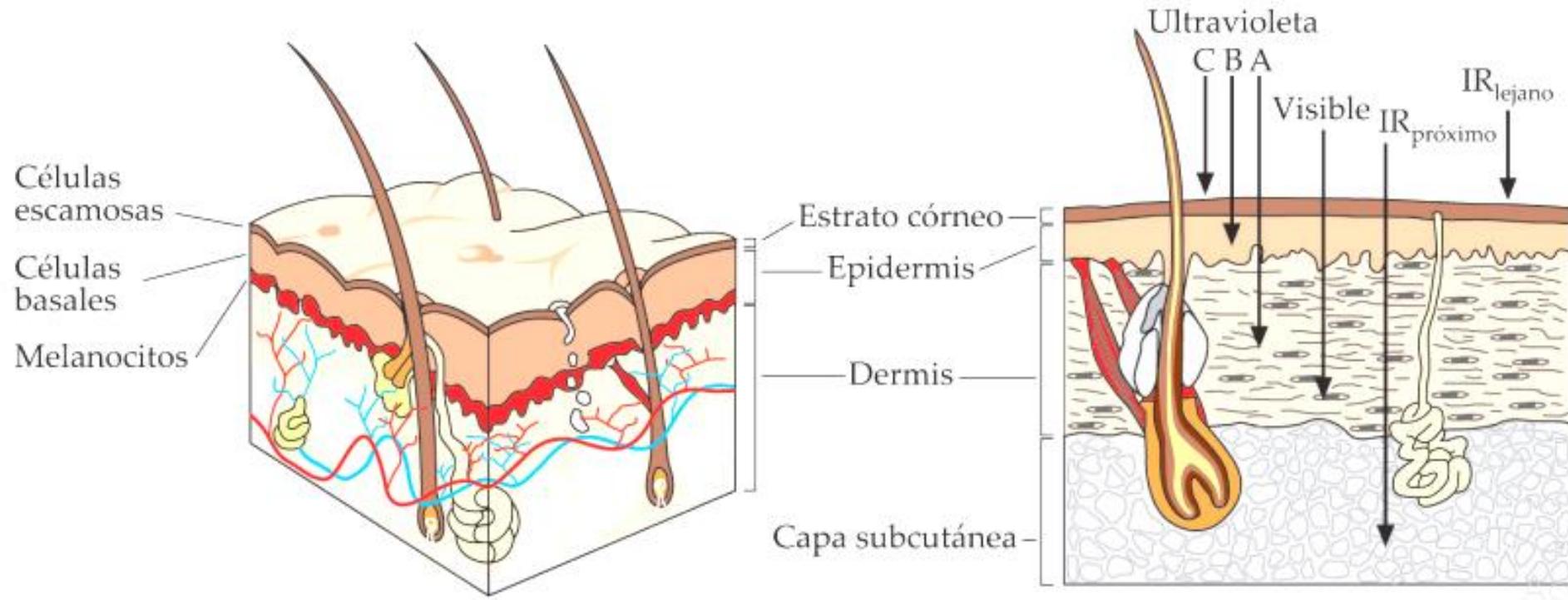


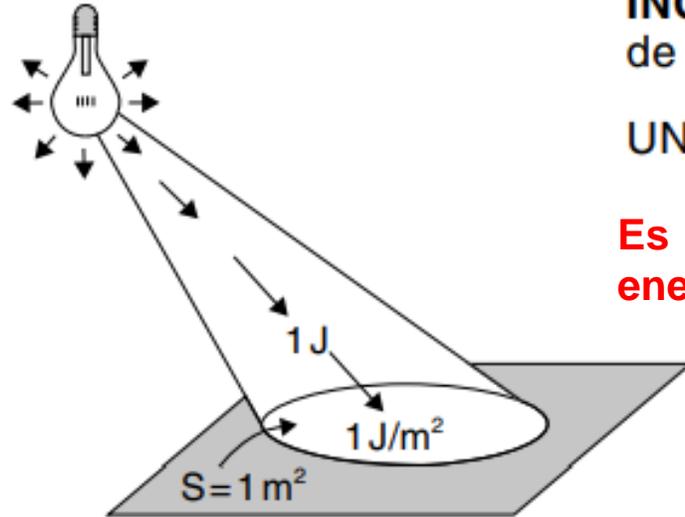
Figura 2. Penetración de la RO en función de la longitud de onda [1]

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Radiometría

Exposición radiante (H) → Energía radiante total que **INCIDE** sobre una unidad de área

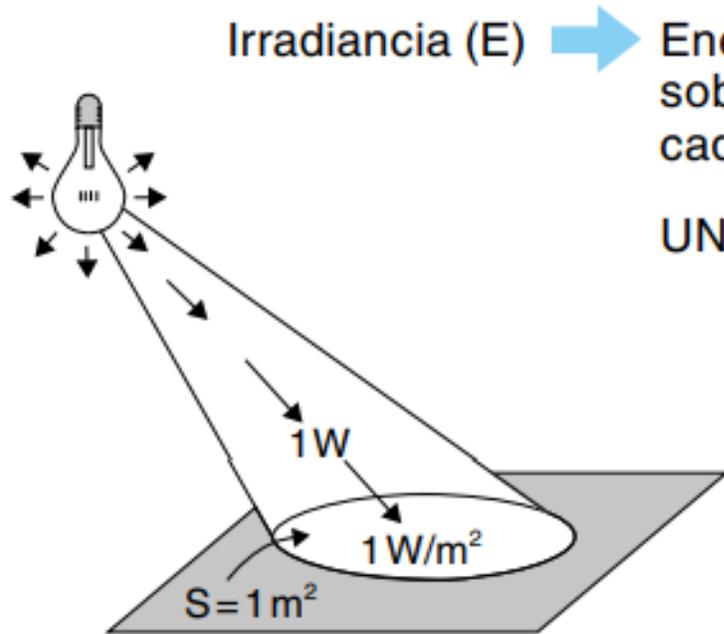
UNIDAD: J/m^2



Es la forma en que se cuantifica la dosis de energía por unidad de superficie.

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Radiometría



Irradiancia (E)



Energía radiante que **INCIDE** sobre una unidad de área en cada segundo

UNIDAD: W/m^2

Potencia es la energía dividida por la unidad de tiempo

$$W = \frac{J}{S}$$

Esta unidad es la que se obtiene cuando medimos con un radiómetro o espectrorradiómetro.

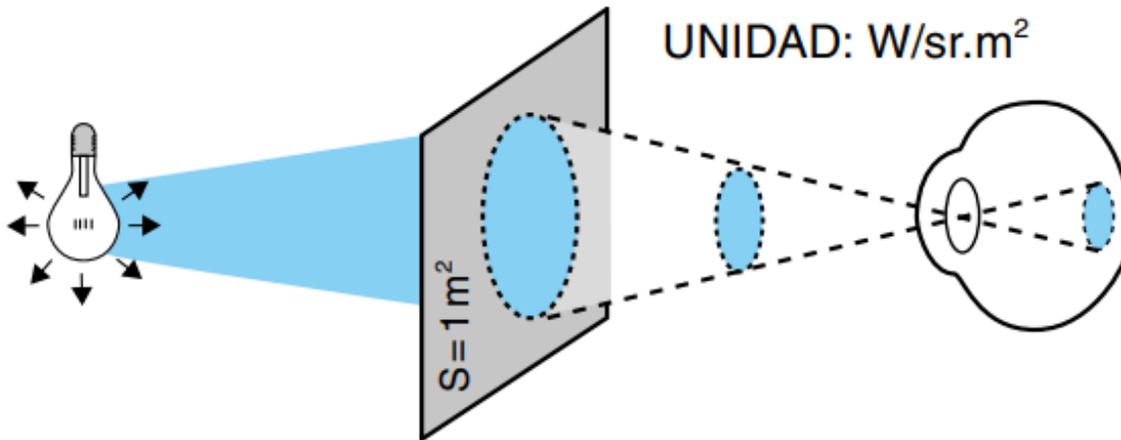
También se usa para calcular los tiempos máximos de exposición si se conoce la dosis máxima o energía máxima que se puede absorber.

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Radiometría

Radiancia (L) → Energía radiante que **INCIDE** sobre una unidad de área por segundo y por unidad de ángulo sólido.

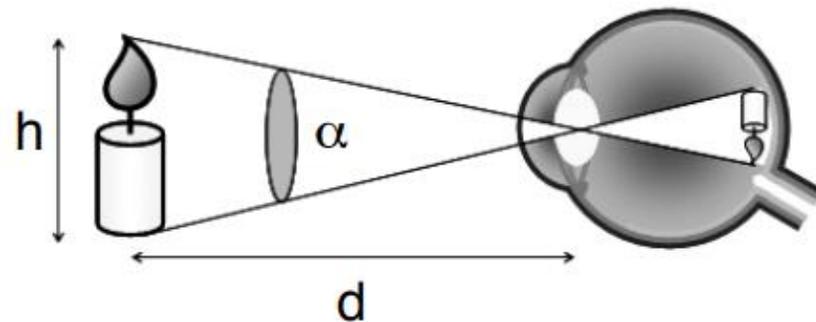
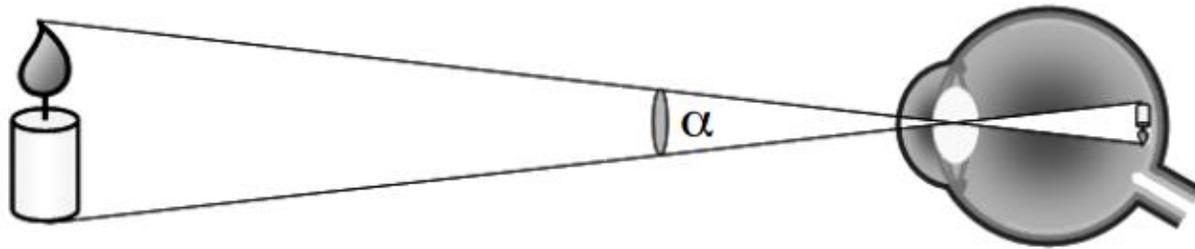
UNIDAD: $W/sr.m^2$



Esta unidad es utilizada para evaluar con respecto al límite de exposición por daño en retina, ya sea por espectro visible e infrarrojo

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Radiometría



El ángulo subtendido (α) esta determinado por amplitud de la fuente (h) respecto de distancia (d). Se expresa en radianes y es utilizado principalmente para obtener la RADIANCIA (L)

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Equipos de Medición

Radiómetros

Se obtiene un valor numérico de la magnitud medida (Irradiancia generalmente).

