

## **Absorción de sustancias químicas por la piel**

### **Introducción**

El conocimiento que progresivamente se va adquiriendo sobre la toxicidad de las sustancias químicas permite evidenciar que, además de la vía de absorción inhalatoria y digestiva, el paso de sustancias a través de la piel puede llegar a constituir una vía de importancia toxicológica por sí misma o bien contribuir a la toxicidad general de las sustancias absorbidas por otras vías, ello aparte de los efectos locales de tipo irritativo, alérgico, etc., que se puedan producir en la misma piel. A menudo, estos aspectos no se tienen suficientemente en cuenta en la prevención de riesgos laborales.

### **Objetivo**

Indicar, para algunas sustancias químicas comunes, tanto la capacidad que tienen de penetrar en el organismo a través de la piel como su grado de toxicidad por esta vía, reseñando una serie de medidas preventivas básicas para evitar o disminuir tal posibilidad de absorción.

## **Factores que influyen en la absorción de sustancias por la piel**

### **Factores dependientes del tóxico**

- En general se absorben más las sustancias liposolubles.
- Las sustancias con propiedades simultáneamente hidro y liposolubles son las que más fácilmente atraviesan la barrera cutánea.

### **Factores ambientales**

- Muchos detergentes son capaces de alterar la piel provocando un aumento de su permeabilidad a las sustancias químicas.
- Los ácidos y las bases pueden dar lugar a una desnaturalización y destrucción de los componentes de la piel provocando un aumento de la absorción por esta vía.
- El empleo de disolventes puede dar lugar a la alteración de los componentes de la piel con el consiguiente aumento de su permeabilidad.
- El área de contacto con la piel, la duración del contacto de la sustancia con la piel y la concentración de la sustancia influyen, obviamente, sobre la cantidad absorbida.
- Si aumenta la temperatura y/o la humedad ambiental, aumenta, en general, la absorción de las sustancias por la piel.

### **Factores físico-anatómicos**

Se señalan a continuación una serie de factores que dan lugar a un aumento de la posibilidad de absorción de las sustancias químicas por la piel:

- El aumento de la hidratación de la piel (lavados, uso de ropas cerradas o sintéticas, etc.).
- El aumento de la temperatura de la piel.
- Enfermedades de la piel: psoriasis, ictiosis, eczemas, dermatitis seborreica, etc.
- Quemaduras, excoiaciones, irritaciones, etc.
- La capacidad de absorción de las sustancias químicas por la piel es bien diferente según la parte del cuerpo. Así, según el área de la piel, se absorben, por ejemplo, de mayor a menor grado en: escroto, frente, cuero cabelludo, abdomen, parte anterior del hombro, espalda, cara anterior del antebrazo, palma de las manos y planta de los pies.

### **Medidas básicas de prevención de la absorción por la vía dérmica**

Se señalan a continuación algunas de las medidas preventivas o de protección frente a las sustancias que se puedan absorber por la piel.

#### **A nivel del foco de emisión del contaminante**

- Sustitución de la sustancia por otras menos nocivas.
- Automatización de los procesos productivos, selección, mezclado, transporte, envasado, etc.
- Confinamiento de las sustancias nocivas en circuito cerrado.
- Limpieza general del puesto de trabajo (máquinas, envases, gamuzas de secado, mobiliario, etc.).

#### **A nivel del medio ambiente**

- Ventilación general y localizada.
- Encapsulamiento de los focos de emisión.
- Variación de los factores de temperatura y humedad ambiental.

#### **A nivel individual**

- Uso de guantes, manguitos, y ropa de trabajo: serán impermeables a la sustancia en cuestión, los delantales serán ligeros, cubriendo la parte frontal y lateral del cuerpo y hasta debajo de las rodillas, y los manguitos cubrirán desde el hombro hasta la muñeca y se ajustaran a ésta.
- Empleo de gorros y botas en caso necesario.
- Uso de máscara facial (protege los ojos) con preferencia frente a la mascarilla buconasal (no cubre los ojos).
- No portar gamuzas húmedas impregnadas de sustancias que se puedan absorber por la piel.
- Cambio y lavado de la ropa de trabajo con la frecuencia requerida.
- Lavado de manos, cara, cabeza y ojos: se procurará emplear agua y jabón de tipo neutro así como realizar el secado de la piel con toalla o papel absorbente suave, de preferencia al aire caliente.
- En lugares donde no exista agua (pintores al aire libre, trabajadores de asfalto en carreteras, etc.) se procurará el empleo de cremas limpiadoras sin agua y su eliminación posterior con toallas de papel suave.
- Información y formación a los trabajadores de los riesgos y las medidas de prevención adecuadas frente a las sustancias empleadas que se puedan absorber por la piel.
- Empleo de Cremas de Protección.