Al comprar un radiómetro, se adquiere un sistema de detección completo que consta de:

- óptica de entrada
- filtro con o sin ponderación espectral
- un detector

La medición es directa y sencilla cuando se selecciona el equipo bien, en caso contrario pueden obtenerse errores muy elevados. Por ejemplo, si el detector seleccionado no se adecúa al rango espectral.

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Equipos de Medición

Radiómetros

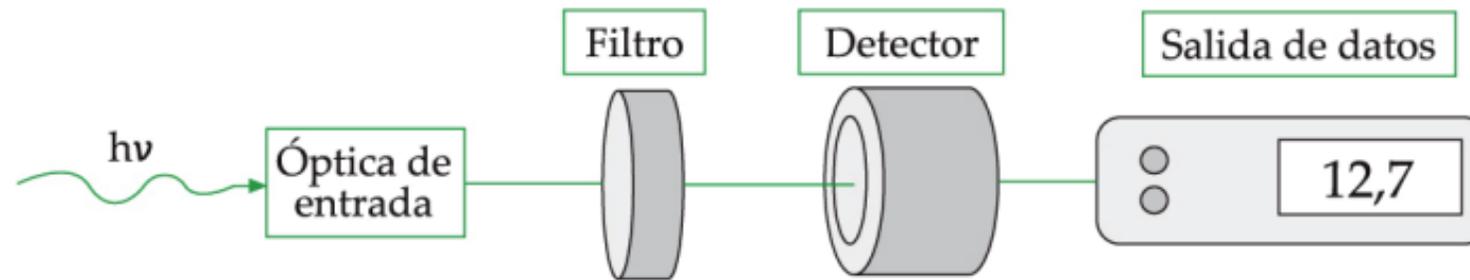


Figura 3. Esquema básico de un radiómetro

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Equipos de Medición

Radiómetros



Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Equipos de Medición

Espectrorradiómetros.

Se obtiene, además de la información numérica, la distribución espectral de la fuente. Los espectrorradiómetros incluyen una red de difracción que descompone la radiación incidente en sus distintas longitudes de onda, que a su vez son dirigidas a una matriz de fotodetectores.

Por lo general, los espectrorradiómetros no incluyen la ponderación espectral, porque al disponer de la irradiancia en función de λ se puede hacer la corrección numérica después de la medida.

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Equipos de Medición

Espectrorradiómetros.

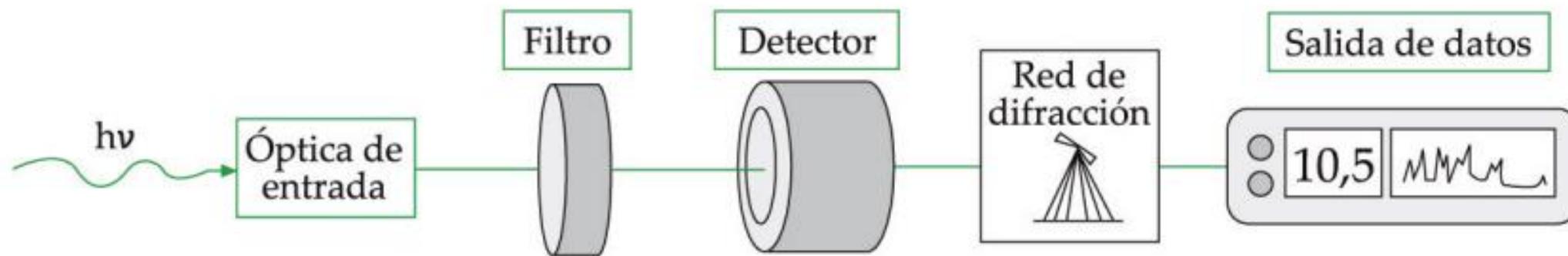


Figura 4. Esquema básico de un espectrorradiómetro

Equipos de Medición

Espectrorradiómetros.



Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Equipos de Medición

Dosímetros (sólo para UV).

Son equipos poco utilizados ya que, por lo general, los anteriores ofrecen más prestaciones. Los dosímetros se colocan directamente en las partes expuestas del cuerpo.

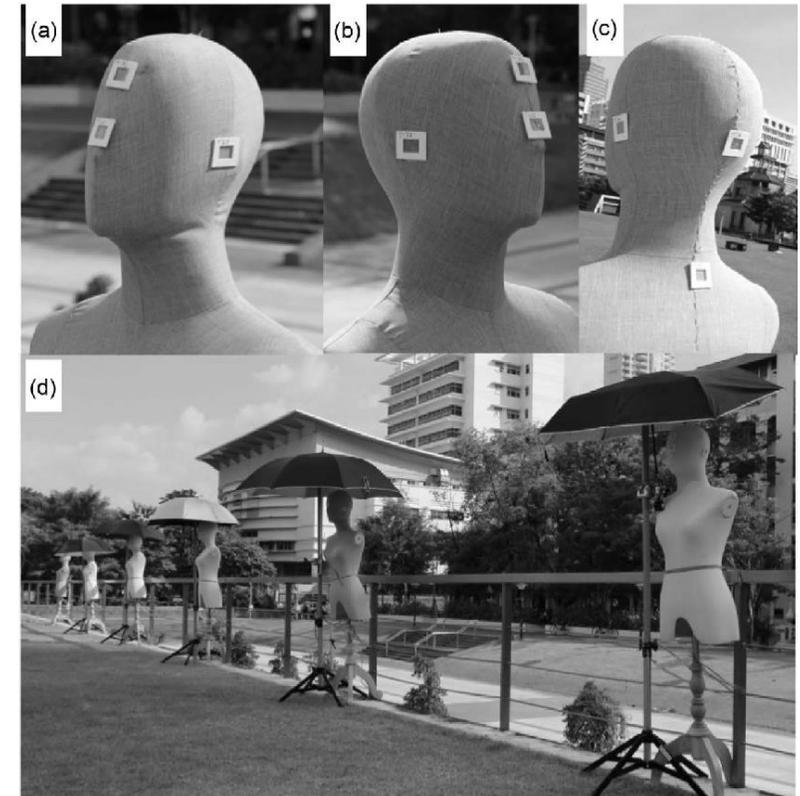
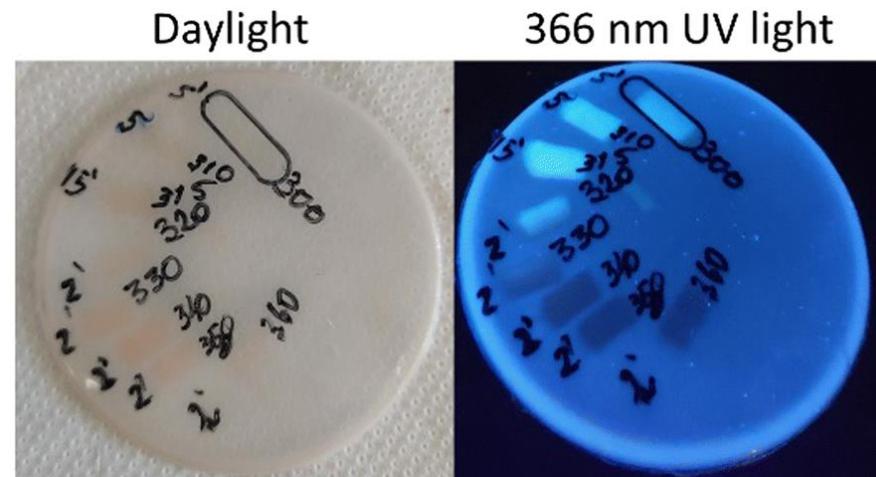
El resultado que muestran es la evolución de la irradiancia durante el tiempo de medición. Algunos incluyen la corrección espectral $S(\lambda)$.

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Equipos de Medición

Dosímetros (sólo para UV).

Measurement of ultraviolet radiation at the surface of the eye.
M. M. Sydenham, M. J. Collins, L. Hirst
Published 1 July 1997
Medicine, Materials Science, Physics
Investigative ophthalmology & visual science



Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Equipos de Medición

La opción más asequible para medir es utilizar un radiómetro con un juego de detectores adecuado al tipo de exposición.

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Marco Legal y Normativo - Res. 295/03

Los Límites Ocupacionales basados en las recomendaciones de la International Commission on Non Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), tanto para la radiación incoherente como para láser.

La American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) también ha publicado límites de exposición similares, aunque no idénticos a ICNIRP.

Nuestra Legislación se basa principalmente en ACGIH 2001. **¡Cuidado con esto!**

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Marco Legal y Normativo - Res. 295/03

Radiación ultravioleta (180 a 400 nm)

1. La exposición UV radiante incidente sobre la piel o los ojos sin proteger, no debe sobrepasar los valores indicados en la **Tabla 1** en un período de 8 horas. Los valores se dan en julios por metro cuadrado (J/m^2) y en milijulios por centímetro cuadrado (mJ/cm^2) [Nota: $1 mJ/cm^2 = 10 J/m^2$].
2. El tiempo de exposición en segundos (t_{max}) para alcanzar el valor límite de la radiación ultravioleta (UV) que incide sobre la piel o los ojos sin proteger, se puede calcular dividiendo $0,003 J/cm^2$ por la irradiancia efectiva (E_{eff}) en watos por centímetro cuadrado (W/cm^2).

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Marco Legal y Normativo - Res. 295/03

Radiación ultravioleta (180 a 400 nm)

3.- Para determinar la E_{eff} de una fuente de banda ancha ponderada frente al pico de la curva de efectividad espectral (270 nm), se debe emplear la fórmula siguiente:

$$E_{\text{eff}} = \sum_{180}^{400} E_{\lambda} S(\lambda) \Delta \lambda$$

en la que:

E_{eff} = irradiancia efectiva relativa a una fuente monocromática a 270 nm en W/cm².

E_{λ} = irradiancia espectral en W/ (cm² . nm)

$S(\lambda)$ = efectividad espectral relativa (adimensional)

$\Delta \lambda$ = anchura de banda en nm

Radiaciones Ultravioleta

TABLA 1 Res. 295/03

TABLA 1

Valor limite para la radiación ultravioleta y la efectividad espectral relativa

Longitud de onda (nm)	Valor limite (J/m ²) Δ	Valor limite (mJ/cm ²) Δ	Efectividad espectral Relativa S (λ)
180	2500	250	0,012
190	1600	160	0,019
200	1000	100	0,030
205	590	59	0,051
210	400	40	0,075
215	320	32	0,095
220	250	25	0,120
225	200	20	0,150
230	160	16	0,190
235	130	13	0,240
Longitud de onda (nm)	Valor limite (J/m ²) Δ	Valor limite (mJ/cm ²) Δ	Efectividad espectral Relativa S (λ)
240	100	10	0,300
245	83	8,3	0,360
250	70	7,0	0,430

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Evaluación y Valoración del Riesgo

Para determinar la exposición, es necesario realizar un estudio en profundidad de los factores asociados a la fuente, al entorno y al trabajador. El objetivo será tener suficiente información para estimar la exposición y compararla con los Valores Límite. Este análisis debería incluir factores como:

- Número y ubicación de las fuentes de Radiaciones No Ionizantes
- Presencia de elementos reflectores, absorbentes o que dispersen la radiación. Es recomendable realizar un croquis de las instalaciones indicando las fuentes de emisión, los puestos de trabajo fijos, los paneles reflectores, etc.
- Intervalo espectral.

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Evaluación y Valoración del Riesgo

- Tipo de emisión. (continua o pulsante). Para las emisiones continuas se utiliza la potencia radiante y para las fuentes de emisión discontinua se emplea la energía radiante.
- Ubicación del trabajador con respecto a la fuente, que determina la geometría de la exposición.
- Espectro de emisión y su posible variación temporal. Se obtiene de los datos facilitados por los fabricantes o mediante mediciones. Para las fuentes que emiten en el IR es posible calcularlo a partir de la aproximación del cuerpo negro.
- Potencia o energía radiante. Se consigue a partir de las especificaciones técnicas de la fuente o de mediciones.

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Evaluación y Valoración del Riesgo

- Tiempo de exposición. Si el puesto de trabajo no es fijo y el trabajador ocupa más de una posición con respecto a la fuente (o fuentes), se contabilizará el tiempo en cada una de las distintas ubicaciones porque cada emplazamiento tendrá una geometría de exposición diferente.
- Uso de EPP y sus especificaciones técnicas. Partes expuestas sin protección.
- Tipo de medidas de protección (si se aplican).
- Características individuales del trabajador.

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Marco Legal y Normativo - Res. 295/03

Radiación ultravioleta (180 a 400 nm)

La **E_{eff}** también puede medirse directamente con un medidor de radiaciones ultravioletas UV que lleve incorporado lectura espectral directa que refleje los valores relativos de la eficacia espectral de la Tabla 1. En cualquier caso, estos valores pueden compararse con los de la **Tabla 2**.

Radiaciones Ultravioletas (UVA)

TABLA 2 Res. 295/03

TABLA 2

Duración de la exposición en determinadas irradiancias efectivas de radiación UV actínica

Duración de la exposición por día	Irradiancia efectiva Eeff ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)
8 horas	0,1
4 horas	0,2
2 horas	0,4
1 hora	0,8
30 minutos	1,7
15 minutos	3,3
10 minutos	5
5 minutos	10
1 minuto	50
30 segundos	100
10 segundos	300
1 segundo	3000
0,5 segundos	6000
0,1 segundos	30000

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Marco Legal y Normativo - Res. 295/03

Región espectral UV- A (315 a 400 nm)

La exposición de los ojos sin proteger a la radiación UV-A no debe exceder de los valores siguientes sin ponderar:

1. Una exposición radiante de $1,0 \text{ J/cm}^2$ para períodos de una duración inferior a 1000 segundos.
2. Una irradiancia de $1,0 \text{ mW/cm}^2$ para períodos de una duración de 1000 segundos o superiores.

Todos los límites anteriores para la radiación UV se aplican a las fuentes que subtienden un ángulo menor de 80° en el detector. Las fuentes que subtienden un ángulo mayor deben medirse sólo sobre un ángulo de 80° .

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Marco Legal y Normativo - Res. 295/03

Región visible e Infrarojo cercano

Para proteger la retina contra la lesión térmica producida por una fuente de luz visible no se debe sobrepasar la radiancia espectral de la lámpara, comparada con la función R (l) cuyos valores se dan en la **Tabla 1**:

$$\sum_{385}^{1400} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda \leq \frac{5}{\alpha t^{1/4}} \quad (1) \Delta$$

L_{λ} viene expresada en $W / (cm^2 \cdot sr^* \cdot nm)$ y t es la duración de la visión (o duración del impulso, si la lámpara es pulsante) expresada en segundos, pero limitada a duraciones de 10 microsegundos (ms) a 10 segundos (s), y α es la subtensa angular de la fuente en radianes (rad).

Radiaciones Infrarojos y Visibles

TABLA 1 Res. 295/03

Longitud de onda (nm)	Riesgo afáquico función A(λ)	Riesgo a la luz azul función B(λ)	Riesgo térmico para la retina función R(λ)
505	0,079	0,079	1,0
510	0,063	0,063	1,0
515	0,050	0,050	1,0
520	0,040	0,040	1,0
525	0,032	0,032	1,0
530	0,025	0,025	1,0
535	0,020	0,020	1,0
540	0,016	0,016	1,0
545	0,013	0,013	1,0
550	0,010	0,010	1,0
555	0,008	0,008	1,0
560	0,006	0,006	1,0
565	0,005	0,005	1,0
570	0,004	0,004	1,0
575	0,003	0,003	1,0
580	0,002	0,002	1,0
585	0,002	0,002	1,0
590	0,001	0,001	1,0
595	0,001	0,001	1,0
600-700	0,001	0,001	1,0
700-1050	-	-	$10^{(700-\lambda)/500}$
1050-1400	-	-	0,2

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Marco Legal y Normativo - Res. 295/03

Región visible e Infrarojo cercano

Para proteger la retina contra la lesión térmica producida por una fuente de luz visible no se debe sobrepasar la radiancia espectral de la lámpara, comparada con la función R (l) cuyos valores se dan en la **Tabla 1**:

$$\sum_{385}^{1400} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda \leq \frac{5}{\alpha t^{1/4}} \quad (1) \Delta$$

L_{λ} viene expresada en $W / (cm^2 \cdot sr \cdot nm)$ y t es la duración de la visión (o duración del impulso, si la lámpara es pulsante) expresada en segundos, pero limitada a duraciones de 10 microsegundos (ms) a 10 segundos (s), y α es la subtensa angular de la fuente en radianes (rad).

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Marco Legal y Normativo - Res. 295/03

Radiación Infrarroja

Existen varios límites ocupacionales para infrarrojos:

1) Para proteger la córnea y el cristalino: para evitar lesiones térmicas en la córnea y posibles efectos retardados en el cristalino (cataratogénesis), la exposición a la radiación infrarroja ($770 \text{ nm} < l < 3\text{mm}$) en ambientes calurosos debe limitarse para períodos largos ($>1000 \text{ s}$) a 10 mW/cm^2 , y a:

$$\sum_{700}^{3000} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \leq 1,8 t^{-3/4} \text{ W/cm}^2 \text{ (para } t < 1000 \text{ s)} \quad (7)$$

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Marco Legal y Normativo - Res. 295/03

Radiación Infrarroja

2) **Para proteger a la retina:** para una lámpara calorífica de rayos infrarrojos o cualquier fuente del IR-próximo en la que no existe un fuerte estímulo visual (luminancia inferior a 10-2 cd/m²), la radiancia del IR-A o IR-próximo (770 nm < l < 1400 nm) contemplada por el ojo debe limitarse a:

$$\sum_{770}^{1400} L_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \leq \frac{0,6}{\alpha} \quad (8) \Delta$$

Para períodos superiores a 10 segundos.

Radiaciones No Ionizantes – Radiación Óptica

Marco Legal y Normativo - Res. 295/03

Radiación Infrarroja

Para períodos inferiores a 10 segundos, aplicar la siguiente ecuación 1 sumada a la del rango de longitud de onda de 770 a 1400 nm (Ecuación 2):

$$(1) \quad \sum_{700}^{3000} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \leq 1,8 t^{-3/4} \text{ W/cm}^2 \text{ (para } t < 1000 \text{ s)}$$

$$(2) \quad \sum_{770}^{1400} L_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \leq \frac{0,6}{\alpha}$$

Este límite está basado en una pupila de 7 mm de diámetro (ya que puede no existir la respuesta de rechazo debido a la ausencia de luz) y un detector de visión de campo de 11 mrad.