Las Cremas de Protección las podemos clasificar en:

#### **Activas**

Contienen sustancias activas de tipo quelante como el ácido ascórbico, ácido tartárico, glicina, piro sulfato sódico, cloruro de bario, cisteína, etc., las cuales actúan sobre la sustancia, antes de entrar en contacto con la piel.

#### **Pasivas (Cremas Barrera)**

- **Con silicona:** se consideran efectivas frente a aceites solubles e inefectivas frente a disolventes orgánicos, sustancias ácidas (ácido clorhídrico) y sustancias alcalinas (sosa cáustica y amoníaco).

- **Sin silicona:** suelen ser formulaciones magistrales que tienen una acción protectora selectiva en contra de una serie de productos químicos liposolubles (disolventes orgánicos) o hidrosolubles (aceites solubles y detergentes).

Últimamente se han puesto en el mercado los llamados "guantes invisibles" los cuales poseen larga duración de protección (tres a cuatro horas), resisten la acción del lavado de manos, son de fácil aplicación y se presentan en forma de aerosol.

### Listado de sustancias químicas

En la tabla 1 se recoge una lista de sustancias químicas comunes sobre las que se ha encontrado en la bibliografía alguna referencia relativa a la absorción por vía dérmica. Los criterios de inclusión corresponden a los que se indican a continuación para cada una de las fuentes principales de información empleadas:

1. " ... que la piel sea una ruta de entrada que tiene importancia toxicológica" (NIOSH/OSHA).
2. " ... que hay una contribución potencial significativa de la absorción por vía cutánea a la exposición total de ese compuesto. La absorción dérmica incluye las membranas mucosas y los ojos, ya sea por contacto con los vapores o probablemente de mayor significación, por contacto directo del compuesto con la piel" (ACGIH).
3. "... la absorción de tales compuestos a través de la piel puede plantear un incomparablemente mayor peligro de toxicidad que su inhalación" (DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT).
4. " ... potencial contribución a la exposición total por la vía cutánea incluyendo membranas mucosas y ojo" (DUCH INSTITUTE and DUCH CHEMICAL INDUSTRY ASSOCIATION).
5. "... sugerimos que si la Dosis Letal 50 (DL<sub>50</sub>) por vía dérmica es menor que 1000 mg./kg. de peso, sea asignada una notación de vía dérmica" (KENNEDY, G. L.).

(DL<sub>50</sub> = dosis mediante la cual mueren el 50% de los animales a los que se les administra).

Conjuntamente con el nombre de la sustancia se indica el número CAS. En la tercera columna se incluye el valor de la DL<sub>50</sub> expresada en mg. por Kg. de peso por vía dérmica en Rata (R) o Conejo para alguna de las sustancias, y finalmente, para alguna de ellas, en la cuarta columna se añade la clasificación de los riesgos específicos, derivados solamente de la absorción por vía dérmica, establecida en la normativa española en base a las frases R 21 (nocivo en contacto con la piel), R 24 (tóxico en contacto con la piel) y R 27 (muy tóxico en contacto con la piel), de forma que quedan definidas las sustancias de acuerdo al siguiente criterio de clasificación:

- **Muy tóxicas:** sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos extremadamente graves, agudos o crónicos e incluso la muerte.
- **Tóxicas:** sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos graves, agudos o crónicos e incluso la muerte.
- **Nocivas:** sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos de gravedad limitada.