También tenemos otros límites de exposición para radiaciones ópticas coherentes (LASERS). No sería el caso utilizarlos en soldadura por arco pero si con soldadura o corte por LASER.

Ejemplo de medición y evaluación de radiación UV en soldadura

Para el puesto de soldador se cuantificó (75 cm) valor promedio de **irradiancia no ponderada 1,24 mW/cm²** y con **3,01 mW/cm²** (ver Figura) para el Nivel Superior de Confianza al 95% considerando distribución log-normal. Las tareas en las cuales se realizó la medición involucró las soldaduras con electrodo y pinza con la máquina TAMIG 480E-380V.

Por último, se valora el tiempo de exposición de acuerdo a las expresiones citadas en el apartado anterior y cubriendo principalmente la banda espectral de 180 nm a 390 nm (No ponderada).

¿Está expuesto?



Ejemplo de estimación y evaluación de radiación IR en fundición

Ángulo subtendido (α): 0,4 radianes

Emisividad de la Fuente (ϵ): 0,35 (Se busca y corresponde al acero fundido)

CÁLCULO DE IRRADIANCIA POR APLICACIÓN

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/quantum/radfrac.html>

Si la temperatura es = 1660 °C (1933.15 K), entonces, la longitud de onda a la que tiene lugar el pico de la curva de radiación es:

- $\lambda_{\text{pico}} = 1499.1 \text{ nm}$
- $h\nu = 0.8276 \text{ eV}$.

Para el rango de longitud de onda 770 nm a 1400 nm:

Irradiancia E = **15.35 W/cm²**

Para el rango de longitud de onda 700 nm a 3000 nm:

Irradiancia E = **56,45 W/cm²**

Ejemplo de estimación y evaluación de radiación IR en fundición

Objetivo de Límite	Valores estimados (No ponderados por longitud de onda) *	Valores Límite (Res. 295/03)
Córnea y Cristalino (cataractogénesis) para $t > 1000$ seg. (700 a 3000 nm)	56.450 mW/cm ²	10 mW/cm ²
Protección a la retina Para $t > 10$ seg.	15.350 mW/cm ² .sr	1.500 mW / (cm ² . sr)

Medidas de Control Radiaciones No Ionizantes (UV/IR)

Medidas de Control

Distanciamiento

La aproximación de la fuente puntual también sirve para estimar la distancia de seguridad, que se define como la distancia a la que la exposición se iguala con el valor límite:

$$D = \sqrt{\frac{\phi}{VL}}$$

Donde:

- D es Distancia de seguridad
- ϕ es la potencia radiante (Irradiancia de la fuente) máxima
- VL es el valor límite expresado en forma de irradiancia.

Table 1 — Distances^(a) to Common Electric Arc Welding or Cutting Processes^(b) at which the Actinic Ultraviolet Radiation (UVR)^(c) Is Below the U.S. Daily Threshold Limit Value (TLV)^(d) for Various Exposure Times^(e).

Arc Welding/Cutting Process	Base Metal	Shielding Gas	Arc Current in Amperes	Distance in m for 1 min	Distance in m for 10 min	Distance in m for 8 h		
Shielded Metal Arc (Stick) GMAW	Mild steel	None	100–200	3.2	10	71		
			Mild steel	CO ₂	90	0.95	3.0	21
					200	2.2	7.0	48
	350	4.0			13	87		
	Mild steel	CO ₂	175	1.1	3.6	25		
			350	2.3	7.3	51		
			95% Ar + 5% O ₂	150	2.9	9.3	65	
				350	6.7	21	150	
				Al	Ar	150	3.2	10
			300			5.0	16	110
	GTAW	Mild steel	Ar	150	1.6	5.0	34	
				300	3.2	10	69	
50				0.32	1.0	6.9		
Mild steel		He	150	0.90	2.8	20		
			300	1.7	5.5	38		
			250	3.0	9.5	66		

Medidas de Control Ropa y Protectores UV



Medidas de Control

Ropa y Protectores UV

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FILTRACIÓN DE UV DE LA ROPA:

COLOR: Los colores oscuros o brillantes evitan que los rayos UV lleguen a la piel absorbiéndolos en lugar de permitir que penetren. Es por eso que estos colores ofrecen una mejor protección que los tonos más claros. **EL COLOR NEGRO NO SERIA BUENO PARA EL INFRAROJO.**

DENSIDAD DE TRAMA: las telas densamente tejidas, como la mezclilla, la lona, la lana o las fibras sintéticas, protegen más que las telas transparentes, delgadas o sueltas.

Medidas de Control

Ropa y Protectores UV

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FILTRACIÓN DE UV DE LA ROPA:

COMPOSICIÓN: El algodón sin blanquear contiene ligninas naturales que actúan como absorbentes de rayos UV. Los poliésteres brillantes e incluso las sedas satinadas livianas pueden ser altamente protectores porque reflejan la radiación. Los tejidos de alta tecnología tratados con absorbentes de UV químicos o tintes evitan la penetración de los rayos UV.

AJUSTE: es preferible la ropa holgada. La ropa ajustada puede estirarse y reducir el nivel de protección ofrecido, ya que las fibras se separan y permiten que pase más luz ultravioleta.

Medidas de Control

Ropa y Protectores UV

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FILTRACIÓN DE UV DE LA ROPA:

UPF: algunos fabricantes de ropa proporcionan etiquetas UPF, que indican exactamente cuanto cantidad de rayos solares puede proteger la prenda.

COBERTURA: Cuanta más piel cubra la ropa, mejor será tu protección. Siempre que sea posible, elija camisas de manga larga y pantalones largos o faldas.

ACTIVIDAD: independientemente del UPF, si la ropa se estira o se moja, perderá parte de su capacidad protectora y se volverá más transparente, exponiendo la piel a más luz ultravioleta.

Medidas de Control

Ropa y Protectores UV

UPF Rating	Protection Category	% UV radiation Blocked
UPF 15 – 24	Good	93.3 – 95.9
UPF 25 – 39	Very Good	96.0 – 97.4
UPF 40 – 50+	Excellent	97.5 – 98+

Medidas de Control Ropa y Protectores UV



ÍNDICE
RADIACIÓN
ALTA 8-10

FOTOTIPO 1	piel muy clara bebés pelirrojos o rubios muchas pecas	SPF 15 1h. 25mins.	SPF 30 2h. 30mins.	SPF 50 4h.	SPF 50 1h.
FOTOTIPO 2	piel clara niños +2 años rubios - castaños no se broncea sino enrojece	SPF 15 2h. 30mins.	SPF 30 5h.	SPF 50 8h.	SPF 50 2h.
FOTOTIPO 3	standard se broncea	SPF 15 3h. 45mins.	SPF 30 7h. 30mins.	SPF 50 12h.	SPF 50 3h.
FOTOTIPO 4	piel morena se broncea no suele quemarse	SPF 15 5h.	SPF 30 10h.	SPF 50 16h.	SPF 50 4h.

Medidas de Control

Protección Ocular



Medidas de Control

Protección Ocular UV/IR

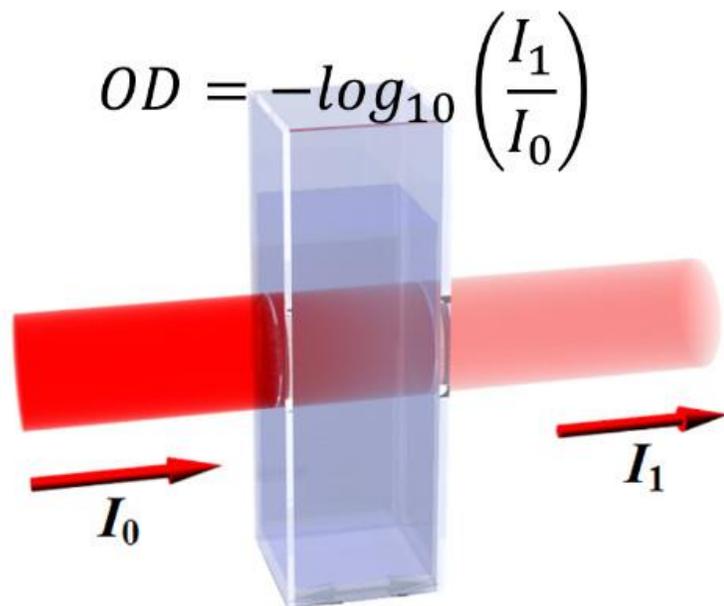
Los lentes o pantallas de protección ocular para soldadura han de ser seleccionados teniendo en cuenta como mínimo los parámetros siguientes:

- Tipo de arco o tipo de llama.
- Intensidad de corriente de soldadura o caudal de gas o de los gases.
- Posición y distancia del operario con relación al baño de fusión y al arco eléctrico o llama.
- Iluminación del local si es recinto cerrado o protegido.
- Sensibilidad óptica del soldador.
- Sensibilidad o hábitos propios de cada soldador.
- Curva experimental de la sensibilidad del ojo humano.

Medidas de Control

Protección Ocular UV/IR

Para conocer cuanto atenúa un medio o filtro ocular puede utilizarse el concepto de Densidad Óptica (OD).



Optical Density	Transmittance ($\frac{I_1}{I_0}$)	Transmittance (%)
0	1	100%
0.1	0.79	79%
0.5	0.32	32%
1	0.1	10%
2	0.01	1%
3	0.001	0.1%
4	0.0001	0.01%
5	0.00001	0.001%
6	0.000001	0.0001%

Medidas de Control

Protección Ocular UV/IR

Si utilizan este protector facial, y que en su descripción técnica dice **“Protección contra radiación Infrarroja IR tono 5.0 para procesos de soldadura.”**

Es útil conocer la equivalencia entre shades o tonos de soldadura y valores de densidad óptica para saber la absorción total en retina y ojos.

Un filtro para el IR (EN 171:2002) sólo tiene requisitos en el visible y el IR:

Tabla 1
Especificaciones relativas al coeficiente de transmisión

Clase de Protección	Coeficiente de transmisión en el visible τ_v		Valor medio máximo del coeficiente de transmisión espectral en el infrarrojo	
	Máximo %	Mínimo %	τ_A 780 nm a 1 400 nm %	τ_B 780 nm a 2 000 nm %
4 - 1,2	100	74,4	5,5	52,9
4 - 1,4	74,4	58,1	4,8	47,2
4 - 1,7	58,1	43,2	4,1	42,2
4 - 2	43,2	29,1	3,6	37,9
4 - 2,5	29,1	17,8	2,9	32,3
4 - 3	17,8	8,5	1,9	22,9
4 - 4	8,5	3,2	1,2	15,9
4 - 5	3,2	1,2	0,71	10,6
4 - 6	1,2	0,44	0,43	7,1
4 - 7	0,44	0,16	0,23	4,4
4 - 8	0,16	0,061	0,14	2,9
4 - 9	0,061	0,023	0,075	1,8
4 - 10	0,023	0,008 5	0,050	1,3

Medidas de Control

Set-up Máscara de soldar fotosensible

- **Delay:** permite ajustar cuánto tiempo permanece oscura la lente después de que se detiene el arco de soldadura. Por lo general, estos se pueden ajustar con un retraso de 0,5 segundos a 2 segundos. Es útil cuando se realiza soldadura por puntos en un proyecto grande y se necesita un breve retraso para reposicionarse para la siguiente soldadura.
- **Sensitivity:** permite ajustar cuánto brillo hará que la lente se oscurezca. Esto es particularmente importante cuando se trabaja cerca de otros soldadores o al aire libre con sol. Los controles de sensibilidad ayudan a garantizar que el casco se oscurezca cuando usted lo desee. También es útil cuando se suelda a bajo amperaje, especialmente TIG, cuando el arco no es tan brillante como otros procesos de soldadura.
- **Shade:** Es el grado de opacidad y oscurecimiento del lente. Más alto menos se ve. Se regula de acuerdo al amperaje utilizado.



El soldador debe conocer bien (capacitación) estos ajustes para que proteja correctamente. Al no saber utilizar la máscara la utilizan mal o directamente no la utilizan.

Tabla 2. Uso recomendado de las diferentes clases de protección para la soldadura eléctrica																						
PROCESO DE SOLDADURA ELÉCTRICA	Intensidad de corriente (A)																					
	1,5	6	10	15	30	40	60	70	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	600	
Electrodos recubiertos	8				9			10			11			12			13			14		
MAG	8							9	10			11			12			13		14		
TIG			8	9			10			11			12		13							
MIG con metales pesados								9	10			11			12		13	14				
MIG con aleaciones ligeras										10		11		12		13		14				
Resanado por arco - aire	10											11	12		13		14		15			
Corte por chorro de plasma										9	10	11	12			13						
Soldeo al arco micro - plasma	4	5		6		7	8		9	10		11	12									
	1,5	6	10	15	30	40	60	70	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	600	

Nota: El término "metales pesados" se aplica a aceros, aleaciones de acero, cobre y sus aleaciones, etc.

NTP 6: Radiaciones en soldadura. Guía para la selección de oculares filtrantes

PROCESO	INTENSIDAD DE CORRIENTE EN AMPERIOS														
	10	20	40	80	100	125	175	225	250	275	300	350	450	500	
Electrodos revestidos	9			10	11			12			13			14	
MIG Sobre hierro y acero	10				11	12			13			14			
MIG Sobre aleaciones ligeras	10				11	12	13		14	15					
TIG Sobre metales y aleaciones	9	10	11	12	13	14									
MAG	10			11	12	13		14	15						
Ranurado (arco-aire) (con electrodo hueco)					10	11	12	13	14	15					
Corte con fundición por plasma					11	12	13		14						

( valores del autor, resto ISO y DIN)

NTP 6: Radiaciones en soldadura. Guía para la selección de oculares filtrantes

PROCESO	CONSUMO DE ACETILENO EN LITROS POR HORA				
	< 40	40 a 70	70 a 200	200 a 800	> 800
Número o escalón para soldadura con llama para aleaciones ligeras (latón, etc.)	3 ó 4*	4	5	6	7
Número o escalón para soldadura con llama para hierro	4 a 5*	6	7	8	9

(* valores del autor, resto según NF y DIN)

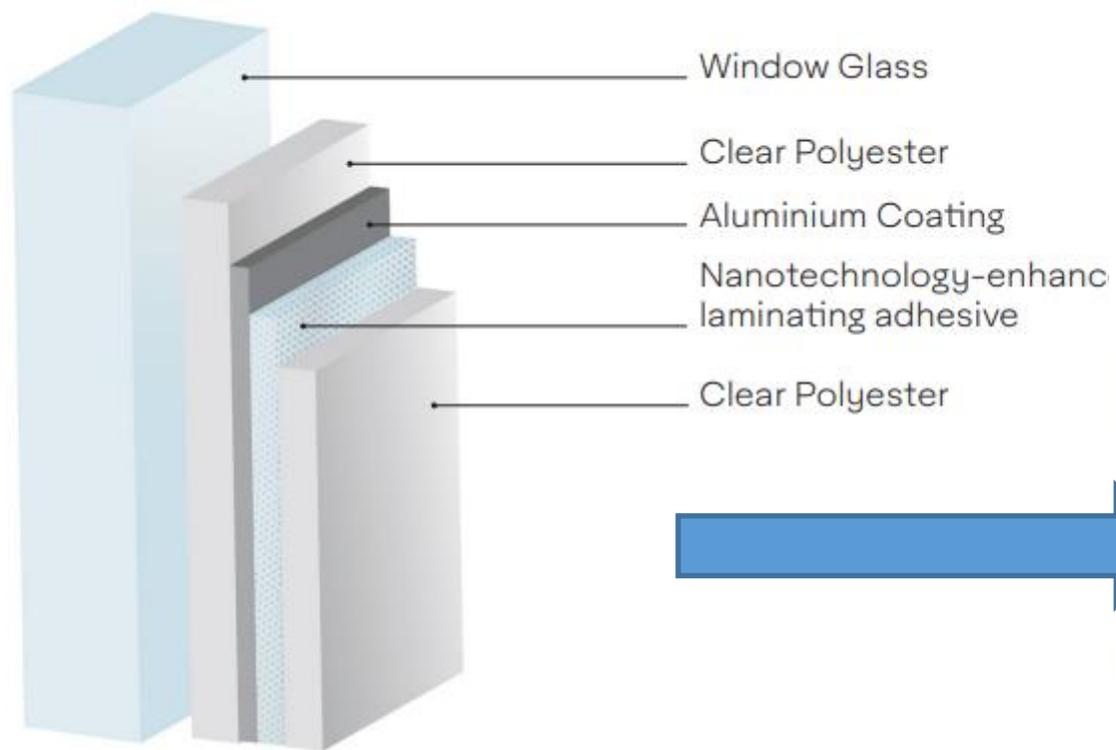
PROCESO	CONSUMO DE OXIGENO EN LITROS POR HORA				
	< 900	900 hasta 2000	2000 hasta 4000	4000 hasta 8000	> 8000
Número o escalón para corte oxi-acetilénico y flameado	4	5	6	7	8

(Según DIN)

Medidas de Control

Filtros UV/IR (Films y láminas)





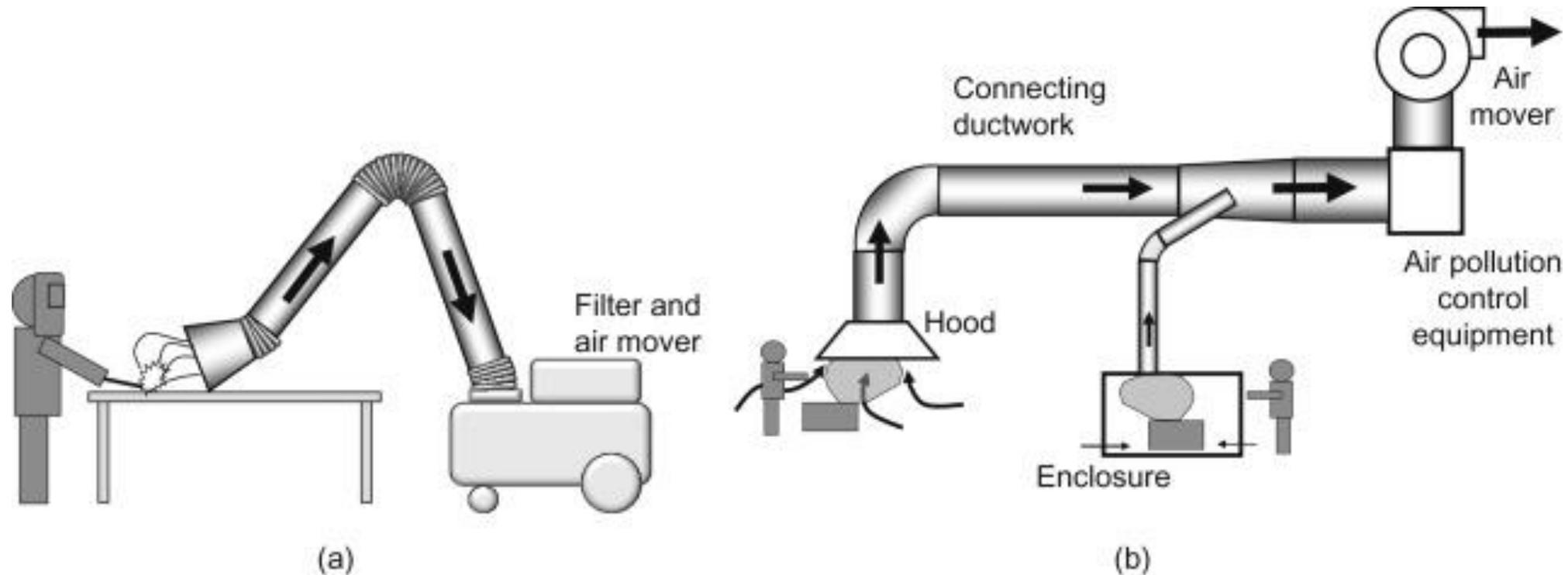
Medidas de Control Humos de Soldadura

Jerarquía de Control – Concepto aplicado a la soldadura



- Cambiar por otro tipo de soldadura
- Realizar el proceso que produzca la menor cantidad de humos o menor emisión de radiación.
- Instalar un sistema de ventilación por extracción
- Implementar un sistema de mantenimiento de la ventilación documentado. Estudios médicos y seguimiento de la clínica.
- Utilizar equipos de protección respiratoria