**Tabla 1: Relación nominal de sustancias tóxicas con posible absorción por vía dérmica**

SUSTANCIA	Nº CAS	LD <sub>50</sub> Rata(R)/Conejo (mg./Kg.peso)	FRASE R (vía dérm.)
ACETATO DE 2-ETOXIETILO	111-15-19	10500	21
ACETATO DE METILO	79-20-9	-	-
ACETATO DE 2-METOXIETILO	110-49-6	5250	21
ACETONITRILLO	75-05-8	1250	24
ACIDO ACRÍLICO	79-10-7	280	-
ACIDO 2-CLOROPROPIÓNICO	598-787	-	-
ACIDO METACRÍLICO	79-41-4	500	-
ACIDO OXÁLICO	144-62-7	20000	21
ACIDO PÍCRICO	88-89-1	-	24
ACIDO PROPIÓNICO	79-09-4	500	-
ACIDO TIOGLICÓLICO	68-11-1	-	24
ACRILAMIDA	79-06-1	400(R)	24
ACRILATO DE BUTILO	141-32-2	2000	-
ACRILATO DE ETILO	140-88-5	1834	-
ACRILATO DE 2-HIDROXIPROPILO	999-61-1	160	24
ACRILATO DE METILO	96-33-3	1243	-
ACRILONITRILLO	107-13-1	148 (R)/250	24
ACROLEÍNA	107-02-8	562	-
AGUARRÁS	8006-64-2	-	21
ALCOHOL ALÍLICO	107-18-6	45	24
ALCOHOL N-BUTÍLICO	71-36-3	3400	-
ALCOHOL SEC-BUTÍLICO	78-92-2	-	-
ALCOHOL TER-BUTÍLICO	75-65-0	-	-
ALCOHOL FURFURÍLICO	98-00-0	400	21
ALCOHOL ISOAMÍLICO	123-51-3	3212	-
ALCOHOL ISOBUTÍLICO	78-83-1	3400	-
ALCOHOL ISOOCÍLICO	26952-21-6	2520	-
ALCOHOL PROPARGÍLICO	107-19-7	16	24
ALCOHOL N-PROPÍLICO	71-23-8	5040	-
ALDEHÍDO CROTÓNICO	4170-30-3	-	-
ALDRÍN	309-00-2	98(R)	24
4-AMINODIFENILO	92-67-1	-	-
2-AMINOPIRIDINA	504-29-0	-	-
ANILINA	62-53-3	1400(R)/820	21
ANISIDINA (ORTO Y PARA)	29191-52-4	-	27
ANTU	86-88-4	-	-
AZIDA SÓDICA	26628-22-8	20	-
AZINPHOS-METIL	86-50-0	88 (R)	-
BENCENO	71-43-2	8263	24
BENCIDINA	92-87-5	-	-
BIFENILO	92-52-4	5010	-
BROMO	7726-95-6	-	-
BROMOFORMO	75-25-2	-	-
BROMURO DE ETILO	74-96-4	-	21
BROMURO DE METILO	74-83-9	-	-
BROMURO DE VINILO	593-60-2	-	-
BUTILAMINA	109-73-9	850	-
O-SEC-BUTILFENOL	89-72-5	-	-
P-TER-BUTILTOLUENO	98-51-1	16934	-
2-BUTOXIETANOL	111-76-2	220	21
CANFENO CLORADO	8001-35-2	600(R)/1025	21
CAPTAFOL	2425-06-1	-	-
CARBARYL	63-25-2	4000(R)/2000	-
CARBOFURAN	1563-66-2	120(R)/885	-

SUSTANCIA	Nº CAS	LD <sub>50</sub> Rata(R)/Conejo (mg./Kg.peso)	FRASE R (vía dérm.)
CATECOL	120-80-9	800	21
CIANAMIDA CÁLCICA	156-62-7	84(R)/590	21
CIANÓGENO	460-19-5	-	-
CIANURO DE CALCIO	592-01-8	-	-
CIANURO DE HIDRÓGENO	74-90-8	-	-
CIANURO POTÁSICO	151-50-8	-	-
CIANURO SÓDICO	143-33-9	-	-
CICLOHEXANOL	108-93-0	-	-
CICLOHEXANONA	108-94-1	948	-
CICLOHEXILAMINA	108-91-8	277	21
CICLONITA	121-82-4	-	-
CLORDANO	57-74-9	690(R)/780	21
CLORHIDRINA ETILÉNICA	203-459-7	84(R)/56	27
CLOROACETALDEHÍDO	107-20-0	267	-
CLOROACETONA	78-95-5	141	-
O-CLOROBENCILIDENO MALONITRILLO	2698-41-1	-	-
CLORODIFENILO (42 % Cl)	53469-21-9	-	-
CLORODIFENILO(54 % Cl)	11097-69-1	-	-
BIS (CLOROMETIL) ETER	542-88-1	280	24
CLOROMETIL METIL ETER	107-30-2	-	21
CLOROPENTAFLUORETANO	76-15-3	-	-
CLOROPICRINA	76-06-2	-	27
BETA-CLOROPRENO	126-99-8	-	-
CLORPIRIFOS	2921-88-2	202(R)/2000	24
CLORURO DE ALILO	107-05-1	2066	-
CLORURO DE BENCILO	100-44-7	-	-
CLORURO DE CIANÓGENO	506-77-4	-	-
CLORURO DE CLOROACETILO	79-04-9	662(R)	-
CLORURO DE ETILO	75-00-3	-	-
CLORURO DE METILO	74-87-3	-	-
CLORURO DE VINILO	75-01-4	-	-
CRESOL	1319-77-3	2000	24
CROMATO DE TERBUTILO	1169-85-1	-	-
CUMENO	98-82-8	12300	-
CYHEXATIN	13121-70-5	1880(R)/2422	21
2,4-D	94-75-7	1500(R)/1400	-
D.D.T.	50-29-3	1931(R)/300	-
DECABORANO	17702-41-9	740(R)/71	-
DEMETÓN	6065-48-3	8,2(R)/24	27
DIAZINÓN	333-41-5	455(R)/400	-
DIBORANO	19287-45-7	-	-
DIBROMURO DE ETILENO	106-93-4	300(R)/300	24
2-N-DISUTILAMINOETANOL	102-81-8	1680	-
DICHLORVOS	62-73-7	70,4(R)/107	24
O-DICLOROBENCENO	95-50-1	-	-
3-3'-DICLOROBENCIDINA	91-94-1	-	21
DICLOROPROPENO	542-75-6	775(R)/504	21
DICLORURO DE ETILENO	107-06-2	2800	-
DICROTOPHOS	141-66-2	42(R)/168	24
DIELDRÍN	60-57-1	10(R)/250	27
DIETILAMINA	109-89-7	820	-
2-DIETILAMINOETANOL	100-37-8	-	-
DIETILCETONA	96-22-0	20000	-
DIETILENTRIAMINA	111-40-0	1090	21