Ventilación por Extracción Localizada (LEV)



Ventilación por Extracción Localizada (LEV)

Lo recomendado para humos de soldadura

Brazo articulado o tubo flexible



Campana de tiro posterior (Backdraft hood)



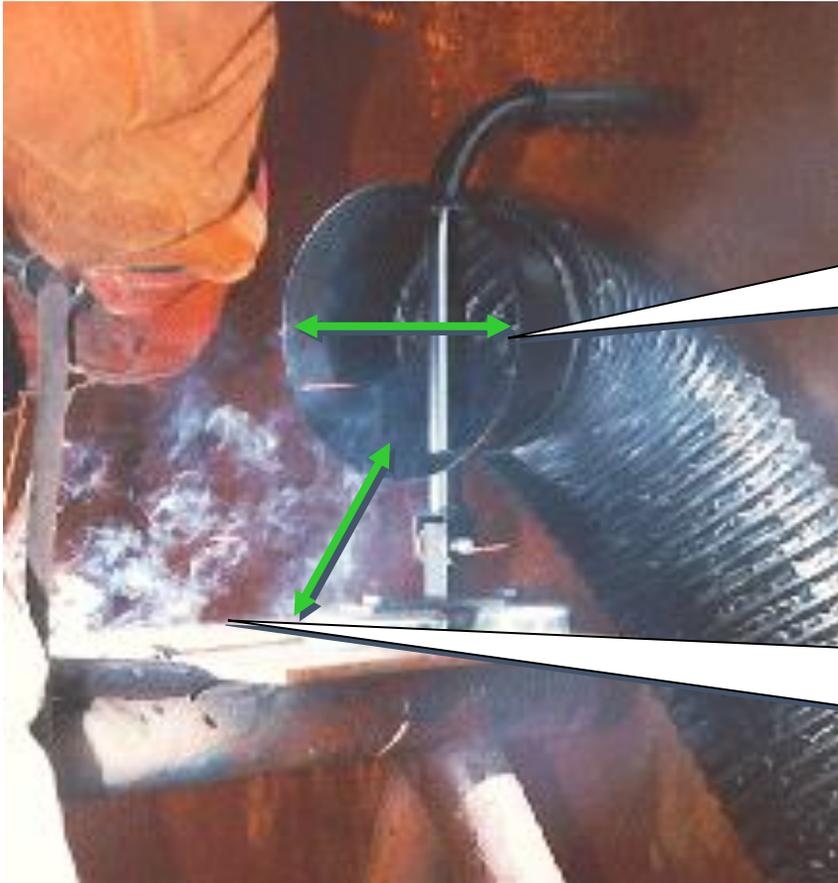
Ventilación por Extracción Localizada (LEV)

Control de radiación óptica hacia el ambiente y extracción de humos.



Ventilación por extracción

Distancia de la fuente: Un factor crítico

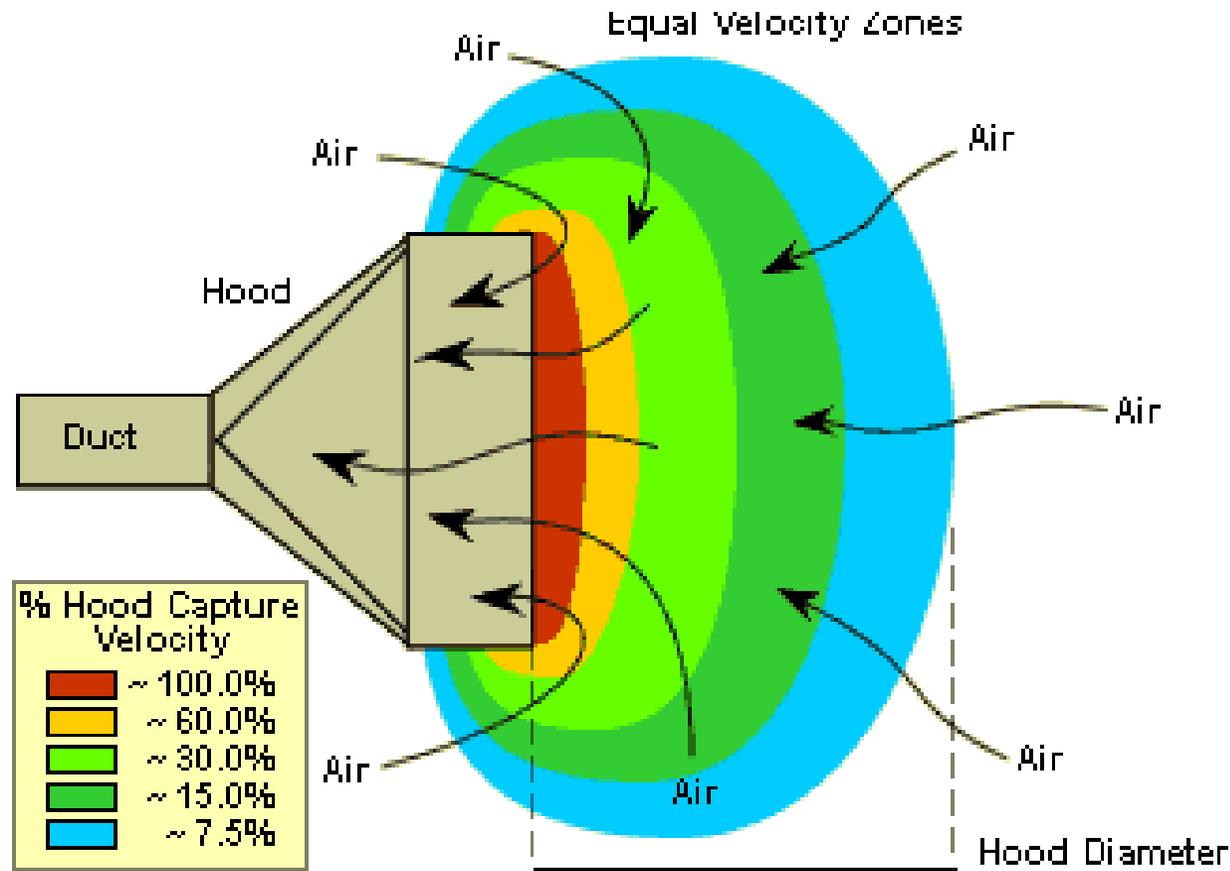


Regla general: La distancia desde la fuente debe ser el diámetro de la abertura o menos

La velocidad del aire en el punto de emisión se denomina velocidad de captura

Ventilación por extracción

Cambios en velocidad de captura con la distancia



Ventilación por extracción

Velocidades de captura recomendadas

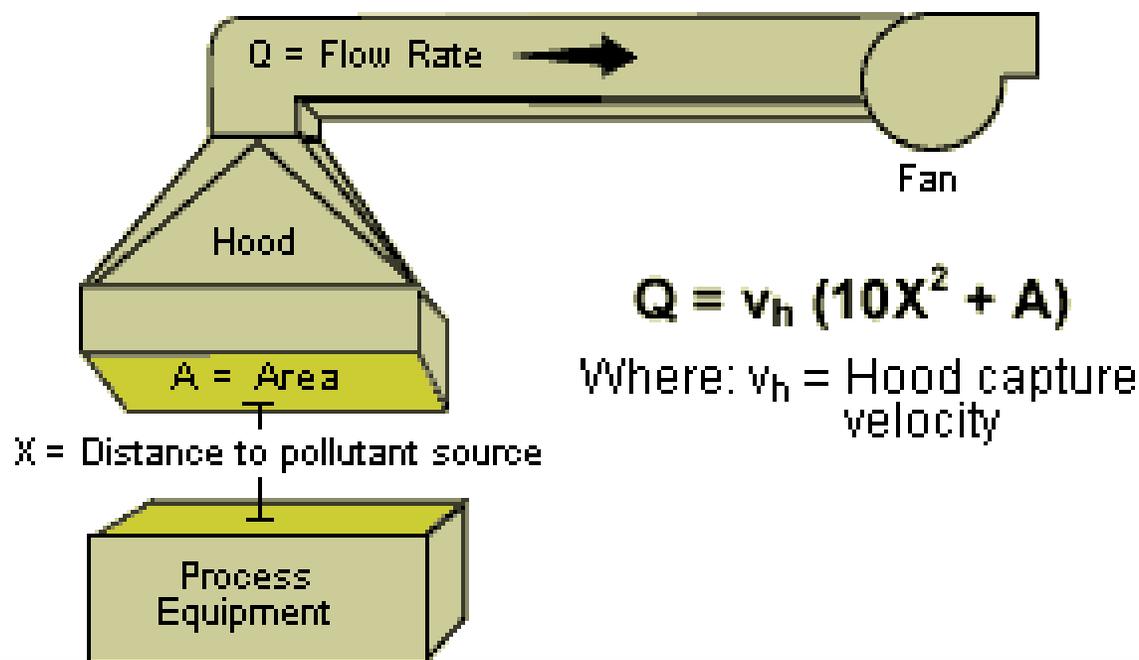
Condiciones de generación del contaminante	Velocidad de captura (m/s)
Liberado prácticamente sin velocidad en aire tranquilo. Ejemplos: evaporación desde depósitos, desengrase, etc.	0,25-0,5
Liberado a baja velocidad en aire con movimiento moderado. Ejemplos: cabinas de pintura, llenado intermitente de recipientes, transferencia entre cintas transportadoras a baja velocidad, soldadura , pasivazo, recubrimientos superficiales.	0,5-1
Liberado con velocidad en aire con movimiento. Ejemplos: cabinas de pintura poco profundas, llenado de barriles, carga de cintas transportadoras, machacadoras.	1-2,5
Liberado con alta velocidad inicial en una zona de movimiento muy rápido de aire. Ejemplos: desbarbado, chorreado abrasivo, desmoldeo de fundiciones.	2,5-10 (requiere un estudio específico)