SUSTANCIA	Nº CAS	LD <sub>50</sub> Rata(R)/Conejo (mg./Kg.peso)	FRASE R (via dérm.)
DIISOCIANATO DE HEXAMETILENO	822-06-0	593	-
DIISOCIANATO DE ISOFORONA	4098-71-9	1060	-
DIISOPROPILAMINA	108-18-9	10000	-
N,N-DIMETILACETAMIDA	127-19-5	2000(R)/2240	21
DIMETILANILINA	121-69-7	1770	24
DIMETILFORMAMIDA	68-12-2	5000(R)/4720	21
1,1-DIMETILHIDRACINA	57-14-7	1060	-
DINITRATO DE ETILENGLICOL	628-96-6	-	27
DINITRATO DE PROPILENGLICOL	6423-43-4	-	-
ORTO-DINITROBENCENO	528-29-0	-	27
META-DINITROBENCENO	99-65-0	-	27
PARA-DINITROBENCENO	100-25-4	-	27
DINITRO-O-CRESOL	534-52-1	200(R)/1000	27
DINITROTOLUENO	25321-14-6	-	24
DIOXANO	123-91-1	7600	-
DIOXATHION	78-34-2	63(R)/85	24
DIÓXIDO DE VINILCICLOHEXENO	106-87-6	620	-
DISULFOTÓN	298-04-0	100(R)/14	27
DIVINILBENCENO	1321-74-0	-	-
ENDOSULFAN	115-29-7	74(R)/90	24
ENDRIN	72-20-8	12(R)/60	24
EPICLORHIDRINA	106-89-8	515	24
E.P.N.	2104-64-5	25(R)/30	-
ESTAÑO	7440-31-5	-	-
ETER ALILGLICIDÍLICO	106-92-3	2550	-
ETER-N-BUTILGLICIDÍLICO	2426-08-6	2150(R)/2520	-
ETER DICLOROETÍLICO	111-44-4	90	27
ETER DIGLICIDÍLICO	2238-07-5	1000(R)/1500	-
ETER FENILGLICIDÍLICO	122-60-1	1500	21
ETER METÍLICO DE DIPROPILENGLICOL	34590-94-8	9500	-
1-METOXI-2-PROPANOL	107-98-2	13000	-
ETHION	563-12-2	62(R)/890	21
ETILAMINA	75-04-7	390	-
ETILBENCENO	100-41-4	17800	-
ETILENDIAMINA	107-15-3	730	21
ETILENGLICOL	107-21-1	9530	-
ETILENIMINA	151-56-4	-	27
N-ETILMORFOLINA	100-74-3	-	-
2-ETOXIETANOL	110-80-5	3900(R)/3300	21
FENAMIPOHOS	22224-92-6	80(R)/178	24
O-FENILENDIAMINA	95-54-5	-	24
M-FENILENDIAMINA	108-45-2	-	24
P-FENILENDIAMINA	106-50-3	-	-
FENILHIDRACINA	100-63-0	-	24
FENILMERCAPTANO	108-98-5	300(R)/134	-
N-FENIL-BETA-NAFTILAMINA	135-88-6	-	-
FENOL	108-95-2	669(R)/850	24
FENOTIACINA	92-84-2	-	-
FENSULFOTHION	115-90-2	3(R)	27
FENTHION	55-38-9	330(R)	21
FLUORACETATO DE SODIO	62-74-8	48(R)	27
FLUORURO DE HIDRÓGENO	7664-39-3	-	27
FONOFOS	944-22-9	147(R)/25	27
FORATO	298-02-2	2500(R)/99	27

SUSTANCIA	Nº CAS	LD <sub>50</sub> Rata(R)/Conejo (mg/Kg.peso)	FRASE R (vía dérm.)
FORMALDEHÍDO	50-00-0	270	24
FORMAMIDA	75-12-7	-	-
FORMIATO DE ETILO	109-94-4	20000	-
FORMIATO DE METILO	107-31-3	-	-
FOSFATO DE DIBUTILFENILO	2528-36-1	-	-
FOSFATO DE TRIORTOCRESILO	78-30-8	-	24
FURFURAL	98-01-1	-	-
GLICIDOL	566-52-5	1980	21
GLUTARALDEHIDO	111-30-8	2500(R)/2560	-
HALOTANO	151-67-7	-	-
HEPTACLORO	76-44-8	119(R)/2000	24
HEXACLOROBUTADIENO	87-68-3	100	-
HEXACLOROCICLOPENTADIENO	77-47-4	430	-
HEXACLOROETANO	67-72-1	32000	-
HEXACLORONAFTALENO	1335-87-1	-	-
HEXAFLUORACETONA	684-16-2	-	-
HEXAMETILFOSFORAMIDA	680-31-9	2600	-
HIDRACINA	302-01-2	91	24
HIDRÓQUINONA	123-31-9	-	-
ISOCIANATO DE METILEN-BISFENILO	101-68-8	-	-
ISOCIANATO DE METILO	624-83-9	213	24
ISOPROPILAMINA	75-31-0	550	-
N-ISOPROPILANILINA	768-52-5	-	-
ISOPROPOXIETANOL	109-59-1	1600	21
LINDANO	58-89-9	500(R)/50	24
MALATHION	121-75-5	4444(R)/4100	-
MERCURIO	7439-97-6	-	-
METACRILATO DE METILO	80-62-6	-	-
METANOL	67-56-1	20000	-
METACRILONITRILLO	126-98-7	320	24
METILAMINA	74-89-5	-	-
N-METILANILINA	100-61-8	-	24
METIL-N-BUTIL-CETONA	591-78-6	-	-
METILCICLOHEXANOL	25639-42-3	-	-
O-METILCICLOHEXANONA	583-60-8	1635	-
METIL DEMETON	8022-00-2	300(R)	-
4,4'-METILENDIANILINA	101-77-9	-	21
4,4'-METILENOBIS	101-14-4	-	-
METILETILCETONA	78-93-3	13000	-
METILHIDRACINA	60-34-4	183(R)/95	-
METIL-ISOBUTIL-CARBINOL	108-11-2	3560	-
METILPARATHION	298-00-0	63(R)/300	24
2-METOXIETANOL	109-86-4	1280	21
MEVINPHOS	7786-34-7	4200(R)/4700	27
MONOCROTOPHOS	6923-22-4	112(R)/354	24
MORFOLINA	110-91-8	500	21
NAFTALENO	91-20-3	20000	-
BETA-NAFTILAMINA	91-59-8	-	-
NALED	300-76-5	800(R)/1100	21
NIQUEL CARBONILO	13463-39-3	-	-
NITRAPYRINA	1929-82-4	850	-
P-NITROANILINA	100-01-6	-	24
NITROBENCENO	98-95-3	2100	27
P-NITROCLOROBENCENO	100-00-5	16000	24

SUSTANCIA	Nº CAS	LD <sub>50</sub> Rata(R)/Conejo (mg./Kg.peso)	FRASE R (via dérm.)
4-NITRODIFENILO	92-93-3	-	-
NITROGLICERINA	55-63-0	29(R)	27
N-NITROSODIMETILAMINA	62-75-9	-	-
O-NITROTOLUENO	88-72-2	-	24
M-NITROTOLUENO	99-08-1	-	-
P-NITROTOLUENO	99-99-0	16000(R)	24
OCTACLORONAFTALENO	2234-13-1	-	-
OCTANO	11-65-9	-	-
OXIDO DE ETILENO	75-21-8	-	-
OXIDO DE MESITILO	141-79-7	5150	21
PARAQUAT	4685-14-7	236	-
PARATHION	56-38-2	6,8(R)/15	27
PENTABORANO	19624-22-7	-	-
PENTACARBONILO DE HIERRO	13463-40-6	240	-
PENTAFLUOROFENOL	87-86-5	105(R)	24
PENTAFLUORONAFTALENO	1321-64-8	-	21
PERCLOROMETILMERCAPTANO	594-42-3	1410	-
PIRIDINA	110-86-1	1121	21
PLATINO	7440-06-4	-	-
PLOMO TETRAETILO	78-00-2	-	-
PLOMO TETRAMETILO	75-74-1	-	-
PROPANOSULTONA	1120-71-4	-	-
PROPILENIMINA	75-55-8	-	27
BETA-PROPIOLACTONA	57-57-8	-	-
PROPOXUR	114-26-1	800(R)/800	-
QUINONA	106-51-4	-	-
RESORCINOL	108-46-3	3360	-
SELENIO	7782-49-2	-	-
SULFATO DE DIMETILO	77-78-1	-	-
SULFOTEP	3689-24-5	65(R)/20	27
SULFURO DE CARBONO	75-15-0	-	-
SULPROFOS	35400-43-2	820	-
TALIO	7440-28-0	-	-
TEMEPHOS	3383-96-8	1370(R)/970	-
TEPP	107-49-3	2,4(R)/5	-
1,1,2,2-TETRAFLOROETANO	79-34-5	-	27
TETRAFLORONAFTALENO	1335-88-2	-	-
TETRAFLUORURO DE CARBONO	56-23-5	5070(R)/14937	24
TETRAMETILSUCCINONITRILLO	3333-52-6	-	-
TETRILO	479-45-8	-	24
TETRÓXIDO DE ÓSMIO	20816-12-0	-	27
O-TOLIDINA	119-93-7	-	-
TOLUENO	106-98-3	12124	-
O-TOLUIDINA	95-53-4	3250	-
1,1,2-TRICLOROETANO	79-00-5	3730	21
TRICLORONAFTALENO	1321-65-9	-	-
1,2,3-TRICLOROPROPANO	96-18-4	1770	21
TRIETILAMINA	121-44-8	570	-
2,4,6-TRINITROTOLUENO	118-96-7	-	24
TRIOXIDO DE ARSÉNICO	1327-53-3	-	-
WARFARINA	81-81-2	1400(R)	-
XILIDINA	1300-73-8	-	24
YODURO DE METILO	74-88-4	-	-