Puede medir la velocidad de cara y estimar la velocidad de captura

Ventilación por extracción

Cálculo de velocidad de captura y caudal necesario

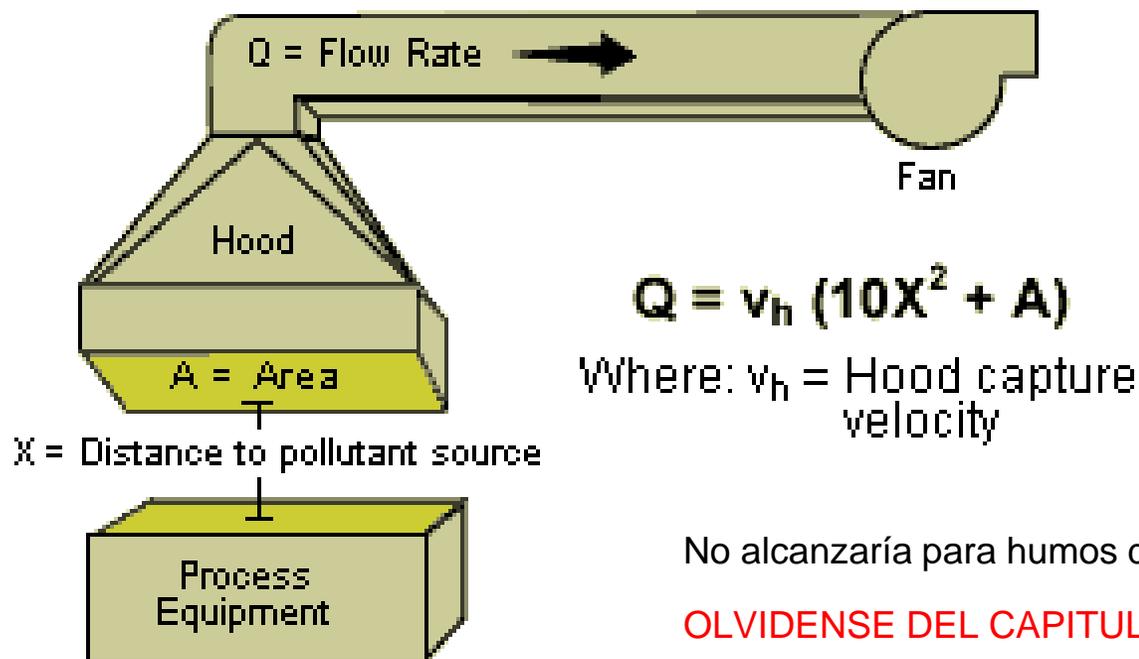
En el diseño, el caudal se calcula para proporcionar la velocidad de captura que necesita. También se puede obtener la distancia efectiva que va a tener una campana para una determinada velocidad.



Ventilación por extracción

Cálculo de velocidad de captura y caudal necesario

Ejemplo: Si tengo una campana de 1m x 1m, a una distancia de 0,5 metros de la pieza que se encuentran soldando. ¿Qué velocidad de captura tengo a esa distancia y con un caudal de 2000 m³/h?



$$Vh = \frac{Q}{10X^2 + A}$$

$$Vh = \frac{2000 \text{ m}^3/\text{h}}{10 \times (0,5 \text{ m})^2 + 1 \text{ m}^2}$$

$$Vh = (0,15 \frac{\text{m}}{\text{s}})$$

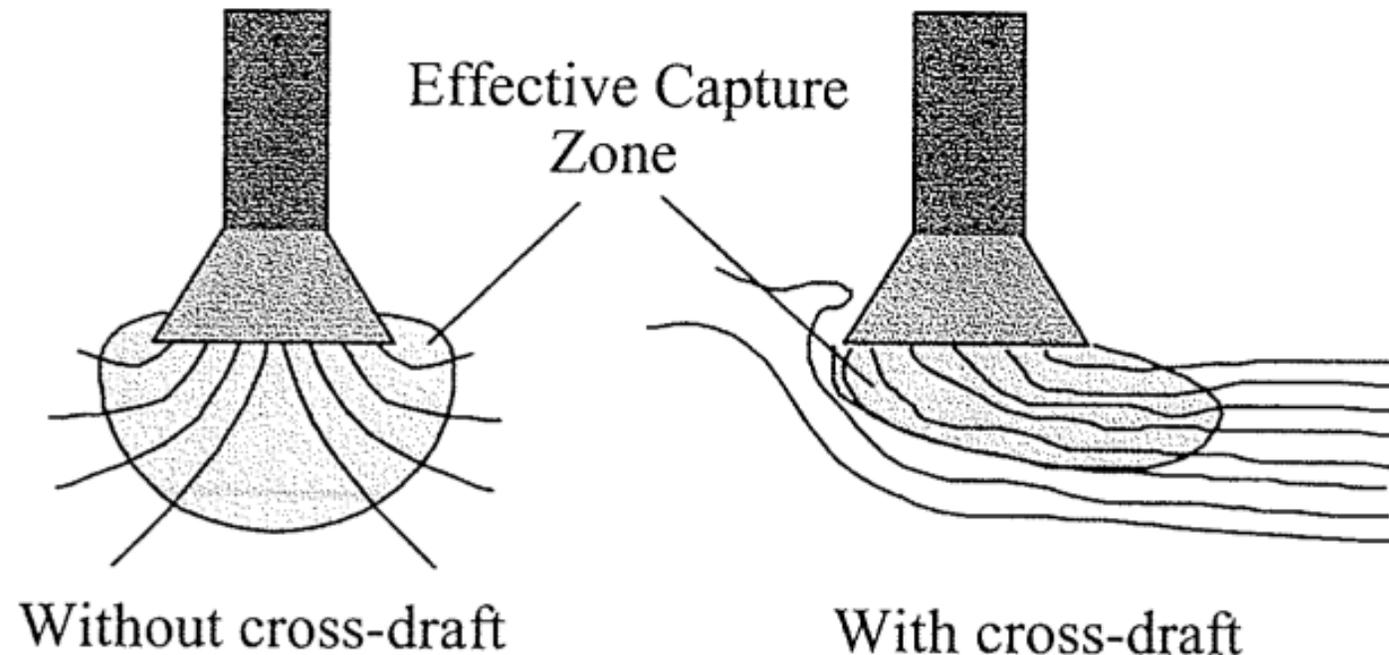
No alcanzaría para humos de soldadura cuando la velocidad de captura debe ser 0,5 a 1 m/s

OLVIDENSE DEL CAPITULO 11 – CON CONTAMINANTES NO APLICA

Ventilación por extracción localizada

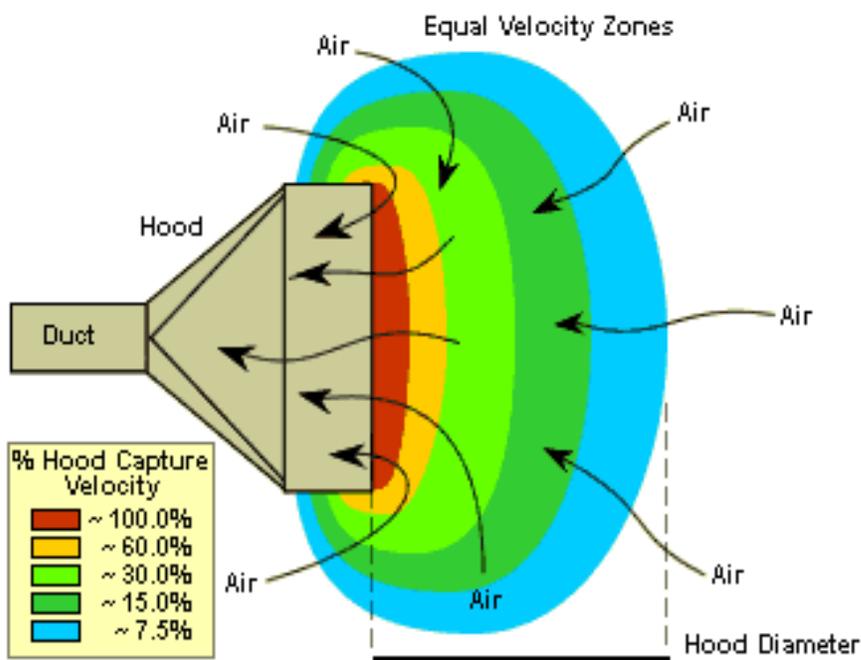
MENOR VELOCIDAD DE CAPTURA NECESARIA PARA PROPORCIONAR UN CONTROL EFICAZ

La velocidad de captura debe competir con todas las corrientes de aire generadas. Es por eso que un cerramiento correcto del proceso o bien poner a reparo de otras corrientes de aire es necesario para mejorar el rendimiento de captura.

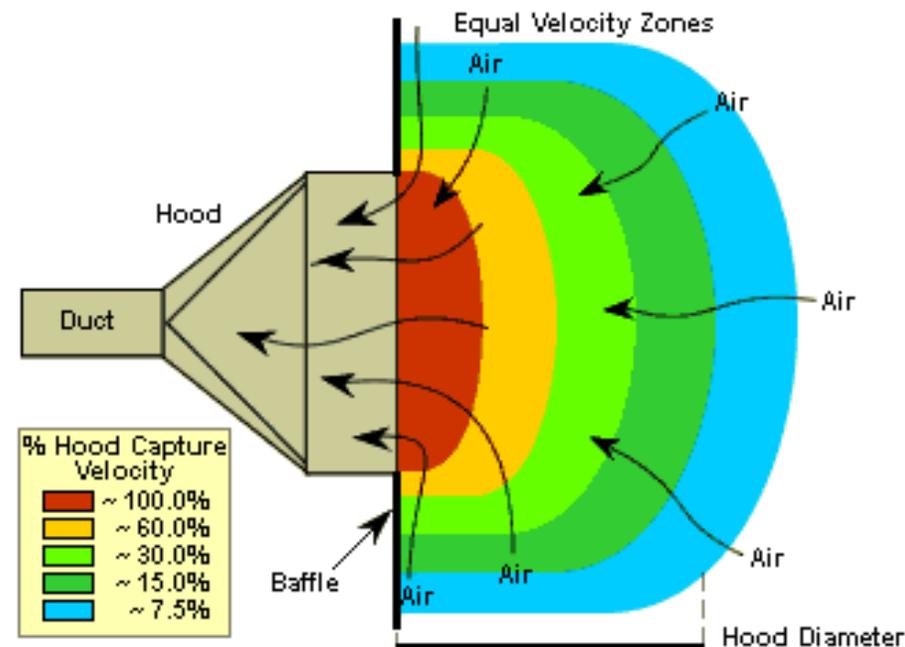


Ventilación por extracción

Adición de pestañas o baffle



Sin pestañas

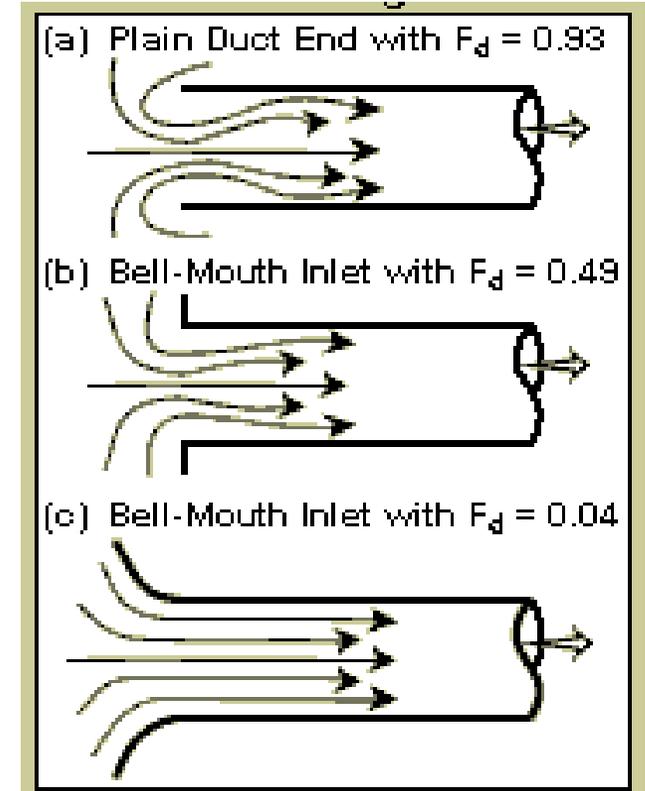


Con Pestañas

Ventilación por extracción

Coeficiente de pérdida de entrada de la campana

El aire entra en el conducto de manera más suave y eficiente cuando hay una entrada en ángulo suave al conducto.



Uso de Equipos de Protección Respiratoria en Soldadura

- Los equipos de protección respiratoria (EPR) van a contribuir en la reducción de la inhalación de los humos de soldadura.
- Siempre que se usen respiradores en un ámbito laboral, se debe establecer un programa formal de protección respiratoria.
- Podrían tomar como referencia las Normas de Protección Respiratoria de OSHA (29 CFR 1910.134). No es mandatorio en

Uso de Equipos de Protección Respiratoria en Soldadura

¿Cómo saber si están los trabajadores realmente protegidos con un EPR?

Un EPR solo funcionará cuando el aire pasa a través del filtro. El aire tomará el camino de menor resistencia, de modo que si el sellado contra la cara no está asegurado, el aire recirculará en lugar de salir a través del respirador.

¿Cómo asegurar la calidad y cantidad de protección de un EPR?

Con un programa de protección respiratoria que incluya pruebas de ajuste.

Equipos de Protección Respiratoria en Soldadura

Para evaluar y cuantificar la protección con EPR es necesario conocer dos conceptos:

- **Concentración Máxima de Uso (MUC):** Es la concentración atmosférica máxima de una sustancia peligrosa de la cual se puede esperar que un trabajador esté protegido cuando usa un respirador, y está determinada por el factor de protección asignado del respirador o clase de respiradores y el límite de exposición de la sustancia. MUC para respiradores se calcula multiplicando el APF del respirador por el límite ocupacional (CMP, CMP-CPT, TLV, TLV-STEL).
- **Factor de Protección Asignado (Assigned Protection Factor, APF):** Es un factor de ajuste genérico que se encuentra asignado a un EPR o clase de EPR y que indica el nivel de protección respiratoria que se espera que proporcione a los trabajadores cuando el empleador implementa un programa de protección respiratoria continuo y eficaz (Incluyendo Pruebas de Ajuste).

Si la concentración máxima de exposición es 10 ppm un APF de “50” indicaría que la MUC no debe sobrepasar de 500 ppm.

Uso de Protección Respiratoria en Soldadura



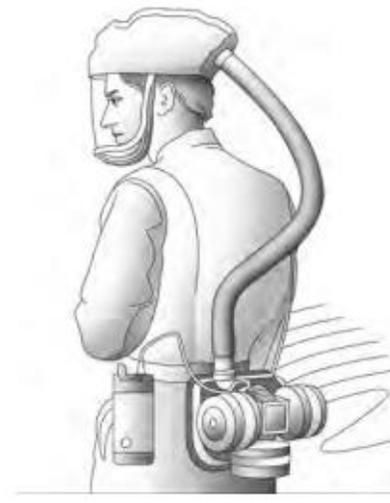
Half mask/Dust mask
APF=10
Needs to be fit tested



Half mask (Elastomeric)
APF=10
Needs to be fit tested



Full facepiece (Elastomeric)
APF=50
Needs to be fit tested



**Loose-Fitting Powered
Air-Purifying Respirator (PAPR)**
APF= 25



**Hood Powered Air-Purifying
Respirator (PAPR)**
APF= 25

Uso de Protección Respiratoria en Soldadura

Pruebas de Ajuste Cuantitativa (QNFT)



Prueba de Ajuste Cualitativa (QLFT)



Uso de Protección Respiratoria en Soldadura

La realización de pruebas de ajuste cualitativas o cuantitativas deben hacerse en el marco de un programa de protección respiratoria al menos una vez a año y además, deben hacerse pruebas de ajuste adicionales en los a sujetos que:

1. Cambien su respirador por uno de tamaño, estilo, modelo o marca diferente.
2. Cuando se produzca cualquier cambio facial que pueda afectar al ajuste, como una fluctuación significativa de peso o alguna intervención maxilofacial.

Equipos de Protección Respiratoria en Soldadura

Ejemplo con una concentración de Zinc en Aire: 8 mg/m³.



APF 25
CMP Zinc: 5 mg/m³
MUC: 125 mg/m³
Factor de ajuste por QNFT: > 250
(0,032 mg/m³ en interior)



APF 10
CMP Zinc: 5 mg/m³
MUC: 50 mg/m³
Factor de ajuste por QNFT: > 100
(0,08 mg/m³ en interior)

Siempre y cuando estén las pruebas de ajuste acompañado de un programa de protección respiratoria podríamos considerar esos factores de ajuste y hacer esas estimaciones.

Uso de Protección Respiratoria en Soldadura

Comprobación diaria o frecuente del sellado.

Se hace por el usuario y **no reemplaza las pruebas de ajuste.**

- **Comprobación de sellado de presión positiva**

La comprobación del sellado por presión positiva consiste en bloquear la válvula de exhalación de una mascarilla de respiración de media máscara o de máscara completa o en cubrir la superficie del respirador en una máscara con filtro, normalmente con las manos, e intentar exhalar. Si se acumula una ligera presión, significa que no hay fugas de aire por los bordes del respirador.



Positive-pressure check



Negative-pressure check

- **Comprobación de sellado por presión negativa**

La comprobación de la presión negativa consiste en bloquear las válvulas de entrada en un respirador de media máscara o de máscara completa o en cubrir la superficie del respirador en una máscara con filtro, normalmente utilizando las manos y tratando de inspirar. Si no entra aire, el sellado es hermético.



¡Muchas gracias!